

**T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**ENDODONTİK TEDAVİ SONRASI POSTOPERATİF
AĞRININ ROTASYON VE RESİPROKASYON HAREKETLİ
DÖNER EĞE SİSTEMLERİ KULLANILARAK
KARŞILAŞTIRILMASI: BİR PROSPEKTİF KLİNİK ÇALIŞMA**

Dt. Muhammet Emin ÇAĞLAN

**Endodonti Ana Bilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Fatma PERTEK HATİPOĞLU**

RİZE-2025

**T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**ENDODONTİK TEDAVİ SONRASI POSTOPERATİF
AĞRININ ROTASYON VE RESİPROKASYON HAREKETLİ
DÖNER EĞE SİSTEMLERİ KULLANILARAK
KARŞILAŞTIRILMASI: BİR PROSPEKTİF KLİNİK ÇALIŞMA**

Dt. Muhammet Emin ÇAĞLAN

**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. Muhammet Emin ÇAĞLAN tarafından hazırlanan “Endodontik Tedavi Sonrası Postoperatif Ağrının Rotasyon ve Resiprokasyon Hareketli Döner Eğe Sistemleri Kullanılarak Karşılaştırılması: Prospektif Bir Klinik Çalışma” adlı bu tez çalışması, 20.06.2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı, Adı Soyadı

Başkan

: Doç. Dr. Fatma PERTEK HATİPOĞLU

Üye

: Prof. Dr. Kürşat ER

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Ahter ŞANAL ÇIKMAN

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Edanur MARAŞ

ETİK BEYAN

Endodonti Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Endodontik Tedavi Sonrası Postoperatif Ağrının Rotasyon ve Resiprokasyon Hareketli Döner Eğe Sistemleri Kullanılarak Karşılaştırılması: 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 atıfla 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.

Muhammet Emin ÇAĞLAN

20/06/2025

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan; mesleki donanımı ve akademik bilgisiyle gelişimime katkı sağlayan; tezimin planlanma aşamasından bitimine kadar desteğini ve rehberliğini esirgemeyen; çözüm odaklı yaklaşımıyla her zaman yol gösteren, öğrencisi olmaktan büyük bir mutluluk ve gurur duyduğum değerli danışman hocam Doç. Dr. Fatma PERTEK HATİPOĞLU'na,

Uzmanlığa başladığım ilk günden itibaren her daim desteklerini yanımda hissettiğim; bilgi ve deneyimleriyle yolumu aydınlatan, samimi yaklaşımlarıyla bana güç ve cesaret veren değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Ahter ŞANAL ÇIKMAN ve Dr. Öğr. Üyesi Edanur MARAŞ'a,

Başta, tüm uzmanlık sürecini omuz omuza geçirdiğim, aynı yolu paylaştığım eş kıdemlilerime, beraber çalışmaktan keyif aldığım asistan arkadaşlarıma ve tüm bölüm personeline,

Lisans eğitimim boyunca her zorluğu birlikte göğüslediğim, uzmanlık yolculuğuma başlarken en büyük desteğim olan ve fikirlerine her zaman değer verdiğim canım kardeşim Dt. Alper ÇAMGÖZ'e

Sabriyla en zor anları hafifleten, sevgisiyle beni daima ileriye taşıyan, yanımda oluşuyla bana güç veren hayat arkadaşım Dt. Şeyma LÖK'e,

Hayatım boyunca sevgileriyle arkamda duran ne zaman düşsem tutan, ne zaman dursam iten; ses etmeden omuz veren, varlıklarıyla güç bulduğum, bana nereden geldiğimi ve kim olduğumu unutturmayan canım aileme.

Tüm kalbimle teşekkür ederim.

Muhammet Emin ÇAĞLAN

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	I
TEŞEKKÜR.....	II
TABLolar DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Kök Kanal Tedavisinin Amacı.....	4
2.2. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi.....	4
2.3. Çalışma Boyunun Belirlenmesi	5
2.4. NiTi Döner Eğeler ile Kök Kanal Preparasyonu	6
2.5. Kök Kanal Preparasyonunda Kullanılan Eğeler	8
2.5.1. El Eğeleri	8
2.5.2. Nikel Titanyum Eğeler	9
2.6. Kök Kanal Preparasyonunda Kullanılan NiTi Eğelerin Hareket Çeşitleri	15
2.6.1. Rotasyonel Hareket	16
2.6.2. Resiprokal Hareket	16
2.6.3. Kombine Hareket (Adaptif Hareket)	17
2.6.4. Eksentrik Döner Hareket	17

2.6.5. Transaksiyel Hareket	17
2.7. Mevcut Çalışmada Kullanılan Döner Eğe Sistemleri.....	18
2.7.1. Scope RS Narrow (SRN).....	18
2.7.2. T-endo MUST (TeM).....	19
2.8. Ağrı	21
2.8.1. Ağrının Tanımı.....	21
2.8.2. Postoperatif Ağrı.....	21
2.8.3. Postoperatif Ağrının Nörofizyolojisi	22
2.8.4. Postoperatif Ağrı Çeşitleri	23
2.8.5. Postoperatif Ağrıyı Etkileyen Faktörler.....	25
2.8.6. Postoperatif Ağrının Kontrolü	30
2.8.7. Ağrı Değerlendirme Yöntemleri	30
3. GEREÇ ve YÖNTEM	37
3.1. Örneklem Hesabı	37
3.2. Hasta Seçimi	37
3.2.1. Dahil Etme Kriterleri	37
3.2.2. Hariç Tutma Kriterleri	38
3.3. GAS Ölçeğinin Uygulanması	41
3.4. Kanal Tedavisi Protokolü	42
3.5. İstatistiksel Analiz	46
4. BULGULAR	47
4.1. İki Farklı Döner Eğe Sisteminin Demografik Özelliklere Dağılımı	48

4.2. Ağrı Şiddetlerinin Cinsiyete Göre Karşılaştırılması.....	51
4.3. Ağrı Şiddetlerinin Yaşa Göre Karşılaştırılması	52
4.4. Ağrı Şiddetlerinin Döner Eğe Sistemlerine Göre Karşılaştırılması.....	54
4.5. Operasyon Öncesi Ağrı Olup Olmamasının Operasyon Sonrası Oluşan Ağrıya Etkisinin İncelenmesi.....	56
5. TARTIŞMA	58
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	90
KAYNAK.....	92
EKLER	92
EK-1. Özgeçmiş	114
Ek-2. Etik Kurul Onayı.....	115
Ek-3. İntihal raporu	116

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2. 1. Niti aletlerin hareket çeşitleri	16
Tablo 2. 2. Ağrı değerlendirme yöntemleri	31
Tablo 3. 1. Çalışma formu örneği.....	40
Tablo 3. 2. Çalışma için hastaya verilen dosya örneği	42
Tablo 4. 1. İki farklı döner alet sisteminin demografik özelliklere dağılımı.....	50
Tablo 4. 2. Ağrı şiddetlerinin cinsiyete göre karşılaştırılmasındaki verilerin normal dağılımının değerlendirilmesi.....	51
Tablo 4. 3. Operasyon sonrası ağrının cinsiyetlere göre karşılaştırılması.....	52
Tablo 4. 4. Ağrı şiddetlerinin yaşa göre karşılaştırılmasındaki verilerin normal dağılımının değerlendirilmesi	53
Tablo 4. 5. Operasyon sonrası ağrının yaşa göre karşılaştırılması	54
Tablo 4. 6. Ağrı şiddetlerinin döner alet sistemlerine göre karşılaştırılmasındaki verilerin normal dağılımının değerlendirilmesi.....	55
Tablo 4. 7. Operasyon sonrası ağrının döner alet sistemlerine göre karşılaştırılması	56
Tablo 4. 8. Operasyon öncesi ağrının olup olmamasının operasyon sonrası ağrı ile ilişkisinin değerlendirilmesi.....	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. NiTi alaşımında sıcaklık değişimine bağlı olarak meydana gelen faz dönüşümleri	10
Şekil 2. 2. Scope RS Narrow (Yozgat, Türkiye) döner eğeleri.....	18
Şekil 2. 3. T-endo MUST (Dentac, İstanbul, Türkiye) eğeleri	20
Şekil 2. 4. Görsel Analog Skala.....	32
Şekil 4. 1. Çalışmanın akış diyagramı	48
Şekil 4. 2. Operasyon öcesi ağrının varlığı ve yokluğuna göre zaman içindeki ağrı değişiminin gösterilmesi	57

ÖZET

Endodontik Tedavi Sonrası Postoperatif Ağrının Rotasyon ve Resiprokasyon Hareketli Döner Eğe Sistemleri Kullanılarak Karşılaştırılması: Bir Prospektif Klinik Çalışma

Amaç: Bu çalışma, mandibular vital premolar dişlerde tek seansta yapılan kök kanal tedavisinde, hareket prensipleri farklı döner eğe sistemlerinin postoperatif ağrı üzerindeki etkilerini farklı zaman dilimlerine göre karşılaştırmayı ve ayrıca bu sistemlerin analjezik kullanım ihtiyacı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Kliniği'ne başvuran, dahil edilme kriterlerini karşılayan ve 18-65 yaş aralığında olan 121 hasta alınmıştır. Tüm tedaviler, tek bir operatör tarafından ve tek seansta gerçekleştirilmiştir. Hastalar iki gruba ayrılmıştır: Grup 1. T-endo MUST (TeM) ($n = 62$) ve Grup 2. Scope RS Narrow (SRN) ($n = 59$). Postoperatif ağrı düzeyleri, işlem sonrası 1., 3., 5. ve 7. günlerde görsel analog skala kullanılarak değerlendirilmiş; bu günlerde hastaların ağrı kesici kullanıp kullanmadıklarına ilişkin bilgiler de ayrıca kayıt altına alınmıştır.

Bulgular: Her iki grupta da postoperatif ağrı skorlarında zamanla anlamlı düzeyde azalma gözlenmiştir ($P < 0,001$). Üçüncü günde, TeM grubunun ortalama ağrı skorları, SRN grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($p = 0,019$). Ayrıca, TeM grubundaki hastaların %12,9'u ($n = 8$) analjezik kullanmışken, SRN grubunda hiçbir hasta ağrı kesici kullanmamıştır; bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p = 0,004$).

Sonuç: Elde edilen bulgular, döner eğe sistemlerinin kinetik özelliklerinin postoperatif ağrı üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Resiprokasyon hareket prensibiyle çalışan TeM sistemi ile karşılaştırıldığında, sürekli rotasyonel hareketle çalışan SRN sisteminin daha düşük düzeyde postoperatif ağrıya neden olması ve hiçbir hastada analjezik kullanımının gerekmemesi, hasta konforu açısından klinik olarak anlamlı bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Bu sonuçlar, endodontik tedavilerde hasta memnuniyetini artırmak amacıyla döner sistem seçiminin klinik karar verme sürecinde dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Görsel analog skala, Kök kanal tedavisi, Postoperatif ağrı, Scope RS Narrow, T-endo MUST

ABSTRACT

Comparison of Postoperative Pain Following Endodontic Treatment Using Rotary File Systems with Rotational and Reciprocating Motions: A Prospective Clinical Study

Aim: This study aimed to compare the effects of rotary file systems with different kinematic principles on postoperative pain at various time intervals in single-visit root canal treatment of vital mandibular premolars, and to evaluate their impact on analgesic intake.

Materials and Methods: A total of 121 patients aged between 18 and 65 years, who met the inclusion criteria and presented to the Department of Endodontics at the Faculty of Dentistry, Recep Tayyip Erdoğan University, were included in this study. All treatments were performed by a single operator in a single visit. The patients were divided into two groups: Group 1 — T-endo MUST (TeM) (n = 62) and Group 2 — Scope RS Narrow (SRN) (n = 59). Postoperative pain levels were assessed using a visual analog scale on the 1st, 3rd, 5th, and 7th days after the procedure, and analgesic intake was also recorded.

Results: A significant reduction in postoperative pain scores was observed over time in both groups ($p < 0.001$). On the third day, the mean pain scores in the TeM group were statistically significantly higher compared to the SRN group ($p = 0.019$). Additionally, 12.9% of patients in the TeM group (n = 8) required analgesics, whereas none in the SRN group did, a statistically significant difference ($p = 0.004$).

Conclusion: These findings suggest that the kinematic features of rotary file systems may influence postoperative pain. Compared to the TeM system with reciprocating motion, the SRN system using continuous rotation caused less postoperative pain and did not necessitate analgesic intake in any patient. This can be considered a clinically relevant advantage for patient comfort. These results indicate that the selection of rotary systems should be considered in clinical decision-making to improve patient satisfaction in endodontic treatments.

Keywords: Visual analog scale, Root canal treatment, Postoperative pain, Scope RS Narrow, T-endo MUST

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AD	: Apikal Daralım
ark.	: Arkadaşları
$\pm$	: Artı/eksi
AS	: Austenit fazının başlamasını gösteren sıcaklık
AF	: Austenit fazının tamamen oluştuğu sıcaklık; Apikal Foramen
>	: Büyüktür
ÇB	: Çalışma boyu
°	: Derece
DM	: Diabetes Mellitus
EDM	: Elektrik Boşaltım İşlemi
EAB	: Elektronik Apeks Bulucular
EDTA	: Etilen Diamin Tetraasetik Asit
EP	: Electropolishing
=	: Eşittir
FPS	: Face Pain Scale
g	: Gram
GAS	: Görsel Analog Skala
HPS	: Heft-Parker Görsel Analog Ölçeği
IAF	: İlk Apikal Eğe
Ca(OH) ₂	: Kalsiyum hidroksit
kHz	: Kilohertz
$\leq$	: Küçük eşittir
<	: Küçüktür

MS	: Martensit fazının oluşmaya başladığı sıcaklık
MF	: Martensit fazının tamamlandığı sıcaklık; Majör Foramen
SF-MPQ	: McGill Ağrı Anketi'nin Kısa Formu
MPQ	: McGill Melzack Ağrı Soru Formu
μL	: Mikrolitre
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
NIT	: Negatif Basıncılı İrrigasyon Tekniği
Ncm	: Newton santimetre
NiTi	: Nikel-Titanyum
NSAİİ	: Non-steroid Anti-inflamatuar İlaç
NRS	: Numerical Rating Scale
rpm	: Revolutions per minute
°C	: Santigrat derece
SRN	: Scope RS Narrow
SAF	: Self-Adjusting File
COX	: Siklooksijenaz
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
FCT	: Tam Kupa Testi
TeM	: T-endo MUST
TF	: Twisted File
IASP	: Uluslararası Ağrı Araştırmaları Derneği
ISO	: Uluslararası Standartlar Örgütü
3B	: 3 boyutlu
VDS	: Vertebral Descriptor Scales

VAS : Visual Analog Scale

BPQ : Wisconsin Kısa Ağrı Çizelgesi

% : Yüzde

1. GİRİŞ

Modern endodontik yaklaşımlar, yalnızca enfekte dokuların uzaklaştırılması ve periapikal iyileşmenin sağlanmasıyla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda hastanın tedavi sürecine ilişkin konforunu artırmayı ve genel klinik başarıya katkı sağlamayı da amaçlamaktadır. Günümüzde hasta odaklı yaklaşımlar, yalnızca radyografik iyileşme değil, aynı zamanda tedaviye eşlik eden semptomların azaltılması ve memnuniyet düzeyinin artırılması gibi parametreleri de kapsamaktadır. Bu bağlamda, kök kanal tedavisinin ardından görülebilecek semptomlardan biri olan postoperatif ağrı hem hasta deneyimini hem de hekime duyulan güveni doğrudan etkileyen önemli bir klinik göstergedir.

Literatürde bu tür postoperatif ağrının görülme sıklığının %3 ile %58 arasında değişkenlik gösterdiği rapor edilmiştir. Bu oldukça geniş insidans aralığı, hasta özellikleri, uygulanan endodontik prosedürün niteliği ve işlemde görev alan operatörlerin klinik deneyimi gibi çok sayıda etkene bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir.¹ 2011 yılında gerçekleştirilen kapsamlı bir sistematik derlemede, postoperatif ağrının ilk 24 saat içerisinde görülme oranının %40 düzeyinde olduğu, bu oranın 7. gün itibarıyla %11'e gerilediği belirtilmiştir. Ayrıca, ağrının en yoğun şekilde işlemden sonraki 6. saatte hissedildiği ifade edilmiştir.²

Kemomekanik preparasyon, kök kanal tedavisinin en önemli ve hassas basamaklarından biridir.³ Postoperatif ağrı, işlem sırasında dentin artıkları, nekrotik doku kalıntıları ya da irrigasyon solüsyonlarının periapikal bölgeye taşınmasıyla meydana gelebileceği gibi, kanalın yeterince genişletilmemesi durumunda da gelişebilmektedir.⁴ Kanal hazırlığı sırasında meydana gelen debris ekstrüzyonu, postoperatif ağrının başlıca belirleyicisidir.⁵ Uygulanan tüm kanal şekillendirme yöntemlerinde belirli miktarda

apikal bölgeye materyal taşınımı kaçınılmazdır.⁶ Bu taşınım; dentin talaşları, pulpal kalıntılar, mikroorganizmalar, nekrotize doku parçaları ve irigant içerikleri gibi çeşitli öğeleri barındırabilir.⁷ Söz konusu unsurlar, yalnızca ağrıya neden olmakla kalmayıp, aynı zamanda tedavinin başarısını da olumsuz yönde etkileyebilecek risk faktörleri arasında yer almaktadır.⁸

Yapılan çalışmalar⁹⁻¹² endodontik motor sistemlerle kullanılan nikel-titanyum (NiTi) döner eğelerin, manuel yöntemlere göre apikal bölgeye daha az debris taşınımına neden olduğunu ve bunun da tedavi sonrasında hastaların konforunu anlamlı biçimde iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Sürekli rotasyon sistemleri, kök kanaldaki debrisleri etkili şekilde uzaklaştırarak postoperatif ağrı ve komplikasyon riskini azaltmaktadır.¹³ Ancak, bazı çalışmalar, tek eğeli resiprokal sistemlerin, çok eğeli döner sistemlere göre daha az apikal debris ekstrüzyonuna yol açabileceğini bildirmiştir.¹⁴ Öte yandan, Koçak ve ark.'nın³ çalışmasında iki sistem arasında bu açıdan anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Literatürde, sürekli rotasyon ve resiprokal hareket prensibiyle çalışan eğe sistemleri ile yapılan kanal şekillendirmeleri sonrasında gözlemlenen postoperatif ağrı sıklığına dair bulguların birbirleriyle çelişkili olduğu bildirilmiştir. Bazı çalışmalar, resiprokal sistemlerin apikal bölgeye daha fazla debris taşıyarak postoperatif ağrıya daha sık neden olabileceğini rapor etmiştir. Bunun aksine, rotasyonel sistemlerin daha fazla ağrıya yol açtığını bildiren araştırmalar da mevcuttur. Ayrıca, çeşitli klinik çalışmalarda her iki sistem arasında postoperatif ağrı yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı da ifade edilmiştir¹⁵⁻¹⁸

Literatürde, farklı döner sistemlerin postoperatif ağrıya etkilerini karşılaştıran çeşitli çalışmalar yer almakla birlikte, bu alanda güncel sistemlerin birebir kıyaslandığı özgün klinik araştırmaların sayısı sınırlıdır. Özellikle resiprokal hareketle çalışan T-endo MUST (TeM) (Dentac, İstanbul, Türkiye) sistemi ile rotasyonel hareketle çalışan Scope

RS Narrow (SRN) (Scope, Yozgat, Türkiye) sistemlerinin postoperatif ağrıya etkisini inceleyen herhangi bir klinik çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Oysa bu iki sistemin tasarımsal ve kinetik farklılıkları, apikal bölgedeki doku tepkisi ve inflamatuvar yanıt üzerinde belirleyici olabilir ve dolayısıyla hasta konforunu doğrudan etkileyebilir.

Son yıllarda, Türkiye menşeli endodontik sistemlerin geliştirilmesiyle birlikte, yerli üretim döner eğe sistemleri klinik uygulamalarda giderek daha fazla yer bulmaya başlamıştır. Bu bağlamda, TeM ve SRN sistemleri hem erişilebilirlikleri hem de ekonomik avantajları nedeniyle dikkat çekmektedir. Ancak, bu sistemlerin postoperatif ağrı gibi hasta odaklı klinik parametreler üzerindeki etkilerine yönelik mevcut literatürde herhangi bir karşılaştırmalı çalışma bulunmamaktadır. Literatürde ilk kez, Türkiye'de geliştirilen ve üretilen bu iki özgün sistemin kinetik özelliklerinin hasta konforuna etkisini değerlendiren bu çalışmanın, yalnızca klinik uygulamalara değil, aynı zamanda yerli ürünlerin bilimsel düzeyde tanınırlığına da katkı sağlaması beklenmektedir.

Bu tez çalışması, mandibular premolar dişlerde uygulanan kök kanal tedavisinde kullanılan iki farklı NiTi döner eğe sisteminin, resiprokal hareketle çalışan TeM ile rotasyonel hareketle çalışan SRN sistemlerinin postoperatif ağrı düzeyleri üzerindeki etkilerini karşılaştırarak, söz konusu sistemlerin hasta deneyimine olan katkısını objektif verilerle ortaya koymayı ve bu alandaki literatür boşluğuna katkı sunmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın sıfır hipotezi, rotasyon ve resiprokasyon hareketiyle çalışan iki farklı eğe sisteminin postoperatif ağrı açısından herhangi bir zaman diliminde farklılık göstermeyeceğidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanal Tedavisinin Amacı

Kök kanal tedavisi, pulpa dokusunun kanaldan tamamen çıkarılması, kanal sisteminin şekillendirilmesi ve sterilize edilmesinin ardından, kök kanalının uygun biyomateryaller ile hermetik bir şekilde doldurulması amacıyla yapılan bir dental tedavidir. Bu tedavi sürecinde, enfekte olmuş veya nekrotik pulpa dokusu tamamen uzaklaştırılarak kanal sistemi, mikroorganizmalardan arındırılır. Ardından, kanal boşluğu anatomik yapısına uygun şekilde şekillendirilir ve sızdırmazlık sağlayan materyallerle doldurulur. Bu işlem, dişin uzun vadeli sağlığını ve fonksiyonunu korumak amacıyla yapılır.¹⁹

Kök kanal tedavisinin ardından dişin yeniden enfekte olmasının önüne geçilebilmesi için, kök kanal sistemi şekillendirilip genişletildikten sonra mikroorganizmalardan tamamen arındırılmalı ve üç boyutlu (3B) olarak doldurulmalıdır.²⁰ Sonrasında uygun bir koronal dolgu ile kök kanal sistemi ve perifer dokuların reenfeksiyonu önlenmelidir.²⁰

2.2. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Kök kanalının şekillendirilmesinin primer hedefi, periradiküler hastalıkların önlenmesi ya da mevcut iyileşmenin teşvik edilmesidir. Bu süreçte dikkat edilmesi gereken bazı önemli noktalar şunlardır;²¹

- Kök kanalındaki tüm canlı ve ölü doku kalıntılarının tamamen temizlenmesi
- İrigantlar ve ilaçlar için yeterli alanın oluşturulması
- Kök kanal tedavisi sırasında iatrojenik tahribattan kaçınılması
- Apikal kanal anatomisinin formunun ve konumunun muhafaza edilmesi
- Kök kanal dolgusu için daha uygun koşulların hazırlanması

- Periradiküler dokuların daha fazla irrite edilmesinden ve/veya bu bölgenin enfekte edilmesinden kaçınılması
- Sağlam kök dentinin mümkün olduğunca korunması

Kök kanal şekillendirmede sekonder hedef, apikal forameni (AF) en dar bölge olarak muhafaza ederken, koronal yöne doğru giderek genişleyen konik bir yapı oluşturmaktır. Bu anatomik form sayesinde dolgu materyalinin kanala ideal biçimde yerleştirilmesi ve kanalın 3B olarak etkin şekilde obturasyonu mümkün hale gelmektedir.²¹

Kök kanal enfeksiyonlarının tedavisinde, mikrobiyal eliminasyonun etkin bir şekilde sağlanabilmesi için kanal sisteminin mekanik olarak şekillendirilmesi temel bir basamak olarak kabul edilmektedir. Bu işlem sırasında dentin yüzeyine tutunmuş mikroorganizmaların uzaklaştırılması ve kanal sisteminin dezenfeksiyona daha elverişli hale getirilmesi hedeflenmektedir.²²

2.3. Çalışma Boyunun Belirlenmesi

Optimal bir kemomekanik preparasyonun sağlanması ve kanal içi sızıntıyı en aza indirecek şekilde 3B bir kök kanal dolgusunun gerçekleştirilebilmesi, çalışma boyunun (ÇB) doğru şekilde teyit edilmesine bağlıdır. ÇB, koronal düzeyde tanımlanan sabit bir referans noktasından, kanalın şekillendirme ve obturasyon işlemlerinin sonlandırılacağı, genellikle apikal konstriksiyon olarak kabul edilen noktaya kadar olan vertikal mesafeyi ifade etmektedir.²³ Kök kanal preparasyonu ve obturasyonunun, genel kabul gören yaklaşıma göre minör apikal foramen (MAF) seviyesinde sonlandırılması önerilmektedir.²⁴ MAF; kök pulpasının periodontal dokularla birleştiği anatomik sınır olarak tanımlanmakta olup, literatürde “apikal daralım” veya “fizyolojik foramen” terimleriyle de ifade edilmektedir. Bu yapı, anatomik apeksin yaklaşık 0–2 mm gerisinde konumlanabilmekle birlikte, AF’nin her zaman dişin anatomik apeksiyle aynı ekseninde yer

almadığı da bilinmektedir.²⁵ Bazı durumlarda foramen, apeksin lateralinde yer alarak 3 mm'ye kadar değişen mesafelerde bulunabilir.²⁶ Bu nedenle, doğrudan gözle saptanamayan ancak tedavi sonucunu doğrudan etkileyen bu bölgenin tespiti, büyük bir özen ve hassasiyetle gerçekleştirilmelidir.²⁷

2.4. NiTi Döner Eğeler ile Kök Kanal Preparasyonu

Kök kanal sisteminin etkin bir şekilde şekillendirilmesini sağlamak, tedavi süresini kısaltmak ve klinik iş akışını optimize etmek amacıyla geliştirilen NiTi esaslı döner eğe sistemleri, endodontik tedavi alanında önemli bir teknolojik ilerlemeyi temsil etmektedir. Bu eğeler, esneklik ve elastikiyet özellikleri sayesinde geleneksel paslanmaz çelik el eğelerine kıyasla daha güvenli, hızlı ve etkili bir preparasyon imkânı sunmakta, klinisyen açısından uygulama kolaylığı sağlamaktadır.²⁸ NiTi döner eğe sistemlerin bu avantajları, onları endodontinin evrimsel sürecinde temel yapı taşlarından biri haline getirmiştir.²⁸ NiTi döner eğeler, yüksek elastikiyet ve şekil hafızası özellikleri sayesinde, kanalın doğal eğriliklerine uyum sağlayarak preparasyon sırasında meydana gelebilecek iatrojenik komplikasyonların önlenmesinde önemli avantajlar sunmuştur.^{29,30}

NiTi alaşımından üretilen döner eğeler, tasarımsal özellikleri, hareket dinamikleri ve endodontik tedaviye yaklaşımları bakımından birbirinden önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Her üretici firma, geliştirdiği sistemin geometrik yapısına, kesici kenar formuna, taper derecesine ve kullanım amacına göre özgün bir kullanım kılavuzu ve tedavi protokolü tanımlamaktadır. Bu nedenle, klinik başarı açısından her eğe sisteminin üretici tarafından önerilen yönergelere uygun şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır.³¹

NiTi eğe sistemlerinin çoğunda şekillendirme yaklaşımı olarak crown-down yöntemi tercih edilmektedir.³ Bu teknikte, öncelikle kök kanalının koronal bölümü genişletilir, ardından kademeli olarak apikal foramen yönünde ilerleme sağlanır.³² Crown-

down yaklaşımı, NiTi eğelerin yalnızca belirli bir kanal duvarı yüzeyiyle sınırlı temas kurmasını sağladığından, aşırı tork gelişimini engellemekte ve bu yönüyle güvenli enstrümantasyon için yaygın şekilde uygulanmaktadır.³³

Crown-down tekniğinin klinik uygulamalarda sağladığı temel kazanımlar şunlardır;³⁴

- İrrigantların kök kanalına daha derinlemesine nüfuz etmesine olanak tanır ve koronal bölgede irrigant birikimi için uygun bir alan sunar.
- Eğelerin koronal kısımlarda sıkışmasını engelleyerek uç kısmın kontrolünü artırır, böylece işlem hatalarının önüne geçilmesine katkı sağlar.
- Ön eğim verilmiş eğelerin kanal boyunca şekil kaybına uğramasını azaltır
- ÇB'nin daha doğru belirlenmesini destekler
- Kanal içi debrisin apikal dokulara taşma olasılığını en aza indirir
- Koronal kısımda bulunan patojenlerin apikal bölgeye yayılım riskini düşürür
- Eğelerin kanal sistemine daha rahat ve doğru bir şekilde giriş yapmasını kolaylaştırır

Döner NiTi ege sistemlerinin güvenli ve etkili kullanımı için genel klinik öneriler aşağıda sıralanmıştır;³⁴

- İşleme başlamadan önce, kanal sistemine düz ve engelsiz bir giriş sağlanmalıdır.
- Döner NiTi eğeler yalnızca kanalın şekillendirilmesi amacıyla kullanılmalı; kanalın tespiti için tercih edilmemelidir.
- Bu eğeler, önceden manuel eğeler ile oluşturulmuş glide path'i takip etmelidir.
- Crown-down prensibi doğrultusunda ilerleme yapılmalıdır.
- Kullanım sırasında, üretici firmanın önerdiği hız ve tork değerlerine uyulmalıdır.
- Kanal şekillendirilirken apikal bölgeye mümkün olduğunca düşük düzeyde basınç uygulanmalıdır.
- İşlem boyunca düzenli aralıklarla ve yeterli hacimde irrigasyon yapılmalıdır.

- Her döner NiTi eğe, kanal içinde 3-4 saniyeyi aşmayacak sürelerle çalıştırılmalıdır.
- Eğeler, kontaminasyon ve metal yorgunluğu riskine karşı tek kullanımlık olarak değerlendirilmelidir.

2.5. Kök Kanal Preparasyonunda Kullanılan Eğeler

2.5.1. El Eğeleri

Endodontik eğelerin standardizasyonuna yönelik ilk kapsamlı düzenleme, 1961 yılında Ingle tarafından gerçekleştirilmiştir. Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) kriterlerine uygun olarak tasarlanan el eğeleri, 0,2 mm/mm koniklik oranına sahiptir. Başka bir deyişle, bu eğelerin 16 mm uzunluğundaki aktif çalışma bölgesi, her bir milimetrede 0,02 mm artacak şekilde progresif olarak genişlemektedir.³⁵ Günümüzde paslanmaz çelik dışında farklı materyaller kullanılarak üretilmiş çeşitli el eğeleri mevcut olsa da, klinik pratikte en yaygın şekilde kullanılan eğe türleri K-tipi ve Hedström (H-tipi) eğelerdir. Bu eğeler, hem etkinlikleri hem de kullanım kolaylıkları nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir.³⁵

Ingle ve Baumgartner³⁶ paslanmaz çelik eğelerle yapılan kök kanal şekillendirme işlemlerinde çeşitli teknik zorlukların ortaya çıkabileceğini belirtmişlerdir. Bunlardan ilki, bu eğelerin yeterince esnek olmamaları nedeniyle, kanalın anatomisine uyum sağlamakta zorlanmaları ve dolayısıyla işlemin başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için çok sayıda farklı boyut ve çapta eğeye ihtiyaç duyulmasıdır. Bu durum, şekillendirme süresini uzatmakta ve klinik iş yükünü artırmaktadır. İkinci olarak, eğelerin çapı büyüdükçe materyalin rijitliği artmakta, buna bağlı olarak esneklik kaybı meydana gelmekte ve özellikle eğimli ya da dar kanallarda yön değişikliklerine neden olarak transportasyon gibi istenmeyen anatomik değişikliklere yol açabilmektedir. Üçüncü olarak ise, koronal genişletme amacıyla sıklıkla tercih edilen Gates-Glidden tipi

geleneksel frezlerin kullanımı, fazla miktarda dentin dokusunun uzaklaştırılmasına sebep olmakta; bu durum dişin yapısal bütünlüğünü zayıflatmaktadır.³⁶

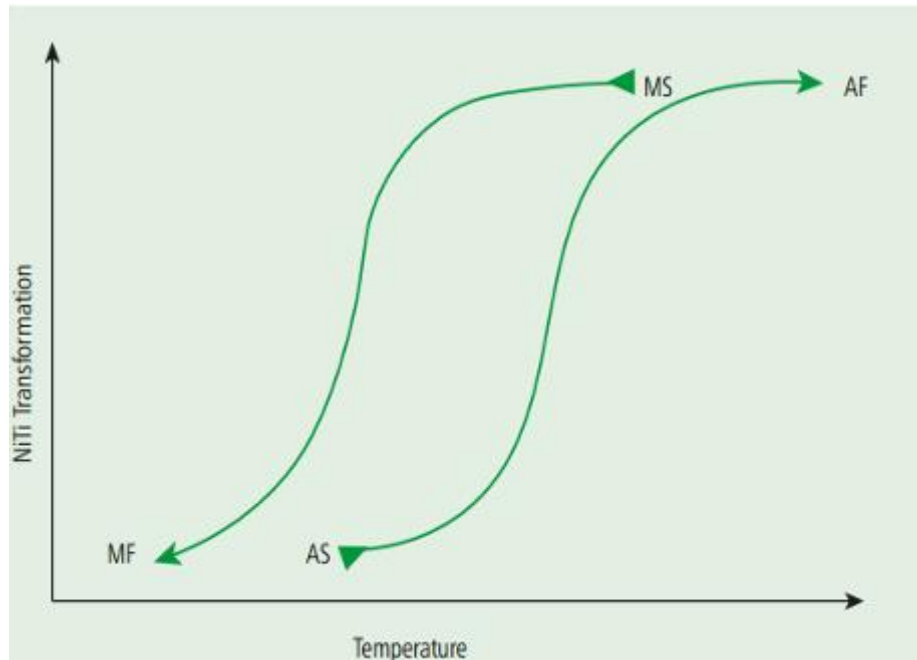
2.5.2. Nikel Titanyum Eğeler

Konvansiyonel paslanmaz çelikten imal edilen eğelerin çapında meydana gelen artış, bu eğelerin mekanik esnekliklerini belirgin biçimde azaltmakta ve özellikle eğimli ya da kompleks morfolojiye sahip kök kanallarında kanal şekillendirme sürecini hem teknik olarak daha karmaşık hale getirmekte hem de tedavi sürecinde çeşitli iatrojenik komplikasyonların ortaya çıkma olasılığını artırmaktadır. Bu yapısal dezavantajlar, söz konusu eğelerin kök kanal sisteminde yalnızca sınırlı düzeyde preparasyon gerçekleştirebilmesine neden olmaktadır.³⁵ Ortaya çıkan bu klinik kısıtlılıklar, hem diş hekimliği pratiğini sürdüren uzmanları hem de endodontik eğelerin üretimini gerçekleştiren firmaları, daha yüksek şekillendirme etkinliği, artırılmış esneklik ve güvenli kullanım özelliklerine sahip yeni nesil eğelerin geliştirilmesi yönünde araştırma ve inovasyon çalışmalarına yönlendirmiştir.³⁴

1988 yılında NiTi alaşımlarından üretilmiş kök kanal eğelerinin endodontik uygulamalarda tanıtılması, kanal şekillendirme yöntemlerinde önemli bir paradigma değişimini beraberinde getirmiştir.³⁷ Bu alaşımlar, paslanmaz çelikten üretilen geleneksel eğelere kıyasla çok daha yüksek düzeyde elastikiyet sunmakta ve şekil hafızası gibi üstün mekanik özelliklere sahip olmaları sayesinde klinik açıdan belirgin avantajlar sağlamaktadır.³⁸ Özellikle eğri kök kanallarında, anatomik yapıya zarar vermeden, transportasyon oluşturmaksızın etkin bir preparasyon yapılabilmesine olanak tanımaktadırlar. NiTi alaşımlarının bir diğer dikkate değer özelliği ise yüksek koniklik açılarına ulaşmalarına rağmen esnekliklerini muhafaza edebilmeleridir; bu özellik sayesinde %4 ile %12 arasında değişen taper değerlerine sahip eğelerin üretimi mümkün hale gelmiştir. Bu sistemlerin endodontik motorlarla entegre kullanımı, hem işlem

süresinin kayda değer ölçüde kısılmasına hem de daha az sayıda eğe ile daha verimli bir şekillendirme süreci yürütülmesine katkı sağlamıştır.³⁹ Yakın dönemde geliştirilen NiTi döner tek ege sistemleri ile birlikte ise hem kanal preparasyonu için gereken süre önemli ölçüde azaltılmış hem de tek kullanımlık yapıları sayesinde olası çapraz enfeksiyon riskinin en aza indirilmesi hedeflenmiştir.^{40,41}

Yaklaşık olarak %56 nikel ve %44 titanyum içeren NiTi alaşımı, yaklaşık 1:1 oranında atomik bileşime sahip olup, 3 temel mikroyapısal fazdan oluşmaktadır: austenit (AU), martensit ve R-fazı.⁴² AU fazı, NiTi alaşımının yaklaşık 100 °C üzerindeki sıcaklıklarda kararlılığını koruyan kristal yapıdaki halini temsil etmektedir. Sıcaklıkta meydana gelen azalma ya da alaşımın dışsal bir stres altında kalması, kristal yapının değişimine yol açarak martensit fazına geçişe neden olmaktadır (Şekil 1). Bu geçiş sürecinde ise, karakteristik olarak "*rhombohedral*" yapıda tanımlanan R-fazı ara form olarak ortaya çıkmaktadır.⁴³



Şekil 2. 1. NiTi alaşımında sıcaklık değişimine bağlı olarak meydana gelen faz dönüşümleri

Şekil 2.1’de yer alan MS değeri, martensit fazının oluşmaya başladığı sıcaklığı; MF değeri ise bu faz dönüşümünün tamamlandığı sıcaklık noktasını ifade etmektedir. Benzer şekilde, AS değeri AU fazının oluşumunun başladığı; AF değeri ise bu fazın tamamen oluştuğu sıcaklık değerini göstermektedir.⁴⁴

NiTi döner ege sistemleri, zaman içerisinde hem tasarım prensiplerinde hem de üretim tekniklerinde çeşitli evrimsel değişiklikler geçirmiş ve bu farklılıklar doğrultusunda 5 jenerasyon altında kategorize edilmiştir.^{30,45} Bununla birlikte, Gavini ve ark.⁴⁶ 2018 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada, söz konusu sınıflamaya ek olarak, NiTi alaşımlara uygulanan termomekanik ve yüzeysel işlemleri de dikkate alarak alternatif bir sınıflandırma yaklaşımı ortaya koymuşlardır. Bu yaklaşımda sınıflama şu şekildedir;

Konvansiyonel NiTi eğeler, Elektropolisaj (electropolishing) uygulanmış eğeler, M-Wire teknolojisi ile üretilmiş eğeler, R-Fazı içeren alaşımlar, kontrollü bellek özelliğine sahip CM-Wire eğeler, Isıl işlem görmüş Gold-Wire ve Blue-Wire eğeler, Sıcaklıkla aktive olan Max-Wire eğeler, Elektrik boşaltım işlemi (electrical discharge machining, EDM) ile üretilmiş eğeler.

2.5.2.1. Konvansiyonel NiTi Eğeler

İlk döner NiTi eğeler, 1992 yılında Dr. John McSpadden tarafından %0,2 koniklik değerine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır.⁴⁷ NiTi alaşımlarının üstün metalürjik özellikleri sayesinde, paslanmaz çelik eğelerin aksine daha geniş koniklik açlarına sahip eğelerin üretimi mümkün hale gelmiştir. Bu teknolojik gelişmeyle birlikte farklı taper seçenekleri sunan ProFile, Lightspeed ve GT sistemleri endodontik uygulamalarda kullanılmak üzere klinik piyasada yerini almıştır.⁴⁶

2001 yılında geliştirilen ProTaper döner ege sistemi, sahip olduğu değişken koniklik yapısı ve kesici kenar geometrisi sayesinde endodontik şekillendirme yaklaşımlarında yeni bir konseptin öncüsü olmuştur. Bu sistemin karakteristik konveks

üçgen kesit tasarımı, kanal duvarı ile enstrüman arasında kontrollü bir boşluk oluşturarak preparasyon sırasında eğe üzerinde meydana gelebilecek torsiyonel stresi azaltmakta ve eğenin kırılma riskini düşürmektedir.⁴⁸ Benzer mekanik özelliklere ve işlevsel tasarım prensiplerine sahip olan Hero 642 (Micro-Mega, Besançon, Fransa), FlexMaster (VDW, Münih, Almanya), K3 (SybronEndo, ABD) ve Mtwo (VDW) sistemleri de endodontik şekillendirme sürecinde yaygın olarak kullanılan döner eğe sistemleri arasında yer almaktadır.⁴⁹

2.5.2.2. Electropolishing Uygulanmış Eğeler

“*Electropolishing*” (EP) yöntemi, endodontik döner eğe üretiminde ilk kez 1999 yılında FKG firması tarafından tanıtılmıştır.⁴⁶ Bu işlem, özellikle üretim aşamasındaki öğütme sürecinden sonra eğe yüzeyinde oluşan düzensizliklerin giderilmesini hedeflemekte olup; kırılma direncinin artırılması, korozyona karşı dayanıklılığın iyileştirilmesi ve kesici performansın optimize edilmesi gibi çok yönlü avantajlar sunmaktadır.^{50,51} Bu teknoloji ile üretilmiş endodontik sistemler arasında Endosequence (Brasseler, ABD) ve RaCe (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) gibi ürünler yer almaktadır.³⁰

2.5.2.3. M-Wire Teknolojisiyle Üretilen Eğeler

NiTi tabanlı eğelerin mekanik dayanıklılığını artırmak ve şekillendirme sürecinde daha yüksek elastisite sağlamak amacıyla, 2007 yılında Amerika merkezli Sportswire LLC firması tarafından özel bir üretim yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemle elde edilen ve “*M-Wire*” ismiyle bilinen yeni nesil alaşım, belirli termal işlem dizileriyle klasik tel yapısının modifiye edilmesi yoluyla üretilmiştir.⁵² Bilimsel kaynaklarda, martensit ve R-fazının elastik davranışlarının AU faza kıyasla daha düşük modül değerlerine sahip olduğu vurgulanmaktadır. M-Wire’ın geleneksel NiTi esaslı materyallere göre daha

belirgin süperelastik özellikler göstermesi, içerdiği bu fazların etkisiyle açıklanabilmektedir.⁴⁹

2.5.2.4. R-Fazı İçeren Alaşımlar

NiTi bazlı materyallerde gözlemlenen R-fazı, iki temel kristal faz arasında yer alan, geçici ve kendine özgü geometrik yapısıyla tanımlanan bir dönüşüm evresidir.⁴⁶ M-Wire teknolojisinin tanıtılmasının ardından, SybronEndo firması, “*Twisted File (TF)*” adlı alternatif bir döner sistem geliştirmek üzere farklı bir üretim tekniği benimsemiştir.⁴⁹ Bu yöntemde, sıcaklık kontrollü işlem ile birlikte metalin kontrollü biçimde bükülmesi, eğeye daha üstün mekanik özellikler kazandırmaktadır. Şirketin açıklamalarına göre, başlangıç aşamasında AU yapıda bulunan NiTi teli, uygulanan özel termal işlem sonucunda R-fazına dönüştürülmüş ve bu mikro yapısal değişim doğrultusunda TF sistemi üretilmiştir. R-fazı, martensit ve AU faz geçişleri sırasında kısa süreli olarak ortaya çıkan ve dörtgen temelli kristal yapıya sahip olan geçici bir düzenlenme formudur.⁵³ Yapılan incelemelere göre, R-faz temelli döner sistemler hem oda sıcaklığında hem de fizyolojik koşullarda tamamen AU fazda kalmaktadır.⁵⁴ Bazı bilimsel çalışmalar, bu özel faz yapısına sahip eğelerin, ısıtılma işlemi uygulanmamış geleneksel NiTi eğelere kıyasla, döngüsel gerilime karşı daha yüksek direnç gösterdiğini ve mekanik esneklik bakımından üstün nitelikler taşıdığını belirtmiştir. Ayrıca, bu sistemlerin kanal boyunca ilerlerken daha kontrollü bir preparasyon sağladığı ve uç bölgelere yönelen sapmaların belirgin şekilde azaldığı da rapor edilmiştir.^{52,55,56}

2.5.2.5. Kontrollü Bellek Özelliğine Sahip CM-Wire Eğeler

CM-Wire, 2010 yılında kontrollü hafıza özellikleri kazandırılmış ilk termomekanik işlem görmüş NiTi alaşım olarak endodontik alanda kullanılmaya başlanmıştır.⁵⁷ Bu alaşım, standart NiTi eğelere kıyasla daha düşük nikel içeriği barındırmaktadır.⁴⁶ Oda sıcaklığında söz konusu eğelerin martensit, R-fazı ve sınırlı

düzye AU fazlarını içerebileceği, dolayısıyla konvansiyonel süperelastik davranış sergilemedikleri bildirilmektedir.^{53,58} Üretim sürecinde uygulanan kontrollü ısı işlemler, alaşımanın şekil hafızası özelliği üzerinde doğrudan etki oluşturarak eğelerin işlem öncesinde istenen biçimde önceden eğilmesine olanak tanımaktadır. Bu teknik modifikasyon sonucunda, daha yüksek fleksibiliteye sahip ve kırılmaya karşı dayanıklılığı artırılmış eğeler geliştirilmiştir.^{53,59,60}

2.5.2.6. Gold-Wire ve Blue-Wire Eğeler

2012 yılında Dentsply Sirona tarafından geliştirilen özel bir üretim süreci kapsamında, NiTi alaşımlar ardışık ısıtma ve soğutma döngülerine tabi tutulmuştur.⁴⁶ Bu termal işlem sonucunda, alaşım yüzeyinde titanyum oksitten oluşan ince bir tabaka meydana gelmekte olup, söz konusu tabakanın kalınlığına bağlı olarak karakteristik bir yüzey rengi oluşmaktadır. Blue-Wire alaşımda bu oksit tabakasının kalınlığı yaklaşık 60-80 nanometre iken, Gold-Wire alaşımda 100-140 nanometre arasında değişmektedir.⁴⁶ Bu teknolojinin uygulandığı sistemler arasında Vortex Blue (Dentsply Sirona), Sequence Rotary File ve X1 Blue File (MK Life, Porto Alegre, Brezilya), Reciproc Blue (VDW) ile ProTaper Gold ve WaveOne Gold (Dentsply Sirona) yer almaktadır.⁴⁹

2.5.2.7. Sıcaklıkla Aktive Olan Max-Wire Eğeler

FKG Dentaire firması tarafından geliştirilen ve hem şekil hafızası hem de süperelastik özellikleri aynı yapıda birleştiren ilk termomekanik modifikasyonlu NiTi alaşım, “*Max-Wire*” olarak tanıtılmıştır.⁴⁹ Bu özel metal bileşiminden üretilen döner sistemler, 35 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda martensitik yapıdan AU faza dönüşerek kendiliğinden yarı dairesel form kazanmakta ve bu morfolojik değişim sayesinde kök kanalına uyum sağlamak amacıyla uzunluk boyunca genişleme ve daralma hareketleri sergilemektedir.^{46,61} Max-Wire teknolojisini temel alarak geliştirilen sistemler arasında

XP-Endo Shaper (FKG), XP 3D (Brasseler, ABD) ve XP Clean (MK Life, Brezilya) yer almaktadır. Klinik bulgular, XP-Endo Shaper sisteminin kök kanal morfolojisini büyük oranda muhafaza ettiği ve uç bölge sapmalarını minimal düzeyde oluşturduğu yönündedir.⁶²

2.5.2.8. Elektrik Boşaltım İşlemi (EDM) ile Üretilmiş Eğeler

EDM (Elektrik Boşaltım İşlemi), klasik üretim yöntemleriyle işlenmesi güç olan hassas parçaların, doğrudan temas olmaksızın şekillendirilmesini sağlayan bir yöntemdir.⁶³ Bu süreçte, elektriksel deşarjlar sayesinde yüzeyden mikroskobik düzeyde malzeme uzaklaştırılır; bu sırada materyal kısmen erir ya da buharlaşır.^{64,65} Bu sayede, yüzeyde homojen dağılmış çukurcuklar oluşturarak düzgün ve karakteristik bir yapı elde edilir.⁶⁶ Bu teknolojiye dayalı olarak geliştirilen ilk NiTi döner ege sistemi, HyFlex EDM'dir.⁶⁷

Üretim sürecinde, ultrasonik temizlik ve asidik çözeltide bekletme işlemlerinden önce ya da sonra, 300 °C ile 600 °C arasında değişen sıcaklıklarda 10 dakikadan 5 saate kadar ısıtım işlemi uygulanmaktadır. Bu yöntemin, EDM teknolojisi kapsamında üretilen eğelerin hem oda hem de vücut sıcaklığına yakın koşullarda döngüsel yorgunluğa karşı kırılma direncini artırdığı rapor edilmiştir.^{67,68} HyFlex EDM sisteminin, klasik NiTi, M-Wire ve CM-Wire ile karşılaştırıldığında, kırılmaya karşı daha dirençli olduğu; ancak CM-Wire ile benzer düzeyde esneklik sunduğu ve kök kanalın doğal yapısını takip ederek şekillendirme işlemini merkezde gerçekleştirdiği belirlenmiştir.^{58,68,69} Ayrıca, bu sistemin dikkat çeken bir diğer özelliği, kesici bölgesinde farklı geometrik kesitler içermesidir.⁴⁶

2.6. Kök Kanal Preparasyonunda Kullanılan NiTi Eğelerin Hareket Çeşitleri

NiTi döner eğelerin mekanik davranışlarını sistematik biçimde ele alan Xavier ve ark.⁷⁰ bu sistemlerin hareket dinamiklerini sürekli rotasyon, resiprokal, adaptif, eksentrik ve transaksiyel hareket olarak katagorize etmiştir.

Tablo 2. 1. Niti aletlerin hareket çeşitleri

Rotasyonel Hareket
Resiprokal Hareket
Kombine (Adaptif) Hareket
Eksantrik Döner Hareket
Transaksiyel Hareket

2.6.1. Rotasyonel Hareket

NiTi esaslı döner eğe sistemlerinin endodontik uygulamalarda kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, kök kanal tedavileri klinisyenler açısından daha öngörülebilir ve sistematik bir sürece dönüşmüştür. 1980'lerin sonlarında tanıtılan merkezi rotasyon hareketi, günümüzde pek çok NiTi sisteminin temel çalışma dinamiğini oluşturmaktadır. Bu sistemlerde, elektrikli motorlar ya da redüksiyonlu mikromotorlar aracılığıyla, eğelere kanal içerisinde tam devir (360°) yaptırılmaktadır.⁴⁶

2.6.2. Resiprokal Hareket

2008 yılında Yared, NiTi esaslı döner eğelerin alternatif bir kullanım biçimi olarak resiprokal hareket prensibiyle çalıştırılmasını önermiştir.⁷¹ Bu harekette, motor gücüyle çalışan sistemler eğeyi ardışık fakat simetrik olmayan açılarda önce bir yöne, ardından zıt yöne döndürmekte; böylece tam bir rotasyon hareketi birkaç adımda tamamlanmaktadır.⁴⁶ Bu teknik, endodontik uygulamalarda çeşitli avantajlar sunmaktadır.⁷² Öncelikle, yalnızca tek bir eğenin kullanılmasına dayalı olması, tedavi maliyetlerini azaltarak ekonomik açıdan avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, eğenin tek kullanımlık olması, prion gibi dirençli patojenlere bağlı olası çapraz kontaminasyon riskini ortadan kaldırmakta ve enfeksiyon kontrolüne katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte, döner eğelerin her vakada yalnızca bir kez kullanılmasına bağlı olarak eğelerde meydana gelen yapısal yorgunluk önemli ölçüde azalmakta, bu da klinik süreçte daha güvenli bir işlem yapılmasına olanak tanımaktadır.⁷²

2.6.3. Kombine Hareket (Adaptif Hareket)

Hem dairesel hem de salınımlı hareketin klinik avantajlarından eş zamanlı olarak yararlanmayı amaçlayan çeşitli firmalar (Ultradent, Sybron Endo, Easy ve J Morita) bu 2 hareket biçimini bir arada kullanabilen motor sistemleri ile döner eğeler geliştirmiştir. 2016 yılında tanıtılan “*The Genius*” adlı sistem, ilk aşamada resiprokal modda çalışarak kanal erişimini sağlarken, son aşamada ise tam rotasyon hareketiyle şekillendirme işlemini tamamlamaktadır.⁴⁶ SybronEndo tarafından geliştirilen TF Adaptive sistemi de bu 2 hareket formunu entegre eden yapısıyla öne çıkmaktadır. Bu sistemde kanal içerisindeki mekanik zorlanmaya bağlı olarak, saat yönünde ve ters yönde gerçekleşen hareket açıları, kullanıcı müdahalesine gerek kalmadan motor tarafından dinamik biçimde ayarlanmaktadır.⁷³

2.6.4. Eksentrik Döner Hareket

Bazı döner ege sistemleri, tasarımlarına özgü yapısal özellikler nedeniyle dönüş hareketini merkezden uzak bir eksen etrafında gerçekleştirir ve bu nedenle eksantrik ya da asimetrik hareket sergiler. Örneğin, asimetrik dikdörtgen kesit yapısına sahip ProTaper Next, 35 °C üzerindeki sıcaklıklarda yapısal form değiştirebilen XP-Endo Shaper ve değişken koniklik oranlarıyla dikkat çeken TruShape sistemleri, bu tip hareket örüntüsüne sahip döner ege sistemleri arasında yer almaktadır.⁴⁶

2.6.5. Transaksiyel Hareket

Re-Dent-Nova firması tarafından 2010 yılında geliştirilen Self-Adjusting File (SAF), hem kinetik davranışı hem de yapısal mimarisi açısından klasik döner ege sistemlerinden köklü biçimde ayrılan yenilikçi bir endodontik egedir. SAF, yaklaşık 1,5 mm çapında, içi boş, yüksek esneklik sağlayan ince duvarlı NiTi bir kafes formunda tasarlanmıştır. Konik-silindirik geometrisi sayesinde kök kanal duvarlarına hassas biçimde uyum sağlayarak, yüzeyle temas eden tüm bölgelerde aşındırıcı etkisini

eşzamanlı olarak gösterebilmektedir. Dönme hareketi yerine, ileri-geri yönlü kontrollü itme hareketi (gagalama) aracılığıyla şekillendirme işlevini yerine getirmekte, böylece karmaşık kanal anatomilerine nazik ama etkili bir müdahale imkânı sunmaktadır.^{46,74,75}

2.7. Mevcut Çalışmada Kullanılan Döner Eğe Sistemleri

2.7.1. Scope RS Narrow (SRN)

SRN döner eğeleri, kanal şekillendirme işlemlerinde rotasyonel hareket prensibiyle çalışan, modern endodontik sistemlerden biridir. Bu sistemde kullanılan eğeler, Gold ısıtma işlem teknolojisiyle tabi tutulmuş olup, bu işlem sayesinde hem kırılmaya karşı yüksek direnç hem de artırılmış kesme etkinliği hedeflenmiştir.⁷⁶ Üretici firmaya göre sistem, özellikle dar ve karmaşık kök kanalları için tasarlanmıştır. Bu seride sırasıyla N1 Opener (20/.08), N2 PathFile (17/.03), N3 Finisher (20/.04) ve N4 Finisher (25/.04) eğeleri yer almaktadır (Şekil 2). Üretici önerilerine göre, bu eğelerin etkinliği ve güvenliği için cihazın dakikada 300 rpm hızda ve 1.5-2 Ncm tork değerleri arasında çalıştırılması gerekmektedir.⁷⁶



Şekil 2. 2. Scope RS Narrow (Yozgat, Türkiye) döner eğeleri

N1 Opener, 20/.08 ölçüsünde olup, kanal giriş bölgesini genişletmek ve diğer eğeler için uygun bir yol hazırlamak amacıyla kullanılmaktadır. 14,5 mm aktif uzunluğa ve 19 mm toplam uzunluğa sahip olan bu eğenin uç çapı 0,19 mm'dir; son kesici bölümdeki çap ise 1,2 mm'ye kadar ulaşmaktadır. Eğenin tasarımı gereği, oldukça agresif bir eğim açısına sahiptir. Bu özellik, özellikle kanal girişinde hızlı genişleme sağlamada etkilidir.⁷⁶

N2 PathFile, 17/.03 ölçüsündedir ve kanal şekillendirme öncesinde etkili bir glide path oluşturmak amacıyla kullanılır. Ardından uygulanan N3 Finisher (20/.04) ve N4 Finisher (25/.04) eğeleri ile kanal şekillendirme işlemi tamamlanmaktadır. Bu ardışık sistem kullanımı sayesinde kanal formuna uyumlu, kontrollü ve verimli bir preparasyon sağlanabilmektedir.⁷⁶

2.7.2. T-endo MUST (TeM)

TeM, resiprokal hareket prensibiyle çalışan ve Türkiye'de yerli olarak üretilen ilk NiTi kök kanal eğesi olma niteliği taşımaktadır. Sistem, biri glide path oluşturmak, diğerleri ise kanal şekillendirmesi için olmak üzere toplam 4 egeden oluşmaktadır (Şekil 3): TG (13/.04), M25 (25/.06), M40 (40/.04) ve M50 (50/.04). TG eğesi 0,13 mm apikal çapa ve %4 koniklik açısına sahip olup, dar ve eğimli kanallarda hızlı ve etkin giriş yolu oluşturulmasına olanak tanımaktadır. M25, M40 ve M50 numaralı eğeler ise, “S” şeklinde kesit yapıları sayesinde kök kanal sisteminin verimli şekilde şekillendirilmesini sağlar.⁷⁷



Şekil 2. 3. T-endo MUST (Dentac, İstanbul, Türkiye) eğeleri

TeM eğeleri, TM-Wire adı verilen özel bir ısıtım teknolojisi kullanılarak üretilmekte olup; bu üretim yöntemi, eğelerin kırılmaya karşı direncini artırmakta ve yüksek eğimli kanallarda dahi esnekliğini muhafaza etmesini sağlamaktadır. Klinik kullanımda sistemin 300 rpm hız ve 4 Ncm torkta çalıştırılması önerilmektedir. Resiprokal hareket prensibine uygun olarak, saat yönünün tersine 160° ve saat yönünde 40° dönüş açılarıyla çalışmaktadır. Kanal genişletme işlemleri sırasında eğelerin 2 mm'lik yukarı-aşağı (pecking) hareketlerle ilerletilmesi tavsiye edilmektedir.⁷⁷

TG eğesi kare kesitli bir yapıya sahipken, M25, M40 ve M50 eğeleri “S” formunda kesitlere sahiptir. Bu kesitsel farklılık, özellikle şekillendirme sırasında kök kanal duvarlarından debris uzaklaştırılmasını kolaylaştırmakta ve irrigasyonla birlikte kanalların daha etkin biçimde temizlenmesini mümkün kılmaktadır. TeM sistemi, minimal invaziv şekillendirme ilkesine uygun olarak 0,04 ve 0,06 koniklik değerleriyle doku dostu bir yaklaşım sunmaktadır.⁷⁷

2.8. Ağrı

2.8.1. Ağrının Tanımı

Uluslararası Ağrı Araştırmaları Derneği (IASP), ağrıyı; var olan ya da gelişme ihtimali bulunan doku hasarına bağlı olarak ortaya çıkan, bireyde olumsuz bir duysal deneyime neden olan bir durum şeklinde tanımlamaktadır. Ağrı, doğası gereği kişiden kişiye değişen öznel bir yaşıntıdır ve bu nedenle subjektif bir fenomen olarak kabul edilir. Bireyler genellikle bu kavramla erken çocukluk dönemlerinde yaşadıkları yaralanmalar yoluyla tanışır. Bu bağlamda, ağrının doğru şekilde değerlendirilebilmesi için yalnızca fizyolojik süreçler değil, aynı zamanda bireyin psikososyal durumu ve çevresel etkileşimleri de dikkate alınmalıdır.⁷⁸

2.8.2. Postoperatif Ağrı

Endodontik tedaviyi takiben herhangi bir yoğunlukta hissedilen hoş olmayan ağrı deneyimi, literatürde postoperatif endodontik ağrı olarak tanımlanmaktadır.⁷⁹ Bu durum genellikle tedavi sürecinde periapikal bölgeye uygulanan mekanik, kimyasal ya da mikrobiyal iritanlara bağlı olarak gelişen akut periapikal inflamatuvar yanıt sonucu ortaya çıkmaktadır.⁸⁰ Kök kanal tedavisi sonrası postoperatif ağrının görülme sıklığının, hasta özellikleri ve değerlendirilen değişkenlere göre %3 ile %58 arasında değişebileceği çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir.¹

Postoperatif ağrının ortaya çıkışında etkili olabilecek faktörler arasında; işlemi uygulayan hekimin deneyim düzeyi, hastanın cinsiyeti, mevcut sistemik sağlık durumu, pulpal ve periapikal dokuların klinik durumu, tedavi öncesi ağrının varlığı ve şiddeti, kanal şekillendirme aşamasında tercih edilen ege sisteminin özellikleri, apikal açıklığın kontrolü, kullanılan irrigasyon protokolü ve obturasyon yöntemi gibi çok sayıda klinik değişken yer almaktadır.⁸¹

2.8.3. Postoperatif Ağrının Nörofizyolojisi

Zararlı uyaranların algılanması ve iletimi, periferden serebral kortekse kadar uzanan ve nosiseptif sistem olarak tanımlanan özel sinirsel ağlar aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bu süreçte, periferik düzeydeki noxious uyaranlar; miyelin kılıfı ince olan A-delta lifleri ile miyelinsiz C liflerinin, omuriliğin dorsal boynuz bölgesinde sonlanan özgül nosiseptörlerini uyararak sinirsel iletimi başlatır.⁸² Vücudun herhangi bir bölgesinde meydana gelen doku hasarı sonucunda uyarılan nosiseptörler, bu zararlı uyarıyı merkezi sinir sistemine iletmekle görevlidir. Bu sinirsel iletim yoluyla ilgili nöral yapılar, algılanan noxious uyarana karşı entegre bir yanıt geliştirir ve organizmada fizyolojik, biyokimyasal ve psikolojik düzeyde çeşitli savunma mekanizmalarının aktive olmasına neden olur. Bu karmaşık elektrokimyasal süreçlerin tümü *nosisepsiyon* olarak adlandırılmaktadır. Santral sinir sistemine iletilen impulslar sonucunda, trigeminal gangliondan çıkan afferent sinir lifleri çeşitli nöropeptitlerin salınımını tetikler. Oluşan bu sinyaller talamus üzerinden aktarılır ve buradan serebral kortekse iletilerek bilişsel düzeyde işlenir. Uyarının ağrı olarak algılanması, kortikal düzeyde gerçekleşir ve bireyin ağrıyı fark etmesi bu aşamada mümkün olur.⁸³

Ağrının sinir sistemi aracılığıyla algılanma süreci, 4 temel nörofizyolojik aşamada gerçekleşmektedir:⁸³

1. **Transdüksiyon:** Zararlı uyaranlar (mekanik, kimyasal veya termal) nosiseptörler tarafından elektriksel sinyallere dönüştürülür. Bu süreç, uyarının belirli bir eşik değeri aştığında, sinir uçlarındaki reseptörlerin aktive olmasıyla başlar.

2. **Transmisyon:** Oluşan elektriksel impulslar, periferik sinir sisteminde yer alan A-delta ve C tipi afferent lifler aracılığıyla omurilik dorsal boynuzuna iletilir; buradan da yukarı yönlü yollarla talamusa ve diğer üst merkezlere taşınır.

3. **Modülasyon:** Bu aşamada, omurilik düzeyinde sinyalin yoğunluğu çeşitli nörokimyasal araçlarla düzenlenebilir. Ağrılı uyarı, merkezi sinir sisteminin inhibitör veya fasilitatör etkileriyle baskılanabilir ya da güçlendirilebilir.

4. **Persepsiyon:** Üst merkezlere ulaşan sinyaller, bireyin bilişsel durumu, duygusal geçmişi ve çevresel faktörlerle birlikte yorumlanarak bilinçli ağrı deneyimine dönüşür. Ağrının subjektif algılanması bu aşamada gerçekleşir.

2.8.4. Postoperatif Ağrı Çeşitleri

2.8.4.1. Flare-up

Flare-up, endodontik tedavi sonrasında gelişen ve tipik olarak şiddetli ağrı ile ödemin eşlik ettiği akut inflamatuvar bir klinik tablodur. Bu durum, kök kanal tedavisini takiben birkaç saat ya da gün içerisinde ortaya çıkabilmekte ve sıklıkla hastanın planlanmamış şekilde tekrar hekime başvurmasına yol açmaktadır.^{31,84,85}

Flare-up, kök kanal tedavisinden sonra oluşabilen hafif ya da orta şiddetteki postoperatif ağrılardan farklı olarak, daha ciddi semptomlarla seyreden bir klinik durumdur. Nadir görülmekle birlikte, literatürde bildirilen prevalans aralığı %1.4 ile %16 arasında değişmektedir. Bu durumun gelişimi; ilgili dişte sinüs yolu ya da apse varlığı, işlem öncesi ağrının mevcudiyeti, hastanın cinsiyeti ve yaş gibi çeşitli bireysel ve klinik faktörlerden etkilenebilmektedir.^{84,86,87}

Kök kanal tedavisi sırasında periradiküler dokuların kimyasal, mekanik veya mikrobiyolojik etkenlerle travmatize edilmesi, flare-up gelişiminde rol oynayan temel nedenler arasında yer almaktadır.⁸⁸ Doku hasarını takiben inflamatuvar mediyatörlerin salınımı artış gösterir ve bu durum; vazodilatasyon, kemotaksis ve damar geçirgenliğinde artış gibi fizyopatolojik süreçleri tetikleyerek inflamasyonun başlamasına zemin hazırlar. İnflamatuvar yanıtın ortaya çıkışında etkili olan başlıca mediyatörler arasında vazoaktif aminler, prostaglandinler, lökotrienler, lizozomal enzimler ve sitokinler yer almaktadır.⁸⁹

Bu biyokimyasal araçlar yalnızca akut inflamasyonun değil, aynı zamanda periradiküler lezyonların gelişim sürecinde de önemli rol oynamaktadır.⁹⁰

İnflamatuvar sürecin bir sonucu olarak dokuya sızan eksuda, çevre dokularda hidrostatik basıncın artmasına yol açar. Bu basınç artışı, periferik sinir uçlarında mekanik kompresyon oluşturarak ağrının başlatılmasında rol oynar. Ayrıca, artan basınç periodontal sinir liflerinin uyarılma eşiğini düşürerek, ağrının algılanmasını kolaylaştırır ve şiddetini artırabilir.⁸⁸

Pulpa dokusu canlı olan dişlerde, tedavi sonrası akut alevlenme (flare-up) gelişme olasılığı, nekrotik pulpalı dişlere kıyasla oldukça düşüktür.⁸⁵ Ancak, endodontik girişim sırasında meydana gelen iatrojenik travmaların, var olan mikrobiyal yük ile birleşmesi durumunda, flare-up riskinin anlamlı biçimde arttığı bildirilmektedir.³¹

2.8.4.2. Kök Kanal Tedavisinden Sonra Meydana Gelen Postoperatif Ağrı

Endodontik tedavi sonrası ortaya çıkan postoperatif ağrının tamamen önlenmesi, mevcut tedavi protokollerine rağmen klinik açıdan hâlen önemli bir zorluk teşkil etmektedir.⁹¹ Literatürde bu tür ağrının insidansının %3 ile %58 arasında değiştiği belirtilmektedir ve bu geniş aralık, hasta profili, tedavi tekniği ve operatör farklılıkları gibi pek çok parametreyle ilişkili olabilir.⁹² Kök kanal tedavisini takiben periapikal bölgede gelişen inflamatuvar süreçler, postoperatif rahatsızlığın başlıca patofizyolojik nedenleri arasında yer almaktadır.⁸⁸ Psikolojik etmenlerin de bu algıyı modüle ettiği gösterilmiştir; özellikle anksiyete düzeyinin artmasıyla birlikte nosiseptif yolların uyarılabilirliğinin arttığı ve ağrının şiddetlenebileceği bildirilmiştir.⁹³ Ayrıca, seans sayısı, cinsiyet, yaş, kullanılan kök kanal şekillendirme sistemi, apikal kontrol düzeyi ve irrigasyon protokolü gibi hem bireysel hem de teknik değişkenlerin postoperatif ağrı profili üzerinde anlamlı etkiler oluşturabileceği vurgulanmıştır.⁹⁴

2.8.5. Postoperatif Ağrıyı Etkileyen Faktörler

Yaş: Hastanın yaşının postoperatif ağrı üzerindeki etkisi literatürde tartışmalı sonuçlar doğurmuştur. Bazı araştırmalar^{95,96} yaşlılarda, bazı araştırmalar^{97,98} ise gençlerde ağrının daha sık görüldüğünü söylemiştir. Bununla birlikte, bazı çalışmalar hastanın yaşı ile postoperatif ağrı oluşumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edememiştir.^{85,99}

Cinsiyet: Bazı çalışmalarda^{92,100} kadın hastaların erkeklere kıyasla tedavi sonrası daha fazla ağrı bildirdiği görülmüştür. Erkeklerdeki yüksek kortizol seviyesi ağrıyı azaltabilirken, kadınlardaki hormon değişimleri ağrıyı artırabilir. Bu durum, tedavi sonrası ağrının kişiye göre değişmesine neden olabilir.^{19,101} Öte yandan bazı araştırmalar^{92,102} cinsiyet ile tedavi sonrası ağrı arasında anlamlı bir ilişki olmadığını belirtmiştir.

Hastanın genel sağlık durumu: Sistemik hastalıkların postoperatif ağrı üzerindeki etkisi literatürde tartışmalı sonuçlar doğurmuştur. Bazı çalışmalar⁹⁵ sistemik hastalıkların ağrıyı artırabileceğini söylerken, bazı çalışmalar⁸⁵ bir ilişki bulmamıştır.

Endodontik tedavi öncesi ağrı varlığı: Tedavi öncesinde hissedilen ağrı, işlem sonrası ağrının sıklığını ve şiddetini etkileyebilebilmektedir.² Özellikle perküsyona duyarlı dişlerde tedavi uygulanan bireylerde, postoperatif ağrı görülme ihtimalinin daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.¹⁰³ Bu durum, tedavi sonrası ağrının öngörülebilirliğini artırmakta ve klinik müdahale planlamasında, işlem öncesi semptom varlığının dikkate alınmasını zorunlu kılmaktadır.¹⁰⁴

Diş tipi ve lokalizasyonu: Dişin dental ark üzerindeki lokalizasyonu, endodontik işlem sonrasında gelişebilecek ağrı düzeyini doğrudan etkileyebilen önemli bir klinik parametre olarak değerlendirilmektedir. Özellikle posterior bölgedeki dişlerde; kanalın apikal bölümüne ulaşmanın görece daha zor olması, kompleks kanal anatomilerine

(örneğin ekstra kanalların varlığı veya bifurkasyon gösteren kök morfolojisi) daha sık rastlanması, mandibular arka grup dişlerde kanal sistemlerinin dallanma eğilimi göstermesi ve bazı kanalların gözden kaçabilme olasılığı, posterior bölgeye ilerledikçe postoperatif ağrı yoğunluğunun artmasına zemin hazırlamaktadır.⁹² Ayrıca, mandibulaya ait dişlerde maksiller dişlere oranla daha fazla postoperatif rahatsızlık bildirildiği gözlenmiştir.⁹⁶ Bu durumun, mandibulanın daha kalın ve yoğun bir kortikal kemik yapısına sahip olması nedeniyle inflamatuvar eksudanın çevre dokularda oluşturduğu basıncın daha yüksek olmasına bağlı olabileceği düşünülmektedir.¹⁰⁵ Torabinejad ve ark.⁹⁵ postoperatif ağrının görülme sıklığı açısından en sorunlu diş gruplarının, öncelikli olarak mandibular kesici dişler olduğunu; bunu sırasıyla mandibular premolarların izlediğini rapor etmişlerdir.

İlaç kullanımı: Endodontik tedavi öncesinde nonsteroid antiinflamatuvar ilaçların (NSAİİ) profilaktik olarak kullanımı, tedavi sonrası gelişebilecek ağrının önüne geçilmesinde etkili bir strateji olarak değerlendirilmektedir. Bu farmasötik ajanlar, siklooksijenaz (COX) enzimlerinin işlevini inhibe ederek prostaglandin biyosentezini durdurur ve böylece ağrı iletim yollarını başlamadan önce bloke eder. Bu mekanizma sayesinde analjezik etki, ağrısız uyarının periferde algılanmasından önce ortaya çıkmakta ve hastada semptom gelişimi sınırlanabilmektedir.⁴

Nekrotik pulpalı ve periapikal patolojiye sahip dişlerde, postoperatif ağrıyı önlemeye yönelik olarak profilaktik antibiyotik kullanımının etkinliğine dair literatürde yer alan bulgular tutarsızlık göstermektedir. Antibiyotik ajanlar, yalnızca yeterli vaskülarizasyona sahip dokularda farmakolojik etki gösterebildiklerinden, kök kanal tedavisinden önce ya da tedavi sürecinde sistemik antibiyotik kullanımının klinik yarar sağlamadığı ve bu nedenle önerilmediği bildirilmektedir.¹⁰⁶

Pulpanın vitalitesi: Pulpa dokusunun canlılık durumu ile endodontik tedavi sonrasında gelişen ağrı insidansı arasındaki ilişkiye dair mevcut bilimsel kanıtlar, metodolojik sınırlılıklar nedeniyle kesin bir yargıya varmak için yetersiz kalmaktadır. Mevcut veriler, canlı pulpalı dişlerde gerçekleştirilen endodontik işlemlerin, tedavi sonrası daha düşük düzeyde ağrı ile sonuçlandığını ortaya koymuştur. Öte yandan periapikal lezyon varlığı ile birlikte seyreden, ancak klinik olarak semptom göstermeyen nekrotik pulpalı dişlerin, tedavi sonrası ağrının ortaya çıkması açısından en güçlü predispozan faktörlerden biri olduğu bildirilmiştir.¹⁰⁷

Endodontik tedavi sırasında vital pulpalı dişlerde periapikal dokuların mekanik ya da kimyasal iritasyonuna bağlı olarak prostaglandin, serotonin, histamin ve bradikinin gibi inflamatuvar mediatörlerin salınımında artış gözlenmektedir; bu durum, postoperatif dönemde ağrı oluşumunu tetikleyici bir faktör olarak değerlendirilmektedir.¹⁰⁸ Buna karşılık, devital pulpalı olgularda postoperatif ağrının daha sık rapor edilmesinin, apikal bölgede daha yoğun mikrobiyal kolonizasyonun varlığı ve periapikal kemik dokuda meydana gelen destrüksiyon alanlarının etkisiyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.¹⁰⁸

Periapikal lezyon varlığı: Marshall ve Liesinger¹⁰⁹ tarafından yürütülen çalışmada, radyografik olarak herhangi bir periapikal lezyon bulgusu olmayan hastalarda postoperatif ağrı sıklığının daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu bulgu, büyük periapikal lezyonların, mekanik ya da kimyasal kaynaklı travma sonrası oluşan İnflamatuvar mediatörlere karşı adeta biyolojik bir tampon işlevi görerek doku tepkisini sınırlayabileceğini düşündürmektedir.¹⁰⁶

ÇB: ÇB'nin doğru şekilde belirlenememesi, endodontik eğelerin fizyolojik apeksin ötesine geçmesine yol açarak periradiküler dokularda mekanik iritasyona neden olabilmektedir. Bu travmatik etkileşim, ilgili bölgede inflamatuvar mediatörlerin aktivasyonunu tetikleyerek akut inflamatuvar yanıtların gelişimine zemin hazırlayabilir.¹¹⁰

Rehber yol oluşturulması: Rehber yol, kanal ağızından fizyolojik apikal foramene uzanan düz bir tünel olarak tanımlanır. Kök kanal şekillendirilmesinden önce kök kanalı boyunca açık bir yol oluşturulması, post-operatif ağırı oluşumunu azaltabilir.¹¹¹

Enstrümantasyon tekniğı: Kök kanalındaki nekrotik dokular, mikroorganizmalar, dentin artıkları ve irigantlar, şekillendirme işlemi sırasında apikal bölgeyi açarak çevre dokulara ulaşabilir ve bu durum tedavi sonrası ağırının ortaya çıkmasına neden olabilir.¹¹² ÇB AF'den kısa tutulsa bile, uygulanan tüm enstrümantasyon yöntemlerinde belirli miktarda materyalin dışarıya taşabildiğı gösterilmiştir.^{113,114} Arias ve ark.¹¹⁵ geleneksel yöntemler ile gerçekteştirilen kök kanal tedavileri ile döner sistemlerin kullanıldığı tedavi protokollerini postoperatif ağırı yönünden karşılaştırdıkları çalışmalarında, döner eğe sistemlerinin daha düşük ağırı insidansı ile ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Step-back tekniğıyle kıyaslandığında, crown-down yaklaşımında enfekte dokuların koronal bölgeden başlanarak uzaklaştırılması sayesinde apikal bölgeye taşan debris miktarının azaldığı ve dolayısıyla bu tekniğın postoperatif ağırı insidansını azaltabileceğı bildirilmiştir.^{113,116,117}

İrigasyon tekniğı ve irigantları: Endodontik tedavilerde sık tercih edilen irigantlardan biri olan sodyum hipoklorit (NaOCl), apikal bölgeyi açarak çevre dokulara ulaştığında, sahip olduğı yüksek toksisite nedeniyle şiddetli postoperatif ağırıların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.¹¹⁸ Bu komplikasyonun şiddeti ve görölme sıklığı, kullanılan irigantın konsantrasyonuyla doğrudan ilişkilidir. Yapılan çalışmalar, %5,25 oranında NaOCl kullanımı sonrasında oluşan ağırının, %1,3'lük konsantrasyonla kıyaslandığında daha yoğun ve yaygın olduğunu göstermiştir.¹¹⁹

Medikaman kullanımı: Kök kanal sistemi içerisinde mikroorganizmaların varlığı, boşluğun tam anlamıyla dezenfekte edilememesi durumunda tedavi sonrası ağırının ortaya çıkmasına neden olabileceğı için klinik açıdan büyük önem taşımaktadır.¹²⁰

Bu bağlamda bakteriyel yükü azaltmak, dirençli bakterileri elimine etmek amacıyla antimikrobiyal etkili kanal içi ilaç kullanımı önerilmektedir.¹²¹ Kalsiyum hidroksitin $[Ca(OH)_2]$, sahip olduğu doku yenileyici ve mikrobiyal flora üzerindeki baskılayıcı etkileri sayesinde analjezik özellik gösterebileceği düşünülmektedir.⁸⁵

Seans sayısı: Kök kanal tedavisinde uygulanan seans sayısının postoperatif ağrı üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalarda, literatürde kesin bir görüş birliği bulunmamaktadır. Tek seansta tamamlanan endodontik işlemlerin, daha az klinik müdahale gerektirmesi, seanslar arası olası kontaminasyonun önlenmesi ve özellikle kaygı düzeyi yüksek hastalarda tedavi sürecini psikolojik olarak daha tolere edilebilir hâle getirmesi gibi bazı avantajları olduğu öne sürülmektedir. Ancak, bu yaklaşımla, kök kanal sisteminde yeterli mikrobiyal eliminasyonun sağlanamayabileceği ve buna bağlı olarak iyileşmenin gecikebileceği de dile getirilmektedir.¹²²

Kanal dolum tekniği ve kök kanal patı: Kök kanal dolgu patlarının, AF ve lateral kanal uzantıları aracılığıyla periapikal dokularla doğrudan temas kurabilmesi mümkündür. Bu temas sonucunda, ilgili materyallerin duyuşal nöronları uyararak inflamatuvar süreci tetikleyebileceği ve bu durumun postoperatif ağrının gelişimine katkıda bulunabileceği bildirilmektedir.¹²³ Ayrıca, çeşitli araştırmalar, kök kanal patlarının sertleşme sürecinde, periapikal dokular üzerinde kimyasal iritasyona neden olabilecek bazı bileşenlerin açığa çıkabileceğini ve bu maddelerin, periapikal bölgede lokal inflamatuvar yanıtların gelişmesine zemin hazırlayabileceğini ortaya koymuştur.^{124,125}

Oklüzal redüksiyon: Oklüzal redüksiyon, iltihaplı periapikal dokuların bulunduğu dişlerde oklüzal kuvvetlerin azaltılması yoluyla doku üzerindeki baskının hafifletilmesini sağlar ve böylece ilave periapikal irritasyonu önleyebilir. Aynı zamanda, aşırı duyarlı hâle gelen nosiseptörlerin mekanik uyarılara verdiği tepkiyi sınırlayarak ağrı ve hassasiyet düzeylerinde azalma sağlayabilir.¹²⁶ Özellikle radyografik olarak

herhangi bir periradiküler lezyon izlenmeyen, ancak işlem öncesi ağrı ve perküsyon hassasiyeti gösteren vital dişlerde, postoperatif ağrıyı azaltma amacıyla oklüzal düzeltme uygulanması klinik olarak önerilmektedir.¹⁰⁶

2.8.6. Postoperatif Ağrının Kontrolü

Ağrı kontrolü sürecinde, klinisyen tedavi planlamasını hastanın tıbbi geçmişi, mevcut sistemik hastalıkları ve kullanılan farmakolojik ajanlar gibi bireysel özelliklerini dikkate alarak kişiselleştirmelidir. Hazırlanan bu plan, endodontik tedavi ilkeleriyle birlikte hiperaljezi gelişim mekanizmalarını ve kanıta dayalı ağrı yönetim stratejilerini de kapsamlı bir şekilde içermelidir.¹²⁷

Postoperatif ağrının yönetiminde analjezik ilaçlar, farmakolojik etkilerinin hızlı başlaması ve sistemik uygulanabilirliklerinin kolaylığı nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Analjezik, antipiretik ve antiinflamatuvar özellikleri bünyesinde barındıran NSAİİ, günümüzde dental tedavilerde en yaygın kullanılan farmakolojik ajanlardan biri konumundadır.¹²⁸ Preoperatif^{129,130} veya postoperatif¹³¹ NSAİİ uygulamalarının postoperatif ağrıyı azalttığı bildirilmiştir.

Diğer yandan, antihistaminik ajanlar; inflamatuvar yanıtın başlıca kimyasal düzenleyicilerinden biri olan histaminin etkilerini inhibe ederek, endodontik girişim sonrasında ortaya çıkabilecek ödem, doku inflamasyonu ve ağrı semptomlarının baskılanmasında destekleyici bir farmakolojik yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.¹³²

2.8.7. Ağrı Değerlendirme Yöntemleri

Ağrı değerlendirmesinde yalnızca fizyolojik bileşenler değil, aynı zamanda bireyin öznel deneyimi de dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, hastanın kendi ifadesine dayalı ağrı bildirimi temel alınmalı ve değerlendirme süreci bu doğrultuda yapılandırılmalıdır. Zira ağrının algılanışı, tanımlanışı ve bireysel davranışsal tepkiler, kişiden kişiye önemli ölçüde farklılık gösterebilir. Ağrının subjektif bir semptom olması, klinisyenin hastayı

bütüncül bir bakış açısıyla ele almasını; kapsamlı bir anamnez almayı, düzenli klinik gözlemler yapmayı ve uygun değerlendirme araçlarını seçerek kullanmayı zorunlu kılmaktadır.¹³³ Günümüzde ağrı ölçümünde tek ve çok boyutlu ölçekler kullanılmaktadır.¹³⁴

Tablo 2. 2. Ağrı değerlendirme yöntemleri

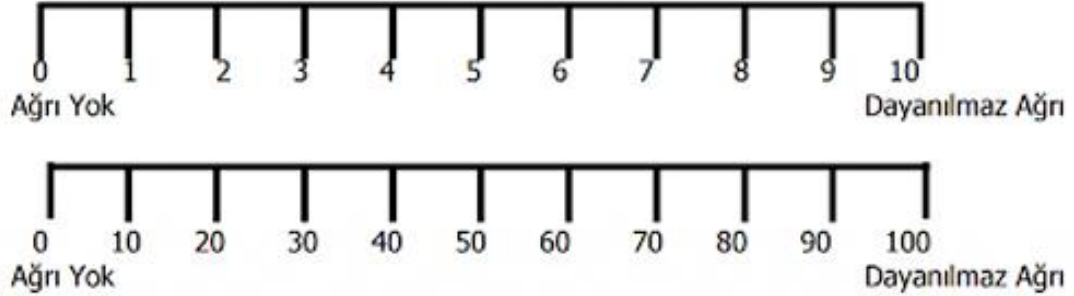
Tek Boyutlu Ölçekler	Çok Boyutlu Ölçekler
1. Görsel Analog Skala (GAS)	1. McGill Melzack Ağrı Soru Formu (MPQ)
2. Sözel Değerlendirme Ölçeği	2. McGill Ağrı Anketi'nin Kısa Formu (SF-MPQ)
3. Sayısal Değerlendirme Ölçeği	3. Wisconsin Kısa Ağrı Çizelgesi (BPQ)
4. Heft-Parker Görsel Analog Ölçeği (HPS)	
5. Yüz İfadesi Skalası (Face Pain Scale, FPS)	
6. Wong-Baker Yüz Ağrı Skalası	
7. Tam Kupa Testi (FCT)	

2.8.7.1 Tek Boyutlu Ağrı Değerlendirme Yöntemleri

Tek boyutlu ölçekler, ağrının yalnızca şiddetini ölçmeye yönelik olup, özellikle akut ağrı durumlarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, uygulanan tedavinin ağrı üzerindeki etkinliğini izlemek amacıyla da bu ölçeklere sıklıkla başvurulmaktadır.¹³³

Görsel Analog skala (GAS)

Bu skala 10 cm veya 100 mm uzunluğunda bir yatay çizgiden oluşur. Bu çizgi eşit aralıklar halinde bölünmüştür. Çizginin iki ucuna değerlendirilecek parametrenin iki uç tanımı yazılır ve hastadan bu çizgi üzerinde kendi durumunun hangi aralığa uygun olduğunu bir çizgi çizerek veya nokta koyarak veya işaret ederek belirtmesi istenir. Örneğin; ağrı için, çizginin sol ucuna ‘ağrı yok’, sağ ucuna ‘dayanılmaz ağrı’ yazılır. Hasta kendi ağrı durumunu çizgi üzerinde işaretler. Hastanın işaretinin sol uca uzaklığı ölçülür. Genellikle milimetre olarak ölçülen bu uzaklık “*puan*” olarak bildirilir.¹³⁵ GAS uygulamasından önce, hastaya skalanın amacı ve kullanım yöntemi ayrıntılı ve anlaşılır biçimde açıklanmalıdır. GAS yöntemiyle elde edilen verilerin bireyin kişisel algısına dayandığı ve bu nedenle tamamen subjektif nitelik taşıdığı göz önünde bulundurulmalıdır.¹³⁶



Şekil 2. 4. Görsel Analog Skala

Hartrick ve ark.¹³⁷ ile Risso ve ark.¹³⁸ çalışmalarında belirtildiği üzere, GAS, ağrı düzeyinin belirlenmesinde diğer ölçüm araçlarına kıyasla daha duyarlı ve uygun bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

GAS kullanımının klinik değerlendirmedeki avantajları;¹³⁹

-Ağrı şiddetinin nicel olarak ölçülmesinde, alternatif değerlendirme araçlarıyla kıyaslandığında, GAS'ın yüksek uygulanabilirlik ve pratiklik sunduğu rapor edilmiştir.

-Beş yaş ve üzeri pediatrik hasta gruplarında yürütülen çalışmalarda, GAS'ın kavramsal açıdan kolay anlaşılabilir olduğu ve hastalar tarafından rahatlıkla kullanılabildiği bildirilmiştir.

-Sözel ağrı skorlamalarıyla kıyaslandığında, tedavi etkinliğinin değerlendirilmesinde yeterli hassasiyete sahiptir.

-Ölçüm sonuçlarının gerektiğinde güvenilir biçimde tekrarlanabilir olması, GAS'ın longitudinal çalışmalar için uygun bir araç olmasını desteklemektedir.¹³⁹

GAS'ın diğer ağrı değerlendirme yöntemlerine kıyasla dezavantajları;

-Bazı bireylerin çizgi üzerinde işaretleme yaparken rastgele tercihlerde bulunması, değerlendirme sonuçlarında sapmalara yol açabilmektedir.

-Hastanın yorgun ya da iş birliği yapamaz durumda olması bu ölçümün yetersiz kalmasına sebep olmaktadır.

-Ağrı ölçümünün gerçekleştirildiği zaman dilimi, elde edilen sonuçlar üzerinde belirgin etkiler yaratabilmektedir. Bu nedenle, ağrı değerlendirmelerinin düzenli ve sabit aralıklarla yapılması önerilmektedir.

-Önceki ve sonraki ölçümlerin aynı çizgi üzerinde yapılması durumunda, hastanın önceki ağrı seviyesini hatırlaması, sonraki değerlendirme üzerinde yanlılığa sebep olabilmektedir.

-Yaşlı bireylerde, çizgi formunu algılama ve işaretleme sürecinde motor koordinasyon güçlükleri yaşanabilmekte, bu da GAS ile ağrı şiddetinin sağlıklı biçimde ölçülmesini zorlaştırmaktadır.

-Teknik uygulamalarda, formun baskı, çoğaltma ve kullanım süreçlerinde yaşanabilecek basit hatalar da (örneğin çizgi uzunluğundaki farklılıklar) ölçüm doğruluğunu olumsuz etkileyebilmektedir.¹³⁹

Sözel Değerlendirme Ölçeği (Vertebral Descriptor Scales, VDS)

VDS, basit yapılı tanımlayıcı bir ölçüm aracıdır. Bu ölçek, ağrıyı 4 seviyede sınıflandırarak derecelendirmektedir; ağrının bulunmaması '0', hafif düzeyde ağrı '1', orta şiddette ağrı '2' ve şiddetli ağrı '3' olarak puanlanmaktadır. Hastadan, yaşadığı ağrıyı en iyi tanımlayan ifadeyi bu kategoriler arasından seçmesi beklenmektedir.¹⁴⁰

Sayısal Değerlendirme Ölçeği (Numerical Rating Scale, NRS)

NRS'nin temel amacı, hastanın deneyimlediği ağrıyı sayısal ifadelerle tanımlamasını sağlamaktır. Bu ölçüm aracı, ağrının hiç hissedilmediği '0' noktasından başlayarak, dayanılması güç düzeydeki en şiddetli ağrıyı temsil eden '10' veya '100' değerine kadar derecelendirilir. Onluk sistem esas alındığında, 1 ile 4 arasındaki puanlamalar hafif ağrı düzeyini, 5 ve 6 orta şiddette ağrıyı, 7 ile 10 arasındaki skorlar ise yoğun şiddette hissedilen ağrıyı temsil etmektedir.¹⁴¹

Heft-Parker Görsel Analog Ölçeği (HPS)

Heft ve Parker¹⁴² geliştirdikleri görsel skala ile ağrıyı şiddetine göre 0 ila 170 mm arasında derecelendirerek; ağrısız durumdan hafif, orta ve şiddetli ağrıya kadar uzanan bir sınıflandırma sistemi ortaya koymuşlardır.

Yüz İfadesi Skalası (Face Pain Scale, FPS)

Ağrı değerlendirmesinde kullanılan bu ölçek, hafiften şiddetliye uzanan düzeylerde farklı yüz ifadelerinin yer aldığı görseller aracılığıyla ağrıyı tanımlamayı amaçlamaktadır. Bireyden, hissettiği ağrı düzeyine en yakın olan ifadeyi seçmesi beklenir. Özellikle çocuklar ile zihinsel veya dilsel iletişimde güçlük yaşayan bireylerin ağrı düzeyini ifade etmelerinde yaygın olarak tercih edilen bir yöntemdir.¹⁴³

Wong-Baker Yüz Ağrı Skalası

Skala, ağrının şiddetini gösteren farklı yüz ifadeleri içerir. Skaladaki yüzler, ağrısız bir durumu temsil eden gülen yüzden, en şiddetli ağrıyı gösteren ağlayan yüze kadar

sıralanır. Hastadan, hissettiği ağrıyı en iyi anlatan yüz ifadesini seçmesi istenir. Bu yöntem, özellikle çocuklarda ağrı düzeyini değerlendirmek için sıkça kullanılmaktadır.¹⁴⁴

Tam Kupa Testi (FCT)

Ergun ve ark.¹⁴⁵ tarafından tanımlanan FCT, bir bardak şekli üzerinden ağrı düzeyini göstermeye dayanan basit bir yöntemdir. Hastadan, ağrısı yoksa boş bir bardak, en şiddetli ağrı için ise tamamen dolu bir bardak çizmesi istenir. Eğer ağrı orta düzeydeyse, bardağın içine uygun bir seviyede yatay çizgi çizilir. Bu çizgiye göre ağrı düzeyi yüzde olarak hesaplanır.

2.8.7.2. Çok Boyutlu Bireysel Ağrı Değerlendirme Yöntemleri

Çok boyutlu ağrı değerlendirme ölçekleri, yalnızca ağrının şiddetini değil; aynı zamanda yerini, karakterini ve eşlik eden diğer özellikleri de belirlemeyi hedefler. Bu ölçekler, ağrıyı daha bütüncül biçimde ele alsalar da kullanım zorlukları ve değerlendirme süresinin uzunluğu nedeniyle klinik uygulamalarda sınırlı tercih edilmektedir. Bununla birlikte, özellikle kronik ağrı durumlarında, ağrının daha ayrıntılı değerlendirilmesine olanak sağlamaları açısından önemli katkılar sunabilecekleri düşünülmektedir.¹³³

McGill Melzack Ağrı Soru Formu (MPQ)

Melzack¹⁴⁶ tarafından geliştirilen McGill Ağrı Soru Formu (MPQ), ağrının duyuşsal, duygusal ve değerlendirmeye yönelik boyutlarını kapsayan çok boyutlu bir ölçüm aracıdır. Hastaların ağrılarını daha ayrıntılı şekilde tanımlayabilmeleri amacıyla çeşitli kelime grupları içerir ve bu ifadeler sayısal olarak puanlanabilir. MPQ, ağrının yapısını daha kapsamlı değerlendirmek için klinik ve araştırma ortamlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.¹⁴⁶

McGill Ağrı Anketi'nin Kısa Formu (SF-MPQ)

MPQ'nun klinik uygulamalar için daha pratik hâle getirilmiş bir versiyonudur. Kısa sürede uygulanabilmesi ve farklı hasta gruplarında kullanılabilirliği sayesinde, ağrı değerlendirmesinde sık tercih edilen geçerli ve güvenilir bir araçtır.¹⁴⁷

Wisconsin Kısa Ağrı Çizelgesi (BPQ)

BPQ, ağrının görülme sıklığını ve şiddetini belirlemek amacıyla kullanılan kısa ve pratik bir ölçektir. Kendi kendine uygulanabilir oluşu sayesinde çok sayıda hastaya kolaylıkla uygulanabilmektedir. Ancak, kısa yapısı nedeniyle ağrının zaman içindeki değişimlerini ayrıntılı şekilde izlemeye uygun değildir.¹⁴⁸

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu prospektif klinik çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu'ndan 2025/100 karar numarası ile etik onay alındıktan sonra, Mart 2025 - Mayıs 2025 tarihleri arasında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda yürütülmüştür. Katılımcıların seçimi ve tüm endodontik tedavi işlemleri, endodonti anabilim dalının klinik biriminde, Araştırma Görevlisi Dr. Muhammet Emin ÇAĞLAN tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.1. Örneklem Hesabı

Örneklem büyüklüğü hesabı, çalışmanın yeterli istatistiksel güce sahip olmasını sağlamak amacıyla G*Power yazılımı (sürüm 3.1.9.7) kullanılarak yapılmıştır. Bu analizde, "*Comparison of postoperative pain after foraminal enlargement of necrotic teeth using continuous rotary system and reciprocating instrument*" başlıklı çalışmadan elde edilen veriler kullanılmıştır. Verilere dayanarak, etki büyüklüğü (Cohen's d) 0,534 olarak hesaplanmış ve bu orta düzeyde bir etki büyüklüğüne işaret etmektedir. %80 güç ve 0.05 anlamlılık düzeyi kullanılarak bu çalışma için toplamda 116 katılımcıya ihtiyaç olduğu ve her bir grup için en az 58 katılımcı gerektiği belirlenmiştir.

3.2. Hasta Seçimi

3.2.1. Dahil Etme Kriterleri

- Çalışmaya katılmayı kabul eden hasta
- Sistemik olarak sağlıklı hasta
- Kanal tedavisi işlemi için koopere olabilecek hasta
- Zihinsel sağlığı yerinde olan hasta
- Düzenli olarak veri elde edilebilecek olan hastalar
- Hastaların yaşının 18'den büyük olması
- Mandibular vital premolar dişler

- İlgili dişinde kök maturasyonu tamamlanmış olan hastalar
- İlgili dişte 0,25 mm apikal çapta kanal tedavisi tamamlanabilecek hastalar
- Kanal tedavisi tek seansta tamamlanacak hastalar

3.2.2. Hariç Tutma Kriterleri

- Zihinsel engelli hasta
- Hastaların yaşının 18'den küçük olması
- Kanal tedavisi için kooperasyon gösteremeyen hastalar
- Düzenli olarak veri elde edilemeyecek olan hastalar
- Kanal tedavisi tek seansta tamamlanamayacak hastalar
- İlgili dişinde kök gelişimi tamamlanmamış hastalar
- İlgili dişte 0,25 mm apikal çapta kanal tedavisi tamamlanamayan hastalar
- Retreatment hastaları
- Hastanın sistemik herhangi bir rahatsızlığı olması (profilaksi gerektiren durumlar dahil)
- Kök kanal tedavisi öncesi 24 saat içinde herhangi bir analjezik ilaç alanlar ya da kortikosteroid ilaçların herhangi bir türünü kullananlar
- Kök kanal tedavisi öncesi son 1 hafta içinde antibiyotik kullanan hastalar
- Tedavi öncesi şişliği, palpasyon ağrısı bulunan hastalar
- İlgili dişte rezorpsiyon olan hastalar
- Generalize periodontitis varlığı olan hastalar
- İlgili dişte 3 mm'den fazla periodontal cep varlığı bulunan hastalar
- Kök kırığı, ankiloz ve patolojik mobilitesi olan dişler
- Kistik lezyon varlığı (sınırları belirgin radyoopak hat ile çevrili ve diğer dişlerde yer değişikliğine sebep olan lezyon)
- Hamile veya emziren anneler

Endodontik tedaviye başlanmadan önce tüm katılımcılar, uygulanacak işlemin amacı, yöntemi ve işlem sırasında ya da sonrasında ortaya çıkabilecek muhtemel komplikasyonlar hakkında ayrıntılı biçimde bilgilendirildi. Katılımın gönüllülük esasına dayandığı açıkça ifade edildi ve her bir bireyden, etik ilkeler doğrultusunda aydınlatılmış onam formu imzası alındı. İşlem öncesinde, araştırmaya dâhil edilen hastaların temel sosyodemografik bilgileri çalışma formuna kaydedildi (Tablo 3.1). İşlem sonrasında ise diş numarası, dişin tanısı, işlem süresi, işlem sırasında anestezi yapılıp yapılmadığı ve yapıldıysa uygulanan anestezi sayısı, kullanılan lokal anestezi türü, kullanılan eğe sistemi ve işlem sırasında rotary sistemle kullanılan son bitirme eğesi gibi veriler hekim tarafından çalışma formuna kaydedildi.

Tablo 3. 1. Çalışma formu 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:	
İşlem sırasında anestezi yapıldı mı? Evetse kaç adet:	☐ Hayır ☐ Evet 1 ☐ Evet 2 ☐ Evet 3
Kullanılan lokal anestezi:	
Kullanılan ege sistemi:	☐ T-endo MUST ☐ Scope RS Narrow
İşlem sırasında kullanılan rotary sisteminin son bitirilen egesi:	☐ 25/06 ☐ 25/04
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 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

İşleme başlamadan önce, hastalara GAS verildi ve bu ölçeğin kullanımı hakkında kapsamlı bir bilgilendirme yapıldı. Hastalara, GAS üzerindeki işaretlemenin amacı, yöntemi ve dikkat edilmesi gereken noktalar detaylı bir şekilde açıklanmış; soruları olan bireylerin ek açıklamalarla aydınlatılması sağlandı. Ardından, her hastadan işlem öncesinde mevcut ağrı düzeyini 0-100 arasında bir değer olarak ifade etmesi istendi. Skala üzerinde belirlenen skor işaretlendi. Böylece tedavi öncesi ağrı şiddetleri sistematik olarak kaydedildi.

Bunun yanı sıra, hastaların postoperatif süreçte yaşadıkları ağrı deneyimlerini daha ayrıntılı şekilde izleyebilmek amacıyla, her bir hastaya önceden hazırlanmış kapsamlı bir ağrı takip formu verildi (Tablo 3.2). Bu formda, hastalardan tedavi sonrası ilk 24 saat içerisinde, 48-72 saat aralığında, beşinci günde (3-5. gün arası) ve yedinci günde (5-7. gün arası) hissettikleri en yüksek ağrı düzeylerini kaydetmeleri istendi. Ayrıca, bu süre zarfında herhangi bir ağrı kesici ilaç kullanmaları durumunda, kullanılan ilacın türünü, dozajını ve kullanım günlerini ayrıntılı olarak belirtmeleri talep edildi. Ayrıca, ağrı kesici almadan önceki ağrı şiddetinin kaydedilmesi istendi.

Tablo 3. 2. Çalışma için 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				

Tüm hastalar, belirlenen kontrol seanslarına çağrıldı ve ağrı takip formları doğrudan araştırmacılar tarafından teslim alındı. Verilerin eksiksiz toplanmasını sağlamak amacıyla, formları teslim edemeyen ya da bilgilerinde eksiklik bulunan hastalara telefonla ulaşılarak gerekli ek bilgiler toplandı ve böylece veri kaybı minimize edildi. Elde edilen veriler çalışma formuna aktarıldı.

3.4. Kanal Tedavisi Protokolü

Tüm klinik işlemler, standardizasyonun sağlanması ve uygulama farklılıklarının en aza indirilmesi amacıyla, ilgili alanda deneyimli tek bir operatör tarafından, tek seansta gerçekleştirildi. Hastalara ait endodontik tanı, detaylı dental anamnez ile birlikte elde edilen preoperatif periapikal radyografilerin değerlendirilmesi sonucunda konuldu. Kök kanal tedavisine başlanmadan önce, ilgili dişlerin pulpal vitalitelerinin belirlenmesi amacıyla termal stimülasyona dayalı bir tanı yöntemi uygulandı. Bu kapsamda, Chloroethyl (Gebro Pharma GmbH, Fieberbrunn, Tirol, Avusturya) ile nemlendirilmiş pamuk pelet, tedavi planlanan dişin bukkal yüzeyinin orta üçlüsüne yerleştirilmiş ve

uygulanan soğuk uyarana karşı oluşan pulpal yanıt gözlemlenerek vitalite durumu klinik olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmaya alt çenede yer alan birinci ve ikinci premolar dişler dahil edilmiştir. Anestezi protokolünün tüm olgularda standart şekilde uygulanmasını sağlamak ve anestezi yönteminden kaynaklanabilecek olası postoperatif etkileri en aza indirmek amacıyla, tüm hastalara inferior alveolar sinir blokajı (mandibular blok anestezisi) uygulandı. Bu amaçla, %4 artikaine ve 1:100.000 epinefrin içeren lokal anestezi solüsyon (Ultracain DS Fort; Aventis İlaç A.Ş., İstanbul, Türkiye) kullanıldı. Tedavi edilecek diş rubber dam ile izole edildi. Mevcutsa çürük dokular ve eski restorasyonlar temizlendi. Endodontik giriş kavitesi, su soğutmalı elmas fissür frez kullanılarak açıldı. Daha sonra kanallara ilk olarak #10-15 K-tipi el eğeleri (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) yerleştirilerek Root ZX mini elektronik apeks bulucu (Woodpecker DTE dpex V apex, Medical Instrument Co. Ltd, Çin) ile kanal boyu tespit edildi. Apikal patensi, #08 numaralı K-tipi el eğesi kullanılarak, eğenin apeksin yaklaşık 0,5 mm ötesine pasif olarak ilerletilmesiyle sağlandı.

Tüm çalışma gruplarında çalışma boyunun belirlenmesinin ardından, kök kanalı %2,5 oranında NaOCl (Microvem AF, İstanbul, Türkiye) solüsyonu ile irrigate edildi. Bunu takiben, #15 numaralı K-tipi el eğesi yardımıyla, ilerleyen enstrümantasyon basamaklarına zemin hazırlayacak şekilde tekrarlanabilir nitelikte stabil bir glide path oluşturuldu. Kanal preparasyonu, iki ayrı grupta yerli üretim TeM ve SRN döner eğe sistemleri kullanılarak gerçekleştirildi. Kök kanal şekillendirme işlemleri, kullanılan döner enstrümantasyon sistemine bağlı olarak farklılık gösterdi ve her sistem için uygulanan preparasyon protokolleri aşağıda ayrıntılı şekilde açıklandı. Tüm gruplarda metodolojik bütünlüğü ve karşılaştırılabilirliği sağlamak amacıyla, apikal genişletmenin

son basamağında kullanılan ana eğe (master apical file) standart olarak #25 çapında 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, irrigantın güvenli ve etkili bir şekilde kanal boyunca yönlendirilmesi amacıyla 27 G kalınlığında lateral delikli irrigasyon iğnesi (Medic, Shanghai Carelife International Trading Co. Ltd., Çin) kullanıldı. İğne, çalışma uzunluğundan 2 mm geride konumlandırılarak, NaOCl'nin periapikal bölgeye taşma riski en aza indirildi. Irrigasyon yapılırken kanül bu alanda yukarı-aşağı hareket ettirildi. %2,5 oranında NaOCl (Microvem AF, İstanbul, Türkiye) ve %17'lik etilen diamin tetraasetik asit (EDTA) (Prime Dental, Maharashtra, Hindistan) ile son yıkama prosedürleri tamamlandı. Her iki solüsyon uygulaması arasında kanalda distile su kullanıldı.

Kök kanal boşluğu, 25 numaralı steril kâğıt kon ile kurutulduktan sonra, her bir döner eğe sistemine uygun olarak belirlenen ana gütta perka konları ve biyouyumlu kanal patı olan MTA CEM (Nexobio Co., Ltd., Seul, Güney Kore) kullanılarak tek kon tekniğiyle obturasyon işlemi gerçekleştirildi. Kök kanal tedavisinin tamamlanmasının ardından, kanal ağzında yer alan gutta-perka fazlalıkları ısıtılmış plugger yardımıyla kontrollü bir şekilde kesilerek uzaklaştırıldı. Pat artıkları uzaklaştırılarak mikrosızıntının önlenmesi ve kavite dezenfeksiyonunun sağlanması amacıyla, steril pamuk pelet yardımıyla kavite duvarlarının tüm yüzeylerine alkol uygulandı. Kanal ağzlarının kapatılmasında, ışıkla sertleşen rezin modifiye cam iyonomer yapısına sahip Ruby Liner (Ruby Dent, Gyeonggi-do, Güney Kore) isimli materyal tercih edildi. Ayrıca bu materyal, kavite içindeki restoratif alanı desteklemek ve koronal sızdırmazlığı artırmak amacıyla kavite tabanı olarak da kullanıldı. OMNICHROMA (Tokuyama Dental Corporation, Taitō-ku, Tokyo, Japonya) kompozit rezin ile daimi restorasyon yapıldı. Tedavi

yeterliliğini değerlendirmek amacıyla kontrol amaçlı postoperatif periapikal radyografik görüntüleme gerçekleştirildi.

Grup 1. SRN Sistemi ile Kök Kanal Preparasyonu Yapılan Grup

Tork kontrollü endodonti motoru (Ai; Woodpecker, Guilin, Çin) bu eğe iin üretici firma tarafından önerilen dakikada 300 devir (rpm) hızda ve 1.5-2 Ncm tork değerleri arasında kullanıldı. N1 Opener, N2 PathFile, N3 Finisher, N4 Finisher eğeleri sırasıyla rotasyon hareketiyle kullanıldı. Aşırı preparasyonu önlemek için çalışma uzunluğuna ulaştıktan sonra her eğe bir sonraki eğeyle değiştirildi.

20/.08 ölçüsündeki N1 Opener, kanal giriş bölgesini genişletmek ve diğer eğeler için uygun bir yol hazırlamak amacıyla kullanıldı. Tedavinin güvenli ve kolay hale gelmesini sağlamak amacıyla 17/.03 ölçüsündeki N2 PathFile eğelerle glide path oluşturuldu. Ardından uygulanan N3 Finisher (20/.04) ve N4 Finisher (25/.04) eğeleri ile kanal şekillendirme işlemi tamamlandı.

Grup 2. TeM Sistemi ile Kök Kanal Preparasyonu Yapılan Grup

Tork kontrollü endodonti motoru (Ai; Woodpecker, Guilin, Çin) bu eğe iin üretici firma tarafından önerilen dakikada 300 devir (rpm) hızda ve 4 Ncm tork değerleri arasında kullanıldı. TG eğesi ve M25 eğesi sırasıyla resiprokasyon hareketiyle kullanıldı. Resiprokal hareket prensibine uygun olarak, saat yönünün tersine 160° ve saat yönünde 40° dönüş açıları değerleri cihazda ayarlandı. Aşırı preparasyonu önlemek için çalışma uzunluğuna ulaştıktan sonra her eğe bir sonraki eğeyle değiştirildi.

Tedavinin güvenli ve kolay hale gelmesini sağlamak amacıyla 0,13 mm apikal çapa ve %4 koniklik açısına sahip olan TG eğesi ile glide path oluşturuldu. M25 eğesiyle şekillendirme tamamlandı. Kanal genişletme işlemleri sırasında eğeler 2 mm’lik yukarı-aşağı (pecking) hareketlerle ilerletildi. TeM eğesinin apikal ilerlemesinde artan dirençle karşılaşıldığında ve ilerleme için daha fazla vertikal kuvvet gerekmesi durumunda, eğe

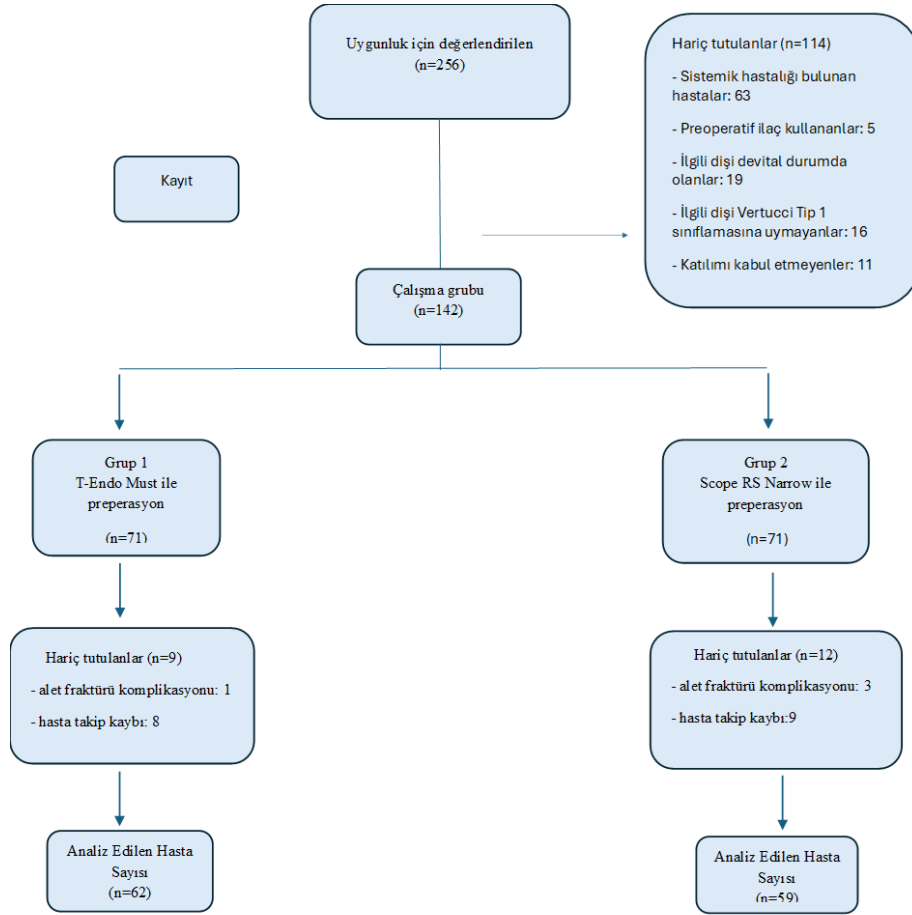
kanaldan dikkatlice geri çekildi ve yivleri boyunca birikmiş olan debris uzaklaştırıldı. Ardından kanal boşluğu, 2 mL %2,5'lik NaOCl solüsyonu ile irrigasyon işlemine tabi tutuldu. Bu aşamadan sonra #10 numaralı K-tipi manuel eğe, çalışma boyuna kadar ilerletilerek kanal lümeninde herhangi bir tıkanıklık olup olmadığı kontrol edildi. Takiben, eğe çıkarıldıktan sonra kanal tekrar aynı miktarda NaOCl ile yıkandı. Şekillendirmeye, seçilen TeM eğesi tespit edilen çalışma boyuna ulaşana kadar aynı şekilde devam edildi. Belirlenen çalışma boyuna ulaşıldığında ise, eğe sistemden uzaklaştırılarak işlem tamamlandı.

3.5. İstatistiksel Analiz

Çalışmada istatistiksel analizler Jamovi istatistik programı (Versiyon 2.3.28) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Demografik verilerin döner alet sistemlerine göre dağılımı, kategorik değişkenler için Ki-kare testi ile değerlendirilmiştir. Sadece işlem süresinin normal dağılım gösterdiği belirlenmiş ve bu değişkenin gruplar arasındaki farkı Student t-testi ile analiz edilmiştir. Ağrı verilerinin cinsiyet, yaş ve döner alet sistemlerine 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. Zaman içindeki ağrıların birbirleri ile karşılaştırılmasında ise Friedman testi ve Durbin Conover ikili karşılaştırma testi kullanılmıştır. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi $P < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışma kapsamında, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Kliniği'ne kanal tedavisi amacıyla başvuran toplam 256 hasta, çalışmaya uygunluk açısından değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda, sistemik hastalığı bulunan 63 hasta, preoperatif ilaç kullanımı olan 5 hasta, ilgili dişi vital olmayan 19 hasta, Vertucci Tip I kök kanal morfolojisine sahip olmayan 16 hasta ve çalışmaya katılmayı kabul etmeyen 11 hasta olmak üzere toplam 114 birey çalışma dışı bırakılmıştır. Kalan 142 hasta çalışmaya dahil edilmiş ve kullanılan döner ege sistemine göre iki eşit gruba ayrılmıştır: TeM sistemiyle preparasyon yapılan Grup 1 ($n = 71$) ve SRN sistemiyle preparasyon yapılan Grup 2 ($n = 71$). Takip sürecinde, Grup 1'de ege kırılması komplikasyonu nedeniyle 1 hasta ve takip kaybı nedeniyle 8 hasta dışlanmış; Grup 2'de ise 3 hasta ege kırılması komplikasyonu ve 9 hasta takip kaybı nedeniyle çalışmadan çıkarılmıştır. Bu doğrultuda, analizlerde Grup 1'den 62 hasta, Grup 2'den ise 59 hasta olmak üzere toplam 121 hasta değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmanın akış diagramı Şekil 4.1'de sunulmuştur.



Şekil 4. 1. Çalışmanın akış diyagramı

4.1. İki Farklı Döner Eğe Sisteminin Demografik Özelliklere Dağılımı

Çalışmaya toplam 121 birey dahil edilmiş olup, bunların 62'si TeM grubunda, 59'u ise SRN grubunda yer almaktadır. Katılımcıların cinsiyet dağılımı incelendiğinde, TeM grubunda %54,8 kadın ve %45,2 erkek birey bulunduğu; SRN grubunda ise %55,9 kadın ve %44,1 erkek birey yer aldığı görülmüştür. Cinsiyet açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,904$) (Tablo 4.1).

Yaş ortalaması TeM grubunda $38,0 \pm 12,0$, SRN grubunda ise $37,1 \pm 12,2$ olarak belirlenmiştir. Her iki gruptaki yaş aralıkları benzer olup, istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p = 0,694$) (Tablo 4.1).

Katılımcıların medeni durumu değerlendirildiğinde, TeM grubunda %69,4'ü evli, %30,6'sı bekar iken; SRN grubunda %67,8'i evli, %32,2'si bekar olarak belirlenmiştir. İki grup arasında medeni durum bakımından anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p = 0,854$) (Tablo 4.1).

Eğitim düzeyi açısından bakıldığında, TeM grubundaki bireylerin %37,1'i ilköğretim, %40,3'ü lise, %22,6'sı üniversite mezunu iken; SRN grubunda bu oranlar sırasıyla %27,1, %42,4 ve %27,1 olarak dağılmıştır. SRN grubunda ek olarak %3,4 oranında okuryazar olmayan birey yer almaktadır. Eğitim düzeyleri gruplar arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p = 0,345$) (Tablo 4.1).

Tedavi edilen diş numaraları incelendiğinde, TeM grubunda en çok 45 numaralı diş (%45,2), ardından 35 (%33,9), 34 (%12,9) ve 44 (%8,1) numaralı dişlere müdahale edilmiştir. SRN grubunda ise en sık 35 numaralı diş (%39,0) tedavi edilmiş olup, bunu 45 (%33,9), 44 (%15,3) ve 34 (%11,9) numaralı dişler takip etmiştir. Diş numaralarının dağılımı açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p = 0,464$) (Tablo 4.1).

İşlem süresi ortalaması TeM grubunda $50,6 \pm 13,9$ dakika, SRN grubunda ise $52,8 \pm 15,8$ dakika olarak hesaplanmıştır. İşlem süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı saptanmıştır ($p = 0,425$) (Tablo 4.1).

Gruplar arasındaki en belirgin fark ağrı kesici kullanımı açısından gözlenmiştir. TeM grubundaki bireylerin %12,9'u işlem sonrası analjezik kullanma gereksinimi duyarken, SRN grubundaki hiçbir birey ağrı kesici kullanmamıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0,004$) (Tablo 4.1).

Tablo 4. 1. İki farklı döner alet sisteminin demografik özelliklere dağılımı

	T-endo must (n=62)	Scope RS Narrow (n=59)	Toplam (n=121)	p değeri
Cinsiyet				0,904 ¹
Erkek	28 (45,2%)	26 (44,1%)	54 (44,6%)	
Kadın	34 (54,8%)	33 (55,9%)	67 (55,4%)	
Yaş				0,694 ²
Ortalama±SS	38,0±12,0	37,1±12,2	37,5±12,0	
Min-Maks	18–59	18–64	18–64	
Medeni Durum				0,854 ¹
Evli	43 (69,4%)	40 (67,8%)	83 (68,6%)	
Bekar	19 (30,6%)	19 (32,2%)	38 (31,4%)	
Eğitim				0,345 ¹
İlköğretim	23 (37,1%)	16 (27,1%)	39 (32,2%)	
Lise	25 (40,3%)	25 (42,4%)	50 (41,3%)	
Üniversite	14 (22,6%)	16 (27,1%)	30 (24,8%)	
Okur değil	0 (0,0%)	2 (3,4%)	2 (1,7%)	
Diş Numarası				0,464 ¹
34	8 (12,9%)	7 (11,9%)	15 (12,4%)	
35	21 (33,9%)	23 (39,0%)	44 (36,4%)	
44	5 (8,1%)	9 (15,3%)	14 (11,6%)	
45	28 (45,2%)	20 (33,9%)	48 (39,7%)	
İşlem Süresi				0,425 ²
Ortalama±SS	50,6±13,9	52,8±15,8	51,7±14,8	
Min-Maks	25–85	20–90	20–90	
Ağrı Kesici				0,004 ¹
Evet	8 (12,9%)	0 (0,0%)	8 (6,6%)	
Hayır	54 (87,1%)	59 (100,0%)	113 (93,4%)	

n (%), ¹Ki-kare testi, ²Student t-testi

4.2. Ağrı Şiddetlerinin Cinsiyete Göre Karşılaştırılması

Tüm zaman dilimlerinde ağrı şiddetlerinin cinsiyetlere göre dağılım verileri normal dağılım göstermemiştir ($P < 0,001$) (Tablo 4.2). Herhangi bir zaman diliminde cinsiyetler arasında operasyon sonrası ağrı açısından anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir ($P > 0,05$) (Tablo 4.3).

Tablo 4. 2. Ağrı şiddetlerinin cinsiyete göre karşılaştırılmasındaki verilerin normal dağılımının değerlendirilmesi

Zaman	Normalite testleri	İstatistik	p-değeri
Operasyon öncesi	Shapiro-Wilk	0,651	<,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,384	<,001
	Anderson-Darling	17,732	<,001
Operasyondan 1 gün sonra	Shapiro-Wilk	0,641	<,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,326	<,001
	Anderson-Darling	18196	<,001
Operasyondan 3 gün sonra	Shapiro-Wilk	0,493	<,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,440	<,001
	Anderson-Darling	26,595	<,001
Operasyondan 5 gün sonra	Shapiro-Wilk	0,344	<,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,441	<,001
	Anderson-Darling	28,897	<,001
Operasyondan 7 gün sonra	Shapiro-Wilk	0,186	<,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,492	<,001
	Anderson-Darling	37,624	<,001

Tablo 4. 3. Operasyon sonrası ağrının cinsiyetlere göre karşılaştırılması

Zaman	Cinsiyet	Ortalama	Standart Sapma	Ortanca	Minimum	Maksimum	p-değeri
Operasyon öncesi	Kadın	14,851	27,372	0	0	100	0,753 ¹
	Erkek	13,704	22,533	0	0	80	
Operasyondan 1 gün sonra	Kadın	13,09	22,088	0	0	80	0,243 ¹
	Erkek	9,352	20,49	0	0	80	
Operasyondan 3 gün sonra	Kadın	6,642	15,892	0	0	80	0,335 ¹
	Erkek	5,000	13,974	0	0	60	
Operasyondan 5 gün sonra	Kadın	4,254	14,675	0	0	80	0,142 ¹
	Erkek	1,204	6,932	0	0	50	
Operasyondan 7 gün sonra	Kadın	1,866	10,182	0	0	80	0,168 ¹
	Erkek	0,926	6,804	0	0	50	

¹ Mann-Whitney U testi

4.3. Ağrı Şiddetlerinin Yaşa Göre Karşılaştırılması

Tüm zaman dilimlerinde ağrı şiddetlerinin yaşa göre dağılım verileri normal dağılım göstermemiştir ($P < 0,001$) (Tablo 4.4). Herhangi bir zaman diliminde 35 yaş üstü ve altı arasında operasyon sonrası ağrı açısından anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4. 4. Ağrı şiddetlerinin yaşa göre karşılaştırılmasındaki verilerin normal dağılımının değerlendirilmesi

Zaman	Normalite testleri	istatistik	p-değeri
Operasyon öncesi	Shapiro-Wilk	0,698	< ,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,359	< ,001
	Anderson-Darling	14,44	< ,001
Operasyondan 1 gün sonra	Shapiro-Wilk	0,622	< ,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,317	< ,001
	Anderson-Darling	19,535	< ,001
Operasyondan 3 gün sonra	Shapiro-Wilk	0,473	< ,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,455	< ,001
	Anderson-Darling	28,438	< ,001
Operasyondan 5 gün sonra	Shapiro-Wilk	0,348	< ,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,446	< ,001
	Anderson-Darling	28,745	< ,001
Operasyondan 7 gün sonra	Shapiro-Wilk	0,224	< ,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,473	< ,001
	Anderson-Darling	33,244	< ,001

Tablo 4. 5. Operasyon sonrası ağrının yaşa göre karşılaştırılması

Zaman	Yaş	Ortalama	Standart Sapma	Ortanca	Minimum	Maksimum	p-değeri
Operasyon öncesi	>35	11,803	22,23	0	0	100	0,394 ¹
	≤35	16,917	27,909	0	0	100	
Operasyondan 1 gün sonra	>35	12,295	22,686	0	0	80	0,615 ¹
	≤35	10,533	20,125	0	0	70	
Operasyondan 3 gün sonra	>35	6,23	15,723	0	0	80	0,871 ¹
	≤35	5,583	14,412	0	0	60	
Operasyondan 5 gün sonra	>35	4,426	15,305	0	0	80	0,228 ¹
	≤35	1,333	6,756	0	0	50	
Operasyondan 7 gün sonra	>35	2,377	12,097	0	0	80	0,984 ¹
	≤35	0,5	2,715	0	0	20	

¹ Mann-Whitney U testi

4.4. Ağrı Şiddetlerinin Döner Eğe Sistemlerine Göre Karşılaştırılması

Tüm zaman dilimlerinde ağrı şiddetlerinin döner alet sistemlerine göre dağılım verileri normal dağılım göstermemiştir ($p<0,001$) (Tablo 4.6). Operasyondan sonraki üçüncü gün hariç diğer zaman dilimlerinde döner alet sistemleri arasında ağrı açısından bir fark elde edilmemiştir ($p>0,05$). Fakat üçüncü günde TeM, SRN'ye göre anlamlı derecede daha yüksek post operatif ağrı göstermiştir ($p=0,019$) (Tablo 4.6).

Tablo 4. 6. Ağrı şiddetlerinin döner alet sistemlerine göre karşılaştırılmasındaki verilerin normal dağılımının değerlendirilmesi

Zaman	Normalite testleri	istatistik	p-değeri
Operasyon öncesi	Shapiro-Wilk	0,698	< ,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,359	< ,001
	Anderson-Darling	14,44	< ,001
Operasyondan 1 gün sonra	Shapiro-Wilk	0,622	< ,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,317	< ,001
	Anderson-Darling	19,535	< ,001
Operasyondan 3 gün sonra	Shapiro-Wilk	0,473	< ,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,455	< ,001
	Anderson-Darling	28,438	< ,001
Operasyondan 5 gün sonra	Shapiro-Wilk	0,348	< ,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,446	< ,001
	Anderson-Darling	28,745	< ,001
Operasyondan 7 gün sonra	Shapiro-Wilk	0,224	< ,001
	Kolmogorov-Smirnov	0,473	< ,001
	Anderson-Darling	33,244	< ,001

Tablo 4. 7. Operasyon sonrası ağrının döner alet sistemlerine göre karşılaştırılması

Zaman	Döner alet sistemi	Ortalama	Standart Sapma	Ortanca	Minimum	Maksimum	p-değeri
Operasyon öncesi	t-endo must	10,806	20,51	0	0	70	0,138 ¹
	Scope	18,051	29,111	0	0	100	
Operasyondan 1 gün sonra	t-endo must	13,065	21,679	0	0	80	0,090 ¹
	Scope	9,695	21,115	0	0	80	
Operasyondan 3 gün sonra	t-endo must	8,306	17,39	0	0	80	0,019¹
	Scope	3,39	11,687	0	0	50	
Operasyondan 5 gün sonra	t-endo must	4,516	15,196	0	0	80	0,084 ¹
	Scope	1,186	6,717	0	0	50	
Operasyondan 7 gün sonra	t-endo must	2,419	12,002	0	0	80	0,432 ¹
	Scope	0,424	2,673	0	0	20	

¹ Mann-Whitney U testi

4.5. Operasyon Öncesi Ağrı Olup Olmamasının Operasyon Sonrası Oluşan Ağrıya Etkisinin İncelenmesi

Operasyon öncesinde ağrı yaşayan hastaların başlangıç ağrı skorları anlamlı olarak yüksekti (ortalama: $44,49 \pm 25,18$) ($p < 0,001$). Operasyon sonrası ilk gün, operasyon öncesi ağrı olmayan grupta ağrı skorları yükseldi ($10,02 \pm 20,14$), ancak iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ($p = 0,550$). Üçüncü günde ağrı skorları her iki grupta da düşme eğilimine geçti ve gruplar arası anlamlı farklılık oluşmadı ($p = 0,852$). Beşinci ($p = 0,928$) ve yedinci ($p = 0,988$) günlerde ağrı skorlarında düşüş devam etti ve gruplar arası fark anlamlı bulunmadı (Tablo 4.8).

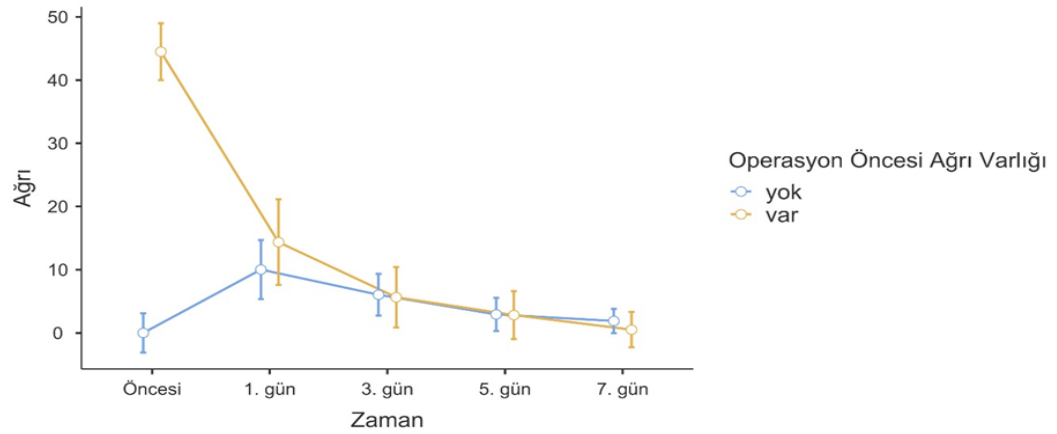
Her iki grupta da zaman içinde ağrı skorlarında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlemlendi (her iki grupta $p < 0,001$). Operasyon sonrası ağrı skorları, her iki grupta da

birinci günden sonra azalma eğilimindeydi, fakat 5 ve 7. Gündeki ağrılar arasında anlamlı bir farklılık elde edilmedi (Tablo 4.8).

Tablo 4. 8. Operasyon öncesi ağrının olup olmamasının operasyon sonrası ağrı ile ilişkisinin değerlendirilmesi

Zaman	Operasyon öncesi ağrı yok		Operasyon öncesi ağrı var		p-değeri
	Ortalama $\pm$ SS	Ortanca (Min-Maks)	Ortalama $\pm$ SS	Ortanca (Min-Maks)	
Operasyon öncesi	0 $\pm$ 0 ^a	0 (0 - 0) ^a	44,487 $\pm$ 25,178 ^a	35 (15 - 100) ^a	<,001 ¹
Operasyondan 1 gün sonra	10,024 $\pm$ 20,143 ^c	0 (0 - 80) ^c	14,359 $\pm$ 23,791 ^b	0 (0 - 80) ^b	0,550 ¹
Operasyondan 3 gün sonra	6,037 $\pm$ 15,29 ^b	0 (0 - 80) ^b	5,641 $\pm$ 14,653 ^c	0 (0 - 50) ^c	0,852 ¹
Operasyondan 5 gün sonra	2,927 $\pm$ 12,094 ^a	0 (0 - 80) ^a	2,821 $\pm$ 11,686 ^d	0 (0 - 70) ^d	0,928 ¹
Operasyondan 7 gün sonra	1,89 $\pm$ 10,56 ^a	0 (0 - 80) ^a	0,513 $\pm$ 2,512 ^d	0 (0 - 15) ^d	0,988 ¹
p-değeri	<,001		<,001		

1 Mann-Whitney U test, 2 Friedman test ve Durbin Conover ikili karşılaştırma test, farklı harfler sütun içi anlamlı farklılığı göstermektedir.



Şekil 4. 2. Operasyon öncesi ağrının varlığı ve yokluğuna göre zaman içindeki ağrı değişiminin gösterilmesi

5. TARTIŞMA

Endodontik tedavilerde klinik başarının temel belirleyicilerinden biri, yalnızca kök kanal sistemindeki enfekte dokuların tamamen elimine edilmesi değil, aynı zamanda hastanın tedavi sürecinde ve sonrasında yaşadığı konfor düzeyinin yüksek tutulmasıdır. Bu bağlamda, postoperatif ağrı; hastanın genel memnuniyetini, tedaviye olan uyumunu ve hekime olan güvenini doğrudan etkileyen, göz ardı edilmemesi gereken önemli bir klinik parametre olarak değerlendirilmektedir. Postoperatif ağrının ortaya çıkmasında; hastaya, dişe ve uygulanan endodontik tekniklere bağlı çok sayıda faktör rol oynamakta olup, özellikle kullanılan kök kanal şekillendirme sistemlerinin kinematik özellikleri bu sürecin seyrini belirleyebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, resiprokal ve sürekli rotasyon hareketiyle çalışan eğe sistemleriyle gerçekleştirilen kök kanal preparasyonunun ardından postoperatif ağrı varlığını değerlendirmektir. Çalışmanın sıfır hipotezi, rotasyon ve resiprokasyon hareketiyle çalışan iki farklı eğe sisteminin postoperatif ağrı açısından herhangi bir zaman diliminde farklılık göstermeyeceği yönündeydi. Ancak, 3. günde iki eğe sistemi arasında postoperatif ağrı açısından anlamlı farklılık görülmüş; bu nedenle sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Literatürde, NiTi döner eğe sistemleri ile gerçekleştirilen kök kanal tedavilerinin ardından gelişen postoperatif ağrıyı inceleyen çok sayıda çalışma mevcuttur.^{15-18,149,150} Ancak, mevcut çalışmada kullanılan SRN ve TeM sistemlerine ilişkin, postoperatif ağrı üzerine odaklanan herhangi bir klinik ya da deneysel çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönüyle çalışmamız, söz konusu iki sistemin endodontik tedavi sonrasında görülen ağrı profili üzerindeki etkilerini doğrudan karşılaştıran ilk çalışma olma niteliğini taşımaktadır.

Uluslararası Ağrı Araştırmaları Derneği (IASP), ağrıyı gerçekleşmiş ya da olası bir doku hasarı ile ilişkili olan, bireyin hem duyuşsal hem de emosyonel düzeyde hoş olmayan bir deneyimi olarak tanımlamaktadır.¹⁵¹ Ancak, ağrının algılanışı, bireyin fizyolojik duyarlılığının yanı sıra psikolojik durumu, kültürel yapısı ve önceki ağrı deneyimleri gibi birçok faktöre bağlı olarak subjektif bir biçimde şekillenmektedir.¹⁵²

Kök kanal tedavisinin başarısı, yalnızca biyolojik iyileşme ile sınırlı olmayıp, aynı zamanda hastada oluşabilecek postoperatif ağrıların en aza indirilmesiyle de doğrudan ilişkilidir. Endodontik müdahale sonrasında ortaya çıkan ağrı hem klinisyen hem de hasta açısından istenmeyen bir durumdur.¹⁵³ Literatürde, postoperatif ağrının görülme sıklığının %3 ile %58 arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu geniş varyasyonun; hasta özellikleri, uygulanan endodontik teknik, operatör deneyimi ve klinik protokollerdeki farklılıklar gibi çok sayıda parametreye bağlı olabileceği düşünülmektedir.⁹² Uygulanan seans sayısı, hastanın yaşı ve cinsiyeti gibi bireysel özelliklerin yanı sıra; kullanılan enstrümantasyon sistemi, apikal sınırın belirlenme şekli ve irrigasyon yöntemi gibi teknik faktörlerin de ağrı düzeyini etkileyebileceği vurgulanmaktadır.⁹⁴

Kemomekanik preparasyon, kök kanal tedavisinin temel ve en kritik aşamalarından biridir.³ Postoperatif ağrı, kök kanal preparasyonu sırasında dentin talaşı, pulpa kalıntıları ve irrigasyon solüsyonlarının periapikal dokulara taşınması sonucu gelişebileceği gibi, kanalın yetersiz genişletilmesine bağlı olarak da ortaya çıkabilmektedir. Bu durum, hastada tedaviye ve hekimine duyulan güvenin azalmasına yol açabilir.⁴ Preparasyon sırasında oluşan debrisin apikal bölgeye ekstrüzyonu, postoperatif ağrı ile doğrudan ilişkilidir.⁵ Gerçekleştirilen tüm kök kanal şekillendirme tekniklerinde apikal bölgeye bir miktar debris taşınımı gerçekleşmektedir.⁶ Apikal bölgeye taşınan debris; dentin talaşları, pulpa kalıntıları, mikroorganizmalar, nekrotik dokular ve irrigasyon solüsyonları gibi çeşitli bileşenlerden oluşabilir.⁷ Bu unsurlar,

postoperatif ağrı gelişimi ile birlikte tedavi başarısızlığının da olası nedenleri arasında değerlendirilmektedir.⁸

Bazı sistemik hastalıkların da endodontik tedavi sonuçlarını etkilediği yönünde çeşitli bulgular ortaya konmuştur. Hastaların dental müdahale öncesinde alınan sistemik öykülerinin, tedavi sürecinin yönlendirilmesinde belirleyici bir faktör olduğu vurgulanmıştır.¹⁵⁴ Marending ve ark.¹⁵⁵ bağışıklık sistemi disfonksiyonlarının hem primer kanal tedavilerinde hem de yeniden tedavi uygulamalarında başarı oranlarını düşürdüğünü belirtmişlerdir. Fouad'ın¹⁵⁶ gerçekleştirdiği bir çalışmada, diabetes mellitus (DM) gibi sistemik hastalıkların, endodontik enfeksiyonların progresyonunu hızlandırdığı ve tedavi yanıtını olumsuz etkilediği saptanmıştır. Ayrıca, Fouad ve Burleson¹⁵⁷ 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.¹⁵⁸ Hiperglisemiye bağlı olarak nötrofil fonksiyonlarındaki bozulma ve gecikmiş inflamatuvar yanıt, enfekte periapikal dokularda inflamasyonun uzamasına ve iyileşmenin gecikmesine neden olmakta¹⁵⁹; mikrovasküler dolaşım bozuklukları ve hipoksi ise dokulardaki ağrı eşiğini düşürmektedir.¹⁶⁰ Ayrıca, diyabete bağlı periferik nöropati, sinir uçlarında ektopik deşarjlara ve nöral hiperaktiviteye yol açarak postoperatif ağrının süresini ve şiddetini artırabilir.¹⁶¹ Sitokin dengesizliği ve proinflamatuvar ortam, dokularda bağışıklık hücrelerinden salınan interleokinler (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.¹⁶² Tüm bu faktörler,

diyabetik hastalarda endodontik işlemler sonrası görülen ağrının patofizyolojik zeminini oluşturarak, iyileşme sürecini olumsuz yönde etkiler.¹⁵⁸ Bununla birlikte, Anagha ve ark.¹⁶³ kontrollü Tip 2 DM hastaları ile diyabetik olmayan bireyler üzerinde yürüttükleri çalışmada, farklı seans uygulamalarından sonra postoperatif ağrı prevalansı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlememişlerdir. Bender ve Bender¹⁶⁴ yaptığı çalışmada, terapötik olarak kontrol altına alınmış Tip 2 DM vakalarında, periapikal doku iyileşmesinin diyabetik olmayan bireylerle karşılaştırılabilir düzeyde gerçekleştiğini göstermiştir. Öte yandan, Mindiola ve ark.¹⁶⁵ kardiyovasküler hastalıklar ile endodontik enfeksiyonların, inflamatuvar yanıtın başlatılmasında ve sürdürülmesinde benzer biyokimyasal aracı molekülleri kullandığını bildirmiş; bu paralellik doğrultusunda, sistemik kardiyovasküler hastalıkların endodontik iyileşme süreçlerini olumsuz yönde etkileyebileceğini ileri sürmüşlerdir. Wang ve ark.¹⁶⁶ ise, DM, hipertansiyon ve koroner arter hastalığı gibi sistemik komorbiditelerin, cerrahi müdahale gerektirmeyen yeniden endodontik tedavi uygulamalarında tedavi başarısını anlamlı şekilde düşürdüğünü ortaya koymuşlardır. Shahi ve ark.¹⁶⁷ ile Comparin ve ark.¹⁴⁹ farklı döner ege sistemlerinin kullanımını takiben gözlenen postoperatif ağrıyı değerlendirdikleri çalışmalarında, sistemik hastalığı bulunan bireyleri çalışma gruplarına dahil etmemiştir. Mevcut çalışmada da metodolojik bütünlüğü sağlamak ve sistemik hastalıkların tedavi sonuçları üzerindeki olası etkilerini önlemek amacıyla bu bireylerin çalışma kapsamı dışında bırakılmasına karar verilmiştir.

Preoperatif analjezik uygulamaları, endodontik tedavi sonrası gelişebilecek ağrının önlenmesine yönelik olarak sıklıkla başvurulmuş farmakolojik bir yaklaşımdır. Bu stratejinin etkinliği, analjeziklerin tedavi sonrası ortaya çıkabilecek inflamatuvar yanıtı modüle ederek nosiseptif uyarının şiddetini azaltabilme potansiyeline dayanmaktadır.¹⁶⁸ Postoperatif ağrının kontrol altına alınmasına yönelik çalışmalarda, profilaktik ajan

olarak çeşitli steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçlar (NSAİİ) kullanılmıştır. Bu amaçla ibuprofen¹⁶⁹⁻¹⁷¹, tenoksikam¹⁷¹, piroksikam¹⁷², rofekoksib¹⁶⁹, indometasin¹⁷⁰ ve ketorolak¹⁷³ gibi farklı farmakolojik ajanların etkinliği araştırılmıştır. Benzer şekilde, deksametazon, betametazon ve prednizolon gibi çeşitli kortikosteroid ajanlar da kök kanal tedavisini takiben gelişen ağrının önlenmesi amacıyla incelenmiştir.¹⁷⁴ Bu çalışmanın sonuçları,¹⁷⁴ preoperatif kortikosteroid kullanımının, postoperatif ağrı insidansını ve şiddetini azaltmada etkili bir yaklaşım olabileceğini göstermiştir. Morse ve ark.¹⁷⁵⁻¹⁷⁷ tarafından yapılan bir dizi araştırmada, sistemik antibiyotik kullanımının alevlenme vakalarında postoperatif ağrıda azalma meydana getirdiği bildirilmiştir. Comparin ve ark.¹⁴⁹ tarafından yürütülen çalışmada uygulanan protokole benzer şekilde, bu çalışmaya son bir hafta içerisinde analjezik, antiinflamatuvar veya antibiyotik kullanmamış bireyler dahil edilmiştir. Bu sayede, söz konusu ilaçların postoperatif ağrı üzerindeki potansiyel etkileri elimine edilmiştir.

Endodontik tedavi sırasında vital pulpalı dişlerde periapikal dokuların mekanik ya da kimyasal iritasyonuna bağlı olarak prostaglandin, serotonin, histamin ve bradikinin gibi inflamatuvar mediatörlerin salınımında artış gözlenmektedir; bu durum, postoperatif dönemde ağrı oluşumunu tetikleyici bir faktör olarak değerlendirilmektedir.¹⁰⁸ Buna karşılık, devital pulpalı olgularda postoperatif ağrının daha sık rapor edilmesinin, apikal bölgede daha yoğun mikrobiyal kolonizasyonun varlığı ve periapikal kemik dokuda meydana gelen destrüksiyon alanlarının etkisiyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.¹⁰⁸ Gambarini ve ark.¹⁷⁸ kök kanal tedavisi sırasında enfekte debrisin periapikal bölgeye taşınmasının, postoperatif ağrının temel etiyolojik faktörlerinden biri olduğunu bildirmiştir. Siqueira³¹ mekanik preparasyon esnasında apikal bölgeye taşınan mikroorganizmaların hem miktarının hem de virülans düzeyinin, gelişen periapikal inflamasyonun şiddetinde belirleyici rol oynadığını vurgulamıştır. Öte yandan, Seltzer ve

Naidorf⁸⁸ tarafından yapılan değerlendirmelerde, enfekte dişlerde kök kanal tedavisi sonrasında postoperatif ağrı gelişiminin, sinüs yolu varlığı, periapikal lezyonun boyutu gibi çeşitli patolojik parametrelerle yakından ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Bazı çalışmalar, periapikal bölgede mevcut lezyonların neden olduğu kemik rezorpsiyonunun, postoperatif ağrıya yol açabilecek basıncı azaltarak ağrı şiddetini hafifletebileceğini ortaya koymuştur.^{87,105} Gotler ve ark.¹⁷⁹ tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada ise, kök kanal tedavisi sonrası gözlemlenen postoperatif ağrının vital pulpalı dişlerde, nekrotik pulpalı dişlere veya retreatment uygulanan vakalara kıyasla daha sık ve daha şiddetli olduğu bildirilmiştir. Öte yandan, İnce ve ark.¹⁸⁰ tarafından yapılan çalışmada, kök kanal tedavisi sonrasında vital pulpalı dişlerin, devital pulpalı dişlere kıyasla daha düşük postoperatif ağrı skorları sergilediği rapor edilmiştir. Mevcut çalışmada standardizasyonu sağlamak amacıyla yalnızca vital dişler değerlendirmeye alınmıştır.

Edionwe ve ark.¹⁸¹ tek köklü dişlerin, molar dişlere kıyasla daha geniş ve tahmin edilebilir bir kök kanal anatomisine sahip olduğunu bildirmiştir. Literatürde, kök kanal tedavisi sırasında meydana gelen apikal ekstrüzyonun değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda da, benzer şekilde, tek köklü ve tek kanallı premolar dişlerin kullanıldığı dikkat çekmektedir.^{182,183} Buna rağmen postoperatif ağrıya odaklanan birçok çalışmada da premolar ve molar dişlerin tercih edildiği bildirilmektedir.^{184 15,16} Grossman çok köklü dişlerde kanallardan birinin vital, diğerinin devital olduğu durumlarda, vitalite testlerinin güvenilirliğinin önemli ölçüde azaldığını belirtmiştir.¹⁸⁵ Dummer ve ark.¹⁸⁶ ise, geniş pulpa odasına sahip molar dişlerde, kök kanal sisteminin herhangi bir bölgesinde bulunan nekrotik doku artıkları nedeniyle, komşu vital dokulara elektrik akımının iletilebileceğini ve bunun sonucunda vitalite testlerinde yanlış pozitif sonuçlar elde edilebileceğini rapor etmiştir. Mevcut çalışmada bu gibi limitasyonlara sahip olan molar dişleri yerine, standardizasyonu sağlamak ve veri

doğruluğunu artırmak amacıyla, tek köklü ve tek kanallı yapıya sahip mandibular premolar dişler tercih edilmiştir. Böylece, klinik sonuçlar üzerinde anatomik farklılıkların yaratabileceği olası yanlılıklar azaltılmış ve postoperatif ağrıya ilişkin bulguların daha objektif biçimde yorumlanabilmesi hedeflenmiştir.

Foraminal genişletmenin hangi düzeyde yapılması gerektiği konusu literatürde hâlâ tartışmalıdır.¹⁸⁷ Bazı araştırmacılar, daha geniş çapta gerçekleştirilen foraminal genişletmenin, kök kanal dezenfeksiyonu için gerekli bir ön koşul olduğunu öne sürmüştür.¹⁸⁷ Enfekte dentinin etkili şekilde uzaklaştırılabilmesi amacıyla foraminal bölgenin 0.30 mm ile 0.40 mm arasında genişletilmesi gerektiğini savunan çalışmalar bulunmaktadır.^{188,189} Öte yandan, bakterilerin etkin biçimde elimine edilebilmesi için foraminal genişletmenin 0.45 mm, 0.60 mm ya da 0.80 mm'ye kadar çıkarılması gerektiğini bildiren araştırmalar da mevcuttur.¹⁹⁰⁻¹⁹² Diş dokusunun korunması ve obturasyon materyallerinin kök dışına taşmasının önlenmesi amacıyla minimal düzeyde foraminal genişletme yapılmasını savunan çalışmalar da mevcuttur.^{193,194} Yared ve Dagher¹⁹⁵ tarafından yapılan bir çalışmada, 0.25 mm çapında foraminal genişletmenin, rezidüel bakteri miktarını azaltma bakımından 0.40 mm'lik genişletme kadar etkili olduğu bildirilmiştir. Aşırı foraminal genişletmenin, basamak oluşumu, perforasyon ve apikal transportasyon gibi komplikasyonlara yol açarak dişin yapısal bütünlüğünü zayıflatabileceği bildirilmiştir.^{196,197} Yu ve Schilder¹⁹⁸ final şekillendirmenin mümkün olduğunca küçük çaplı bir foraminal açıklığa ve süreklilik gösteren bir konikliğe sahip olması gerektiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Buchanan¹⁹⁹ da foraminal bölgenin en dar çapta tutulmasının gerekliliğini vurgulamış ve pek çok olguda 0,20 mm'lik apikal genişliğin yeterli olduğunu ifade etmiştir. Bu literatür bulguları doğrultusunda, mevcut çalışmada kanal tedavisi uygulanan dişlerde foraminal bölgenin 0,25 mm çapında genişletilmesi tercih edilmiştir. Bu yaklaşım, dişin yapısal bütünlüğünü koruyarak, tedavi

etkinliğini artırmayı ve minimal invaziv bir preparasyon stratejisi benimsemeyi hedeflemiştir.

Günümüzde, tek seanslı kök kanal tedavilerine yönelik ilginin artış göstermesinin temelinde, başarısızlık ve komplikasyon oranlarının çok seanslı tedavi protokolleri ile karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık göstermediğinin ortaya konması yatmaktadır.^{200,201} Endodontik tedavilerde tek seans uygulamaların başarısını artırmada; klinisyen deneyimi, uygun olguların seçilmesi, tedaviye yeterli sürenin ayrılması ve kanal sisteminin yeterli preparasyon ve irrigasyon ile biyomekanik olarak optimize edilmesi belirleyici faktörler olarak öne çıkmaktadır.²⁰² Tek seanslı kök kanal tedavilerinin, çeşitli klinik ve hasta odaklı avantajlar sunduğu bildirilmektedir. Bu yaklaşım, seanslar arasında oluşabilecek bakteriyel sızıntı ve alevlenme riskinin azaltılmasına katkı sağlamakta; ayrıca tedavi sürecinin daha ekonomik hale gelmesine imkan tanımaktadır. Bunun yanı sıra, kanal içerisine yerleştirilen medikamentlerin neden olabileceği immün reaksiyonların önlenmesi, estetik kaygıların daha hızlı giderilebilmesi, geçici koronal restorasyon uygulaması ve bu restorasyonun kaldırılması gibi işlemlerin doğurabileceği zaman kayıplarının en aza indirgenmesi gibi önemli avantajlar sunmaktadır. Ayrıca, hastaların tedavi sürecini daha kolay tolere edebilmesi de tek seanslı endodontik protokollerin tercih edilmesinde etkili bir faktör olarak değerlendirilmektedir.^{87,203-205} Öte yandan, tek seanslı kök kanal tedavilerinin belirli dezavantajlarının da bulunduğu bildirilmiştir. Tedavi sonrası gelişebilecek flare-up benzeri akut alevlenmelere karşı etkin yönetimin güçleşmesi, bu yöntemin sınırlayıcı yönleri arasında yer almaktadır.²⁰⁶⁻²⁰⁸ Seans sayısının postoperatif ağrıya etkisini araştıran çeşitli çalışmalar, tek seanslı ve çok seanslı kök kanal tedavileri sonrasında ağrı sıklığı ve şiddeti bakımından klinik olarak anlamlı bir farklılık saptamadıklarını ortaya koymuştur.^{85,209,210} Aynı doğrultuda, Topçuoğlu ve ark.²¹¹ tarafından yürütülen çalışmada da, tek seans veya çok seanslı

endodontik tedavi sonrası gelişen postoperatif ağrı insidansı ve şiddeti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmemiştir. İnce ve ark.¹⁸⁰ tarafından yürütülen ve 306 diş üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, tek ve çok seanslı kök kanal tedavilerinden sonra oluşan postoperatif ağrı değerlendirilmiş; tek seansta tamamlanan tedaviler sonrasında ağrı insidansının anlamlı şekilde daha düşük olduğu bildirilmiştir. Rao ve ark.²¹² tarafından nekrotik pulpalı anterior dişler üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, kök kanal tedavileri tek veya iki seansta tamamlanmış ve postoperatif ağrı düzeyleri karşılaştırılmıştır. Tek seansta tedavisi tamamlanan grupta ağrı insidansının daha düşük olduğu gözlemlenmesine rağmen, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ayrıca, her iki grupta da hastaların çoğunluğu, tedavi sonrası 7. günden itibaren ağrı şikayetinin ortadan kalktığını bildirmiştir. Yoldaş ve ark.²¹³ tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, kanal içi medikament uygulaması ile iki seansta tamamlanan kök kanal tedavilerinin, postoperatif ağrının azaltılmasında tek seanslı tedavilere kıyasla daha etkili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, aynı çalışmada retreatment vakalarında flare-up insidansının da iki seanslı protokollerle anlamlı şekilde azaldığı ortaya konmuştur. Xavier ve ark.²¹⁴ tarafından yürütülen bir çalışmada, hem tek seanslı hem de çok seanslı kök kanal tedavilerinin, kanal içi bakteri ve endotoksinlerin eliminasyonunda etkili olduğu gösterilmiştir. Ancak, endotoksinlerin inaktivasyonu açısından değerlendirildiğinde, çok seanslı tedavi protokollerinin tek seanslı uygulamalara kıyasla daha üstün olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada, geçici koronal restorasyon kaynaklı mikrosızıntı ile intrakanal medikament uygulamalarının postoperatif ağrıyı tetikleyebilecek potansiyel etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla Comparin ve ark.¹⁴⁹ 'nın çalışmalarına benzer şekilde tüm kök kanal tedavi işlemleri tek seansta tamamlanmıştır.

Alaçam,²¹⁵ endodontik tedaviyi gerçekleştiren operatör sayısının, postoperatif ağrı üzerinde etkili olabilecek bir değişken olduğunu ileri sürmüştür. Bu nedenle, mevcut çalışmada operatör kaynaklı değişkenliği ortadan kaldırmak ve prosedürel standardizasyonu sağlamak amacıyla tüm tedavi uygulamaları endodonti uzmanlık eğitiminin üçüncü yılındaki bir klinisyen tarafından gerçekleştirilmiştir.

Klinik araştırmalar, endodontik tedavi sırasında ve sonrasında ortaya çıkan ağrı ile hastalarda gelişen anksiyete düzeyleri arasında güçlü bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur.⁹⁵ Bu çalışmada, vital pulpalı dişlerin tedavi edilmesi nedeniyle tüm hastalara işlem öncesinde lokal anestezi uygulanmıştır. Anestezi uygulamasının ardından mevcut ağrının baskılanması ve işlem sırasında oluşabilecek ağrı hissinin önlenmesinin, hastalarda gözlenen anksiyete düzeyinin azalmasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Kök kanal tedavisi sırasında lastik örtü kullanımı, çapraz enfeksiyon kontrolünün sağlanması, bakteriyel kontaminasyonun önlenmesi ve tedavi etkinliğinin artırılması açısından önemli avantajlar sunmaktadır.²¹⁶ Hava basıncıyla çalışan dental aletlerin kullanımı, genellikle bakteri ve kanla kontamine olabilen aerosol ve damlacıkların oluşumuna yol açmakta; bu aerosoller kızamık, tüberküloz, SARS, hepatit ve AIDS gibi enfeksiyöz hastalıkların bulaşmasında potansiyel bir taşıyıcı rol üstlenebilmektedir.²¹⁷ Lastik örtü izolasyonu, hastanın orofarenksine alet, irrigasyon solüsyonu, ilaç veya dental materyal parçalarının aspirasyonu ya da yutulması riskini etkili bir şekilde önlemektedir.²¹⁸ Ayrıca, literatürde lastik örtü kullanılmamasının tedavi başarısını olumsuz etkilediği ve hastayı materyal ya da alet aspirasyonu/yutma riskiyle karşı karşıya bıraktığı gösterilmiştir.²¹⁶ Bu çalışmada, aseptik zincirin korunması ve olası çapraz enfeksiyonların önlenmesi amacıyla, tüm hastalarda lastik örtü kullanılarak izolasyon sağlanmıştır.

Çalışma uzunluğunun doğru belirlenememesi, endodontik aletlerin apeksi aşmasına ve periradiküler dokularda mekanik irritasyona yol açarak inflamatuvar yanıtların gelişmesine neden olabilir.¹¹⁰ Kök kanal tedavisi sırasında çalışma uzunluğunun belirlenmesinde, radyografik yöntemler ve elektronik apeks bulucular (EAB) klinisyenler tarafından en sık tercih edilen teknikler arasında yer almaktadır.²¹⁹⁻²²¹ Günümüzde EAB'ler, endodontik prosedürlerde çalışma uzunluğunu tayin etmek için en güvenilir yöntem olarak kabul edilmektedir.^{222,223} Geleneksel radyografik yöntemlerle karşılaştırıldığında, EAB kullanımı daha hızlı sonuç vermekte ve hastayı iyonize radyasyona maruz bırakma gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır.²²² Majör foramen (MF), kök kanalının primer çıkış noktası iken, apikal daralım (AD) kanalın en dar çapını temsil etmektedir. Endodontik tedavi prosedürlerinde, apikal daralım ideal apikal sınır olarak önerilmektedir.²²⁴ Geleneksel iki boyutlu radyografik görüntüleme yöntemlerinin sınırlamaları nedeniyle, MF ve AD'nin doğru tespiti bu tekniklerle güçleşmektedir.²²⁵ Buna karşın, modern elektronik apeks bulucular, apikal sapmalar veya anatomik üst üste binmelerden etkilenmeden, elektriksel ve fiziksel prensiplere dayalı çalışma mekanizmaları sayesinde MF ve AD'yi daha güvenilir bir şekilde saptayabilmektedir.²²³ De Morais ve ark.²²⁶ tarafından yürütülen çalışmada, elektronik apeks bulucularla belirlenen çalışma uzunluklarının doğruluk açısından radyografik tekniklerle benzer sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Tuncer ve ark.²²⁷ ise, elektronik apeks bulucu ve dijital radyografi kullanılarak belirlenen çalışma uzunluklarının postoperatif ağrı üzerindeki etkisini karşılaştırmış ve her iki yöntem arasında anlamlı bir fark bulunmadığını rapor etmiştir. Boris ve ark.²²⁸ tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, dijital radyografi, elektronik apeks bulucu ve apeks bulucu entegre endomotor kullanılarak farklı çalışma uzunluğu belirleme yöntemleri kıyaslanmış; postoperatif ağrı düzeylerinin dijital radyografik yöntem uygulanan grupta en yüksek olduğu gözlemlenmiştir.¹⁴⁹

Apikal patensi, apikal tıkanıklığın zıttı bir durum olarak, apikal foramenden periodontal ligament düzeyine kadar uzanan bölgede herhangi bir engelleyici yapı bulunmaksızın, ince ve esnek bir endodontik eğenin bu hattı pasif ve dirençsiz bir şekilde geçebilmesini sağlayan anatomik sürekliliği ifade etmektedir.²²⁹ Kanal tedavisi sırasında apikal patensinin korunmasının; kanal tıkanıklığı, apikal transportasyon, basamak oluşumu ve perforasyon gibi prosedürel komplikasyonların önlenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir.²³⁰ Nekrotik ve enfekte pulpalı dişlerin tedavisinde apikal patensinin korunmasının, apikal foramen çevresindeki bakteriyel kontaminasyonu azaltmada fayda sağladığı öne sürülmüştür. Bununla birlikte, patensinin sürdürülmesi sırasında apikal bölgeye debris ekstrüzyonu ve periapikal doku iritasyonu gibi istenmeyen etkilerin ortaya çıkabileceği yönündeki bulgular nedeniyle, bu yaklaşımın klinik uygulanabilirliği hâlen tartışma konusudur.²³¹⁻²³³ Bu çalışmada apikal patensi, #08 numaralı K-tipi el eğesi kullanılarak, eğenin apeksin yaklaşık 0,5 mm ötesine pasif olarak ilerletilmesiyle sağlanmıştır.

Byström ve Sundqvist²² tarafından gerçekleştirilen öncü çalışmada, kök kanallarının yalnızca serum fizyolojik ile irrige edilerek, herhangi bir antimikrobiyal ajan kullanılmaksızın yapılan mekanik şekillendirme işleminin, mikrobiyal yükte 10^3 ila 10^4 kat arasında anlamlı bir azalma sağladığı bildirilmiştir. Bu bulgu, mekanik şekillendirme işleminin enfekte kanal sistemlerinde bakteriyel yükün azaltılmasında kritik bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Öte yandan, Dalton ve ark.²³⁴ tarafından yürütülen bir çalışmada, farklı mekanik şekillendirme protokollerinin uygulandığı örneklerde, işlem sonrasında vakaların %72'sinde mikroorganizma varlığının devam ettiği rapor edilmiştir. Elde edilen bu bulgu, yalnızca mekanik şekillendirmenin kök kanal sistemindeki mikrobiyal kontaminasyonu tamamen ortadan kaldırmak için yeterli olmadığını ve rezidüel enfeksiyon riskinin önemli ölçüde sürdüğünü ortaya koymuştur. NaOCl ve

EDTA, endodontik tedavi sürecinde en yaygın şekilde tercih edilen irrigasyon solüsyonları arasında yer almaktadır. Literatürde, bu iki solüsyonun dönüşümlü olarak kullanılmasıyla, kök kanal sistemi içerisindeki smear tabakasının ve pulpal artıkların etkin bir şekilde uzaklaştırılabildiği gösterilmiştir.²³⁵ Siqueira ve ark.²³⁶ tarafından yürütülen bir çalışmada, farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış NaOCl solüsyonlarının antimikrobiyal etkinlikleri karşılaştırılmış; %1 %2,5 ve %5 konsantrasyonundaki solüsyonların benzer düzeyde mikrobiyal eliminasyon sağladığı belirlenmiştir. Bu tez çalışmasında %2,5 konsantrasyonunda NaOCl solüsyonu tercih edilmiştir. Mekanik şekillendirme işlemleri sırasında, kök kanal duvarlarında smear tabakası olarak adlandırılan bir birikim oluşmaktadır. Bu tabakanın tam kimyasal ve biyolojik bileşimi henüz kesin olarak tanımlanamamış olmakla birlikte, odontoblastik uzantılar, pulpa dokusu kalıntıları, kan hücreleri, bakteriyel yapılar gibi organik partiküller ile çeşitli inorganik bileşenleri içerdiği düşünülmektedir.²³⁷ Smear tabakasının organik komponentlerinin uzaklaştırılmasında NaOCl kullanılırken, inorganik yapıları elimine etmek amacıyla şelasyon ajanları ve asidik solüsyonlar tercih edilmektedir. Endodontik tedavi protokollerinde en sık başvuru alan dekalifiye edici ajanlar arasında EDTA ve sitrik asit yer almaktadır.²³⁷ Kök kanal preparasyonu sırasında dentin tübüllerinde meydana gelen bakteriyel kolonizasyonu inceleyen bir çalışmada, smear tabakası bulunmayan alanların %88'inde Streptococcus sanguis kolonizasyonunun gözlenmediği rapor edilmiştir.²³⁸ EDTA kullanımında, optimum etkinlik elde edilebilmesi amacıyla %15 ila %17 konsantrasyon aralığında uygulanması önerilmektedir.²³⁹ Bu çalışmada, smear tabakasının etkin bir şekilde elimine edilebilmesi amacıyla %17 konsantrasyonunda EDTA solüsyonu tercih edilmiştir.

İrrigasyon, kök kanal tedavisinin başarısı için kritik öneme sahip bir aşamayı oluşturmaktadır; ancak irriganların apikal bölgeye taşması durumunda, postoperatif ağrı,

ödem ve çevre dokularda yapısal hasar gibi komplikasyonların gelişebileceği bildirilmiştir.²⁴⁰ Endodontik irrigasyon uygulamaları, farklı uç tiplerine ve geometrik tasarımlara sahip iğneler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.²⁴¹ Literatürde, kullanılan iğnenin çapı, uç dizaynı, irrigasyon derinliği ve apikal kanal genişliğinin, irrigantın dağılım etkinliği üzerinde doğrudan belirleyici olduğu vurgulanmıştır.^{242,243} Eğimli kök kanal anatomilerinde yapılan araştırmalarda, küçük çaplı iğnelerin, büyük çaplı iğnelere göre debris eliminasyonu açısından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek başarı sağladığı ortaya konmuştur.²⁴⁴ Ayrıca, Alkahtani ve ark.²⁴⁵ tarafından yürütülen çalışmada, açık uçlu iğnelerin, lateral perforasyonlu iğnelere kıyasla apikal bölgeden irrigant ekstrüzyonuna ve debris taşınımına daha fazla neden olduğu kanıtlanmıştır. Kapalı uçlu, yandan tek delikli iğne tasarımı kök kanallarının irrigasyonu için en güvenli tasarım olarak kabul edilmektedir.^{246,247} Sedgley ve ark.²⁴¹ tarafından yapılan çalışmalarda, kök kanal içerisindeki debris eliminasyonunun artırılması ve irrigasyon solüsyonlarının apikal bölgeye daha etkin şekilde ulaşabilmesi amacıyla, irrigasyon iğnelerinin çalışma boyuna mümkün olan en yakın mesafeden uygulanmasının önerildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada, irrigasyon protokolü standardize edilmiş ve tüm gruplarda kapalı uç tasarımına sahip, yandan tek delikli 27 gauge irrigasyon iğnesi kullanılarak bütün vakalarda aynı irrigasyon protokolünün uygulanması sağlanmıştır. Bu şekilde, postoperatif ağrıya etki edebilecek birçok parametre standartlaştırılarak, çalışmanın homojenitesinin en üst düzeye çıkarılması hedeflenmiştir.

Endodontik tedavi sonrası gelişen ağrı genellikle birkaç saat içerisinde ya da takip eden günlerde ortaya çıkarak, çoğu zaman hastanın plansız şekilde yeniden kliniğe başvurmasına neden olur. Ağrının değerlendirilmesine ilişkin temel sorunlardan biri, bu deneyimin öznel niteliği nedeniyle ölçümün yeterince objektif gerçekleştirilememesidir.¹⁴⁹ Kanal tedavisi sonrası ortaya çıkan postoperatif ağrının

değerlendirilmesinde bu bireysel farklılıklar dikkate alınarak çeşitli ölçüm yöntemleri ve değerlendirme skalaları kullanılmıştır.²⁴⁸⁻²⁵⁰ Klinik araştırmalarda ağrı değerlendirmesi için en yaygın şekilde tercih edilen yöntemlerden biri olan GAS, geçerliliği ve güvenilirliği yüksek bir ölçüm aracı olarak kabul edilmektedir.^{251,252} Endodontik literatürde, postoperatif ağrının değerlendirilmesinde çeşitli derecelendirme sistemleri kullanılmıştır. Birçok çalışmada ağrı şiddeti; 1: ağrı yok, 2: hafif ağrı, 3: orta şiddette ağrı ve 4: çok şiddetli ağrı biçimindeki dört kademeli sınıflama sistemi ile ölçülmüştür.^{149,201,253,254} Buna karşın, Yaylalı ve ark.²⁵⁵ 100 mm'lik görsel analog skalayı bölümlere ayırarak; 0–4 mm: ağrı yok, 5–44 mm: hafif ağrı, 45–74 mm: orta şiddette ağrı, 75–100 mm: şiddetli ağrı olacak şekilde kullanmıştır. Daha ayrıntılı bir ölçekleme yöntemi benimseyen Shahi ve ark.¹⁶⁷ ise aynı skala üzerinde; 0 mm: ağrı yok, 0–20 mm: hafif ağrı, 20–40 mm: orta şiddette ağrı, 40–60 mm: şiddetli ağrı, 60–80 mm: çok şiddetli ağrı ve 80–100 mm: dayanılmaz ağrı kategorilerini tanımlamıştır. Diğer yandan, Kvist ve Reit,²⁵⁶ Liapis ve ark.²⁵⁷ ile Graunaite ve ark.²⁵⁸ gibi araştırmacılar, GAS'ı sürekli bir ölçek olarak kullanmış ve ağrıyı 0: ağrı yok ile 100: dayanılmaz ağrı aralığında değerlendirmiştir. Bu tez çalışmasında da, hastaların ağrı düzeylerini daha geniş bir aralıkta ve subjektif algılarına uygun şekilde ifade edebilmelerini sağlamak amacıyla, Kvist ve Reit,²⁵⁶ Liapis ve ark.²⁵⁷ ile Graunaite ve ark.²⁵⁸ tarafından uygulanan yöntem doğrultusunda 0–100 mm aralığında GAS tercih edilmiştir.

Postoperatif ağrı; klinisyenin uyguladığı tedavi protokolü ve klinik prosedürler, enfekte kök kanallarının mikrobiyal içeriği, hastaların demografik özellikleri (cinsiyet, yaş ve diş grubu) gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Bu çoklu değişkenlerin etkisi, postoperatif ağrının klinik olarak incelenmesini güçleştirmektedir.⁹⁶

Literatürde, postoperatif ağrı ile cinsiyet arasındaki ilişkiyi inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır.^{95,149,259,260} Torabinejad ve ark.'nın⁹⁵ yaptığı retrospektif

çalışmada, nekrotik pulpa nedeniyle kanal tedavisi uygulanan 2000 hastanın verileri incelenmiş ve seanslar arası ağrı ortaya çıkmasına etki eden faktörler analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, kadın hastalarda erkeklere göre daha fazla seanslar arası ağrı görüldüğü belirlenmiş, bu durumun özellikle 40 yaş üzeri kadınlarda daha belirgin olduğu saptanmıştır. Ali ve ark.²⁵⁹ yaptıkları prospektif çalışmada kanal tedavisi öncesindeki ağrı şiddetinin tedavi sonrası ağrı düzeyi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada anterior, premolar ve molar olmak üzere farklı diş gruplarında, hem vital hem de devital pulpali dişler değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, kadın hastalarda erkeklere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek postoperatif ağrı düzeyleri gözlenmiştir. Yu ve ark.'nın²⁶⁰ yaptığı çalışmada, semptomatik irreversible pulpitisli dişlerde farklı obturasyon tekniklerinin postoperatif ağrıya etkisi incelenmiştir. Çalışmada anterior, premolar ve molar dişler değerlendirilmiş; elde edilen bulgulara göre kadın hastalarda erkeklere kıyasla anlamlı düzeyde daha fazla postoperatif ağrı gözlenmiştir. Kadın hastalarda daha fazla postoperatif ağrının gözlenmesinin nedenleri arasında biyolojik cinsiyet farklılıkları, serotonin ve adrenalin gibi nörohormonal değişiklikler, yaşam tarzı farklılıkları ve toplumsal beklentiler gibi çeşitli faktörler yer almaktadır.^{259,261} Kortizol, ağrı hissini modüle ederek ağrıya verilen yanıtı etkileyebilmekte ve erkeklerde kadınlara kıyasla daha yüksek düzeylerde salgılanmaktadır.²⁶² Serotonin ve noradrenalin düzeylerindeki değişimlerin, kadınlarda hormonal dalgalanmalara yol açabileceği; bu durumun da menstrüel dönemlerde, hormon replasman tedavisi görenlerde veya oral kontraseptif kullanan kadınlarda ağrı prevalansının artmasına neden olabileceği bildirilmiştir.^{101,263} Ayrıca, hekimler, kadınların psikosomatik rahatsızlıklardan daha yüksek oranda etkilendiğini gözlemleyerek, ağrı deneyimlerinin duygusal faktörlerle ilişkili olabileceğini öne sürmektedirler.²⁶⁴ Öte yandan Comparin ve ark.'nın¹⁴⁹ farklı ege sistemleriyle tek seansta gerçekleştirilen retreatment olgularında postoperatif ağrı

düzeylerini değerlendirdikleri çalışmada, erkek hastalarda kadınlara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha uzun süren postoperatif ağrı gözlemlenmiştir. Maddox ve ark.'nın²⁶⁵ yürüttüğü çalışmada, kullanılan farklı intrakanal medikamentlerin yanı sıra hasta faktörlerinin (yaş ve cinsiyet gibi) postoperatif ağrı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, cinsiyet ile postoperatif ağrı sıklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Clem'in gerçekleştirdiği çalışmada,²⁶⁶ kök kanal tedavisi sonrası gelişen postoperatif ağrı ile ilişkili hasta ve tedavi faktörleri retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Mevcut çalışmada, cinsiyetler arasında postoperatif ağrı skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Bu durum, endodontik tedavi sonrası ağrının temel olarak periferik inflamatuvar yanıtta çok, nöropatik ve santral sensitizasyon süreçleriyle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.²⁶⁷ Nitekim, pulpa ve periapikal dokularda meydana gelen inflamasyon, primer afferent nöronlarda nosiseptif sinyalleri aktive ederek geçici ağrıya yol açarken, bu süreç genellikle cinsiyet farkı göstermeyen, lokalize bir inflamatuvar yanıtla sınırlıdır.²⁶⁸ Ayrıca, endodontik işlemler sonrasında ortaya çıkan ağrı genellikle akut inflamatuvar mekanizmalarla ilişkilidir ve bu mekanizmaların cinsiyetler arası yanıt farkı minimaldir.²⁶⁹ Bununla birlikte, bazı çalışmalarda kadınların ağrı eşiğinin daha düşük olduğu bildirilmiş olsa da, bu farklar çoğunlukla kronik ağrı modellerinde belirginleşmektedir.²⁷⁰ Oysa postoperatif endodontik ağrı kısa süreli, kontrollü inflamasyonla sınırlı olduğundan, hormonal ya da santral modülasyonun belirgin etkileri gözlenmeyebilir.²⁷¹ Dolayısıyla, bu çalışmada elde edilen sonuçlar, endodontik tedavi sonrası gelişen postoperatif ağrının büyük oranda cinsiyet bağımsız nörofizyolojik mekanizmalarla ilişkili olduğunu desteklemektedir.²⁷²

Literatürde, yaştan postoperatif ağrı üzerindeki etkisi konusunda tutarsız ve çelişkili sonuçlar bildirilmiştir.^{97,273} Watkins ve ark.'nın⁹⁷ yürüttüğü çalışmada, belirli bir diş

grubu sınırlaması yapılmaksızın ve pulpa durumu göz önünde bulundurulmadan uygulanan tedavilerde, hastaların yaşlarının ağrı beklentisi ve gerçek ağrı deneyimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, genç hastaların hem daha yüksek ağrı beklentisine sahip olduğu hem de daha fazla ağrı bildirdiği saptanmıştır. Segura-Egea ve ark.'nın²⁷³ yaptığı çalışmada, spesifik bir diş grubu seçilmeden ve pulpa vitalitesi dikkate alınmadan gerçekleştirilen tedavilerde, hastaların yaşı ile tedavi sırasında yaşadıkları ağrı düzeyi arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, 35 yaş altı bireylerde anlamlı düzeyde daha fazla ağrı bildirilmiştir. Ng ve ark.²⁷⁴ yaşlı hastalarda, yaşın ilerlemesiyle birlikte yetersiz beslenme ve diyabet gibi sistemik hastalıkların daha sık görülmesinin, iyileşme kapasitesini olumsuz etkilediğini ve dolayısıyla yaş artışına bağlı olarak endodontik tedavi başarısının azaldığını ifade etmiştir. Shabbir ve ark.²⁷⁵ çalışmalarında, semptomatik apikal periodontitisi bulunan nekrotik tek köklü dişlerde, seanslar arası dönemde kullanılan farklı intrakanal medikamentlerin (kalsiyum hidroksit ve propolis) postoperatif ağrıya etkisi değerlendirmiştir. Çalışmaya yalnızca maksiller santral ve lateral kesici dişler ile mandibular santral, lateral kesici ve birinci premolar dişler dahil edilmiştir. Hastalar 20–24, 25–29, 30–34 ve 35–40 yaş gruplarına ayrılarak değerlendirilmiş ve yaş ile postoperatif ağrı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığı bildirilmiştir. Akbar ve ark.²⁷⁶ tarafından yürütülen çalışmada, periapikal radyolüsensi bulunan nekrotik molar dişlerde tek seans ve çok seans endodontik tedavilerin postoperatif ağrı üzerindeki etkileri karşılaştırılmış ve yaş değişkeninin, uygulanan seans sayısından bağımsız olarak postoperatif ağrı insidansı üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olmadığı bildirilmiştir. Benzer şekilde, Onay ve ark.²⁷⁷ ise alevlenmeye yol açabilecek risk faktörlerini araştırdıkları çalışmalarında, yaş ile alevlenme görülme sıklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. De-Figueiredo ve ark.²⁷⁸ nekrotik pulpalı ve periapikal lezyonlu üst santral dişlerde

resiprokal sistemle tek eğe ve tek kon kullanılarak tedavi edilen hastalarda postoperatif ağrı ve apikal periodontitis iyileşmesini takip ettikleri çalışmalarında, yaşı da dahil olmak üzere demografik değişkenlerin post operatif ağrı üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığını bildirmiştir. Kaplan ve Sezgin,²⁷⁹ 18-65 yaşı aralığındaki bireylerde tek köklü daimi dişler üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında, diyet lazer uygulamasının postoperatif ağrı üzerine etkisini değerlendirmiş; yaşı değişkeninin ağrı düzeyleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadağını bildirmişlerdir. Bu tez çalışmasında 18–65 yaşı aralığındaki bireyler çalışma grubuna dahil edilmiştir. Araştırmaya dahil edilen hastaların ortalama yaşı değerlerinin gruplar arası dağılımı incelendiğinde; yaşı ortalaması TeM grubunda $38,0 \pm 12,0$, SRN grubunda ise $37,1 \pm 12,2$ olarak belirlenmiştir ve gruplar arasında yaşı ortalaması açısından anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Mevcut çalışmanın bulguları, herhangi bir zaman diliminde, yaşı değişkeni ile postoperatif ağrı insidansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmadığını ortaya koymuştur.

Preoperatif ağrının postoperatif kanal tedavisi sonrası ağrı üzerinde etkili olabileceği, çeşitli çalışmalarda vurgulanmıştır.^{80,149,259} Örneğin, Genet ve ark.'nın⁸⁰ yaptığı, hem vital hem de devital pulpalı, tek ya da çok kanallı daimi dişlerin yer aldığı örneklem grubunun kullanıldığı çalışmada; postoperatif ağrıya etki eden preoperatif faktörler ayrıntılı biçimde analiz edilmiştir. Preoperatif dönemde ağrı deneyimleyen hastaların %65'inde postoperatif ağrı geliştiği, yalnızca %23'ünde semptom alevlenmesi görölmediği belirtilmiştir. Bu bulgu, preoperatif inflamasyonun tedavi sırasında şiddetlenebileceğini ve ağrı duyarlılığını artırabileceğini öne sürmektedir. Benzer şekilde, Alı ve ark.²⁵⁹ gerçekleştirdikleri prospektif çalışmada, farklı diş gruplarından hem vital hem de devital pulpalı olgular üzerinden preoperatif ağrının, postoperatif dönemde artan ağrı şiddeti ve analjezik ihtiyacı ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Comparin ve ark.'nın¹⁴⁹

yürüttüğü randomize kontrollü klinik çalışmada, retreatmant uygulanan hastalarda, preoperatif ağrısı bulunan bireylerde postoperatif ağrı sıklığının daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Kanal tedavisi öncesi hastalarda mevcut olan ağrının postoperatif semptomlara etkisini araştıran Ng ve ark.'nın¹⁰¹ yürüttüğü prospektif çalışmada, kanal dolumundan sonraki ilk 48 saat içerisinde postoperatif ağrı prevalansı, tedavi öncesi son 24 saat içinde ağrı öyküsü bulunan bireylerde %41,5 olarak, preoperatif ağrısı bulunmayan hastalarda ise %38.4 olarak raporlanmıştır. Ancak, çalışmanın istatistiksel analiz sonuçlarına göre, bu iki grup arasındaki fark mevcut çalışmayla uyumlu olacak şekilde anlamlı bulunmamıştır. Ng ve ark.¹⁰¹ preoperatif ağrının postoperatif ağrının ortaya çıkışı üzerinde anlamlı düzeyde belirleyici bir rol oynamadığını bildirmiştir. Mevcut çalışmada da benzer bir yaklaşım benimsenmiş ve preoperatif ağrısı olan bireyler dışlanmadan araştırmaya dâhil edilmiştir. Mevcut çalışmanın bulguları, bu tutumu destekler nitelikte olup, preoperatif ağrı bildirimi olan ve olmayan bireylerin postoperatif ağrı düzeyleri karşılaştırıldığında, tüm zaman dilimlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Ayrıca, her iki hasta grubunda da zaman ilerledikçe ağrı skorlarında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma eğilimi saptanmıştır. Bu durum, uygulanan endodontik tedavi protokolünün ağrı yönetimi açısından her iki grup üzerinde de etkili olduğunu göstermiştir.

Resiprokal hareket prensibiyle çalışan NiTi döner eğelerin, sürekli rotasyon sistemlerine göre daha düşük mekanik gerilime maruz kaldığı; ancak buna rağmen apikal bölgeye daha fazla debris taşınımına neden olabileceği bildirilmiştir.^{280,281} Sürekli rotasyon sistemi, kök kanalındaki debrislerin etkin şekilde uzaklaştırılmasına olanak tanıyan bir akış yolu sağlayarak, postoperatif ağrı sıklığını ve tedaviye bağlı komplikasyon riskini azaltmaktadır.¹³ Bununla birlikte, bazı çalışmalar tek eğeli resiprokal sistemlerin, çok eğeli döner sistemlere kıyasla daha az apikal debris

ekstrüzyonuna neden olduğunu ortaya koymuştur.¹⁴ Koçak ve ark.³ tarafından yürütülen bir çalışmada ise rotasyonel hareketli ProTaper (Dentsply Maillefer, İsviçre) ve Revo-S (MicroMega, Fransa), resiprokal hareketli Reciproc (VDW GmbH, Almanya) ve adaptif hidrodinamik hareketle çalışan Self-Adjusting File – SAF (ReDent Nova, İsrail) sistemleri kullanılarak, tek kanallı alt çene premolar dişlerde apikal debris ekstrüzyonu değerlendirilmiş; ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Literatürde, sürekli rotasyon ve resiprokal hareket prensibiyle çalışan eğe sistemleriyle gerçekleştirilen kanal preparasyonlarının ardından görülen postoperatif ağrı sıklığına ilişkin bulguların tutarsızlık gösterdiği rapor edilmiştir.¹⁵⁻¹⁷ Kherlakian ve ark.¹⁶ tarafından gerçekleştirilen çalışmada, vital pulpalı molar ve premolar dişlerde; rotasyonel hareketli ProTaper Next (Dentsply, ABD) ile resiprokal hareketli WaveOne (Dentsply, ABD) ve Reciproc (VDW, Almanya) sistemlerini karşılaştırmış, kullanılan şekillendirme sistemleri arasında postoperatif ağrı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptamamıştır. Öte yandan, Nekoofar ve ark.¹⁵ WaveOne sistemiyle yapılan kök kanal preparasyonlarının, ProTaper sistemine kıyasla daha yüksek düzeyde postoperatif ağrıya neden olduğunu bildirmiştir. Bu bulguların aksine, iki ayrı klinik çalışmada ise resiprokal sistemlerle gerçekleştirilen enstrümantasyonun, sürekli rotasyon sistemlerine göre anlamlı ölçüde daha düşük postoperatif ağrı sıklığı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.^{17,18} Neelakantan ve ark.¹⁸ semptomatik mandibular molar dişlerde resiprokal hareketli Reciproc (VDW, Almanya) ve rotasyonel hareketli One Shape (MicroMega, Fransa) sistemlerini karşılaştırmışlardır. Reciproc grubunda postoperatif ağrı şiddeti ve analjezik kullanımı, One Shape grubuna göre anlamlı düzeyde daha düşük bulunmuştur. Shokraneh ve ark.¹⁷ asemptomatik nekrotik mandibular molar dişlerde Wave-One (Dentsply, İsviçre), ProTaper Universal (Dentsply, İsviçre) ve el aletleri ile yapılan şekillendirmelerin postoperatif ağrıya etkisini incelemişlerdir. Wave-One grubunda,

özellikle ilk 18 saatte, diğer gruplara kıyasla anlamlı düzeyde daha az ağrı bildirilmiştir. Literatürde postoperatif ağrıya ilişkin elde edilen bulgular arasındaki tutarsızlıklar; çalışmalarda kullanılan ege sistemlerinin kinematik özellikleri ya da yapısal farklılıkları, örnekleme dâhil edilen dişlerin pulpal ve periapikal durumları, hasta popülasyonlarının demografik özellikleri, tedavi protokollerindeki seans sayısı farklılıkları ile irrigasyon ve obturasyon yaklaşımlarının standardize edilmemiş olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Endodontik tedavi sonrası gelişen postoperatif ağrı, çoğunlukla tedavinin hemen ardından başlayan ve ilk 24 saat içinde zirveye ulaşan akut inflamatuvar yanıtla bağlıdır. 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.²⁸² 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.²⁸³ 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.^{284,285} Beşinci günden itibaren ödemin gerilemesi, vasküler geçirgenliğin azalması ve doku tamir mekanizmalarının hızlanmasıyla birlikte ağrı genellikle belirgin biçimde azalır ya da tamamen ortadan kalkar.²⁸⁶ Altıncı ve yedinci günlere gelindiğinde ise inflamatuvar süreç büyük oranda çözülür, sinir sistemi normal ağrı eşiğine döner ve çoğu hastada ağrı tamamen kaybolur.²⁸⁷

Literatürde kök kanal tedavisi sonrasında meydana gelen ağrının değerlendirildiği çalışmalarda, ağrının en fazla ilk 24 saatte gözlemlendiği tespit edilmiştir.²⁸⁸⁻²⁹⁰ Nekoofar ve ark.¹⁵ WaveOne ve ProTaper Universal sistemlerinin postoperatif ağrı üzerine etkisini

araştırdıkları çalışmalarında, her iki grupta da 6. Saatte en yüksek postoperatif ağrıyı kayıt ettiklerini ancak ağrının zamanla azaldığını bildirmiştir. Çanakçı ve ark.²⁸⁸ tek seansta gerçekleştirilen kesici dişlerin kanal yenileme işlemlerinde, iki döner sistem [ProTaper Universal Retreatment + ProTaper Gold (Dentsply, ABD) ve Hyflex EDM (Coltene, İsviçre)] ile iki resiprokal sistemin [Reciproc Blue (VDW, Almanya) ve WaveOne Gold (Dentsply, İsviçre)] postoperatif ağrı üzerine etkilerini karşılaştırmış; tüm sistemlerde ağrı düzeylerinin ilk 24 saatte en yüksek seviyeye ulaştığını, takip eden periyotlarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gösterdiğini bildirmiştir. El Mubarak ve ark.⁹⁸ tek seans ve çok seans tedavinin postoperatif ağrı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, hastaların tedavilerini tamamladıktan sonraki yalnızca ilk 12 ve 24 saat içinde postoperatif ağrı gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Literatüre benzer olarak bu tez çalışmasında da en yüksek GAS skorlarına ilk 24 saatte ulaşılmıştır. Mevcut çalışmanın sonuçlarına göre operasyon sonrası ağrı skorları, her iki grupta da birinci günden sonra anlamlı bir şekilde azalma eğilimindedir, fakat 5 ve 7. Gündeki ağrılar arasında anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir.

Bu çalışmada elde edilen 1. gün postoperatif ağrı verileri, literatürde farklı kök kanal şekillendirme sistemleriyle yapılan araştırmalarla karşılaştırıldığında, bazı bulgularla benzerlik gösterirken bazı yönleriyle farklılık arz etmiştir. Gençoğlu ve ark.²⁹¹ asemptomatik devital mandibular premolar ve molar dişlerde, rotasyonel hareketle çalışan HyFlex EDM (Coltene, İsviçre) sistemi ile resiprokal hareketli Reciproc Blue (VDW, Almanya) sisteminin postoperatif ağrıya etkilerini karşılaştırmışlardır. Ağrı değerlendirmesi VRS (Verbal Derecelendirme Ölçeği) ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, 24. ve 48. saatlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış; her iki zaman diliminde de en yüksek ağrı düzeyi Reciproc Blue grubunda kaydedilmiştir. Nekoofar ve ark.¹⁵ vital pulpalı molar ve premolar dişlerde

gerçekleştirdikleri iki seanslı tedavi protokolünde, resiprokal hareketli WaveOne (Dentsply Maillefer, İsviçre) ile rotasyonel hareketli ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, İsviçre) sistemlerini karşılaştırmışlardır. Ağrı değerlendirmesinin NRS (Numerical Rating Scale) ile yapıldığı bu çalışmada, her iki sistemde de ağrı en yüksek düzeye ilk 6 saatte ulaşmış; ancak 24. saatte WaveOne grubunda bildirilen ağrı düzeyinin ProTaper grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Her iki çalışmada da, resiprokasyon hareketiyle çalışan sistemlerin erken dönemde daha fazla postoperatif ağrıya neden olabileceği gözlemlenmiştir. Mevcut çalışmada da benzer bir eğilim izlenmiş olmakla birlikte, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilememiştir. Neelakantan ve Sharma¹⁸ tarafından yürütülen çalışmada tedaviler iki farklı merkezde iki farklı hekim tarafından tamamlanmıştır. Vital pulpalı semptomatik irreversibl pulpitis ve semptomatik apikal periodontitis tanısı konulan alt mandibular molar dişlerde, kök kanal şekillendirmesi için Reciproc (VDW, Münih, Almanya) ve One Shape (Micro-Mega, Besançon, Fransa) sistemleri kullanılmıştır. Tek seansta uygulanan bu randomize klinik çalışmaya 25–40 yaş aralığında toplam 605 hasta dâhil edilmiştir. Çalışmada, 1. gün postoperatif ağrı insidansı ve şiddeti açısından Reciproc sistemi, One Shape sistemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük ağrıya neden olmuştur. Shokraneh ve ark.¹⁷ WaveOne (resiprokasyon), ProTaper (rotasyonel) ve manuel eğe sistemlerinin postoperatif ağrıya etkilerini saatlik zaman dilimlerine göre karşılaştırmışlardır. Çalışmada, WaveOne grubunda 6., 12. ve 18. saatlerde istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük ağrı düzeyleri kaydedilmiş, ancak 24., 48. ve 72. saatlerde gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bununla birlikte, araştırmacılar 24. saat ve sonrasındaki ham verilere göre ağrı skorlarının WaveOne grubunda daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca analjezik tüketiminin de WaveOne grubunda daha düşük olduğu bildirilmiştir.

Neelakantan ve Sharma¹⁸ ile Shokraneh ve ark.'nın¹⁷ yürüttüğü her iki çalışmada da, rotasyonel sistemlerin erken dönemde daha yüksek postoperatif ağrı düzeylerine yol açabileceği bildirilmiştir. Buna karşın, bu çalışmada farklı bir eğilim gözlemlenmiştir. Her ne kadar 24. saat itibarıyla gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamış olsa da, resiprokal hareketle çalışan TeM grubunda ağrı skorları sayısal olarak daha yüksek bulunmuş ve analjezik kullanım oranı anlamlı düzeyde fazla tespit edilmiştir. Bahsedilen çalışmaların mevcut çalışmadan farklı sonuçlar ortaya koymasının muhtemel nedenleri arasında; incelenen dişlerin pulpa vitalitesinde farklılık bulunması, periapikal dokuların sağlık durumunun değişkenlik göstermesi, çalışılan diş gruplarının anatomik olarak farklı bölgelerde konumlanması, hasta örneklemelerinin farklı yaş aralıklarını içermesi ve postoperatif ağrının değerlendirilmesinde kullanılan ölçme yöntemlerinin farklı olması gibi faktörler yer almaktadır. Her ne kadar ege sistemleri benzer hareket tiplerine sahip olsa da, kullanılan son eğin apikal çapı, koniklik (taper) oranı ve eğelerin yapısal farklılıkları, çalışma sonuçları üzerinde belirleyici rol oynayarak bulgular arasındaki farklılıklara zemin hazırlayabilir. Kherlakian ve ark.¹⁶ vital pulpalı molar ve premolar dişlerde; rotasyonel hareketli ProTaper Next (Dentsply, ABD) ile resiprokal hareketli WaveOne (Dentsply, ABD) ve Reciproc (VDW, Almanya) sistemlerini karşılaştırmış, 24. saatte en yüksek ağrı skorlarının resiprokasyon hareketiyle çalışan Reciproc grubunda kaydedildiğini bildirmiştir. Rotasyonel hareketle çalışan PTN grubunda ise bu skorlar daha düşük bulunmuş, ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Comparin ve ark.¹⁴⁹ ile Relvas ve ark.¹⁵⁰ tarafından yürütülen çalışmalarda, resiprokasyon ve rotasyonel hareket prensiplerine dayalı sistemler karşılaştırılmış ve postoperatif ağrı düzeyleri açısından gruplar arasında herhangi bir istatistiksel fark bulunmadığı bildirilmiştir. Comparin ve ark.¹⁴⁹ Mtwo (rotasyonel) ve Reciproc (resiprokal) sistemlerini değerlendirirken, Relvas ve ark.¹⁵⁰ ise

ProTaper (rotasyonel) ile Reciproc (resiprokal) sistemlerini karşılaştırmıştır. Her iki çalışmada da ağrı şiddeti, süresi ve sıklığı bakımından gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Benzer şekilde, mevcut çalışmada da resiprokasyon hareketiyle çalışan TeM ve rotasyonel hareketle çalışan SRN sistemleri arasında 1. gün itibarıyla postoperatif ağrı düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Fundaoğlu Küçükkekenci²⁹² çalışmasında, kök kanal şekillendirmesi sırasında meydana gelen apikal debris ekstrüzyonunun değerlendirilmesi amacıyla farklı eğe sistemlerini karşılaştırmıştır. Bu çalışmada, 45 adet üst çene santral diş üzerinde yapılan in vitro analizde; resiprokal hareket prensibiyle çalışan TeM ve Reciproc Blue eğeleri ile sürekli rotasyon hareketine sahip T-endo mis eğesinin apikal bölgeye taşınan debris miktarları incelenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, T-endo mis sisteminin, hem TeM hem de Reciproc Blue sistemlerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha az apikal debris ekstrüzyonuna neden olduğu belirlenmiştir.²⁹² Mevcut çalışmada 3. günde TeM grubunda SRN grubuna kıyasla daha yüksek ağrı düzeylerinin kaydedilmesi, Fundaoğlu Küçükkekenci'nin çalışmasında resiprokal hareketli TeM eğesi ile ilişkili olarak gösterilen daha fazla debris ekstrüzyonunun klinik yansıması olarak yorumlanabilir. Bu durum, resiprokal sistemlerin mekanik etkilerinin akut inflamatuvar yanıtı şiddetlendirerek hastalarda daha belirgin bir ağrı deneyimine yol açmış olabileceğini düşündürmektedir. Elde edilen sonuçlar, literatürde bildirilen bazı bulgularla örtüşmekte, bazılarıyla ise çelişmektedir. Örneğin, Gençoğlu ve ark.'nın²⁹¹ yaptığı prospektif randomize klinik çalışmada, tek seansta uygulanan kanal tedavisinde resiprokal hareketli Reciproc Blue sisteminin, rotasyon hareketli HyFlex EDM sistemine göre üçüncü günde anlamlı olarak daha yüksek ağrı skorlarına ($p=0,028$) neden olduğu bildirilmiştir. Mevcut çalışmada da benzer şekilde, resiprokasyon prensibine sahip bir sistemin üçüncü günde daha yüksek ağrıya neden olduğu gözlemlenmiştir. Bu paralellik,

resiprokasyon kinematiğine sahip sistemlerin, özellikle postoperatif dönemin subakut fazında daha fazla periradiküler irritasyona neden olabileceğini düşündürmektedir. Buna karşın, Neelakantan ve Sharma¹⁸ tarafından yürütülen geniş çaplı çok merkezli bir çalışmada, rotasyonel One Shape sistemi, resiprokal Reciproc sistemine göre daha yüksek şiddette ve daha uzun süren postoperatif ağrı ile ilişkilendirilmiştir. Bu çalışmada 605 hasta değerlendirilmiş, üçüncü günde One Shape grubundaki hastalarda orta ve şiddetli ağrı oranları belirgin düzeyde yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, mevcut çalışmayla çelişmektedir ve rotasyonel sistemlerin her zaman daha az postoperatif ağrıya yol açmadığını ortaya koymaktadır. Neelakantan ve Sharma¹⁸ tarafından yapılan çalışma iki farklı merkezde iki farklı klinisyen tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma iste tek bir hekim tarafından tek bir merkezde gerçekleştirilmiştir. Neelakantan ve Sharma¹⁸ çalışmalarında 25–40 yaş aralığındaki bireylerin semptomatik mandibular molar dişlerini değerlendirmiştir. Buna karşılık, bu çalışmada daha geniş bir yaş aralığına (18–65) sahip bireylerde yalnızca mandibular premolar dişler incelenmiştir. Dişin tipi, kök kanal morfolojisi, yaşa bağlı periradiküler doku yanıtı ve kullanılan ege sistemlerinin apikal çapı, koniklik derecesi ve kesici kenar geometrisi gibi faktörler, postoperatif ağrı düzeyi ve debris ekstrüzyonuna doğrudan etki edebilecek değişkenlerdir. Dolayısıyla, elde edilen değerlerin birbirinden farklılık göstermesi, bu çok boyutlu klinik ve teknik değişkenlerle ilişkili olabilir. Comparin ve ark.¹⁴⁹ ise, rotasyonel (Mtwo) ve resiprokal (Reciproc) sistemleri karşılaştırdıkları çalışmada, üçüncü gün itibarıyla ağrı skorlarında gruplar arasında anlamlı bir fark gözlememişlerdir. Her iki sistemde de ağrı düzeylerinin zamanla azaldığı belirtilmiş ve postoperatif sürecin benzer şekilde tolere edilebilir olduğu vurgulanmıştır. Comparin ve ark.¹⁴⁹ yalnızca ağrısız veya hafif ağrılı retreatment vakalarını incelemiştir. Oysa mevcut çalışmada, ilk kez tedavi gören ve daha farklı

semptom düzeylerine sahip hastalar değerlendirilmiştir. Bu nedenle, üçüncü gündeki ağrı farklılığı, hem tedavi tipi hem de hasta seçimine bağlı olabilir.

Mevcut çalışmanın 5. ve 7. gün verileri değerlendirildiğinde, her iki grupta da postoperatif ağrı düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir. TeM grubunda, yüz üzerinden değerlendirilen ortalama ağrı skoru 5. günde 4,516 iken 7. günde 2,419'a; SRN grubunda ise 5. günde 1.186'dan 7. günde 0,424'e düşmüştür. Her iki sistemde de bu zaman dilimlerinde kaydedilen ağrı değerleri oldukça düşük düzeydedir. Bununla birlikte, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, TeM (resiprokal) grubundaki ortalama ağrı skorları, SRN (rotasyonel) grubuna kıyasla daha yüksek seyretmiştir. Benzer şekilde, Gençoğlu ve ark.'nın²⁹¹ Reciproc Blue (resiprokal sistem) ve HyFlex EDM (rotasyonel sistem) sistemleriyle yürüttükleri çalışmada da, 5. ve 7. günlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Ancak her iki sistemde de ağrı düzeylerinde anlamlı azalma olmasına rağmen, resiprokal sistem grubunda ağrı skorları nispeten daha yüksek seyretmiştir. Nekoofar ve ark.'nın¹⁵ WaveOne (resiprokal sistem) ve ProTaper Universal (rotasyonel sistem) sistemlerini karşılaştırdığı çalışmada da benzer şekilde, 7. günde postoperatif ağrı düzeyleri her iki grupta anlamlı biçimde azalmış; ancak WaveOne sistemine ait skorlar diğer gruba göre daha yüksek bulunmuştur. Kherlakian¹⁶ ve Relvas¹⁵⁰ tarafından yürütülen iki ayrı çalışmada ise, 7. gün itibarıyla tüm sistemlerde ağrı düzeylerinde belirgin azalma gözlenmiş; ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Mevcut çalışmada da 7. günde benzer şekilde gruplar arası fark anlamlı bulunmamış, ancak TeM grubunda ağrı skorları SRN sistemine kıyasla daha yüksek seyretmiştir. Neelakantan ve Sharma¹⁸ tarafından yürütülen Reciproc R25 (resiprokal sistem) ve OneShape (rotasyonel sistem) sistemlerinin karşılaştırıldığı çalışmada ise, 5. ve 7. günlerde her iki sistemde de postoperatif ağrı düzeylerinde anlamlı azalma tespit

edilmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamış olsa da, Reciproc grubunda ortalama ağrı skorlarının daha düşük bulunması dikkat çekicidir. Bu yönüyle, mevcut çalışmadan kısmen farklılık göstermektedir. Raporlanan bulgular arasındaki farklılıklar, çalışma gruplarının klinik özellikleri ve uygulanan yöntemlerin metodolojik açıdan farklılık göstermesinden kaynaklanabilir.

Literatürde bildirilen postoperatif analjezik kullanım oranlarının %7,7¹⁴⁹ ile %89,6²⁹³ arasında değişmesi, bu değişkenin klinik bağlamda oldukça geniş bir spektrumda seyrettiğini ortaya koymaktadır. Örneğin, Comparin ve ark.¹⁴⁹ tarafından yapılan çalışmada yalnızca %7,7 oranında hasta ilk 24 saat içinde ağrı kesici kullanırken, Sadaf ve Ahmad'ın²⁹³ çalışmasında bu oran %89,6'ya kadar çıkmıştır. Bu farklılık, hem hasta özellikleri hem de uygulayıcı deneyimi, tedavi protokolü ve preoperatif ağrı durumu gibi çok sayıda değişkenin analjezik kullanımını etkilediğini göstermektedir. Dolayısıyla bu çalışmada gözlemlenen düşük analjezik kullanımı, yalnızca örneklem büyüklüğüne değil, aynı zamanda yüksek uygulama standardı ve deneyimli klinisyen faktörüne de işaret edebilir. Nekoofar ve ark.¹⁵ iki seanslı endodontik tedavi protokolünde, postoperatif ağrı düzeyini değerlendirmek amacıyla resiprokal hareketli WaveOne sistemi ile rotasyonel hareketli ProTaper Universal sistemini karşılaştırmışlardır. Çalışma bulgularına göre, ilk seanstan sonra WaveOne grubunda analjezik kullanım oranı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Valliappan ve ark.²⁹⁴ tarafından maksiller premolar dişlerde gerçekleştirilen randomize kontrollü klinik çalışmada, akut irreversible pulpitisli hastalarda uygulanan tek seanslı kök kanal tedavisi sonrasında ortaya çıkan postoperatif ağrı düzeyi ve analjezik kullanım sıklığı, 4 farklı NiTi eğe sistemi ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan sistemler arasında TruNatomy, HyFlex EDM ve ProTaper Gold yer almakta olup, bu üçü rotasyonel hareketli sistemlerdir. EdgeFile ise resiprokal hareketli bir sistem olarak

değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, TruNatomy grubunda analjezik kullanım oranı en yüksek, EdgeFile grubunda ise istatistiksel olarak anlamlı şekilde en düşük bulunmuştur. Neelakantan ve Sharma¹⁸ tarafından yürütülen, 25–40 yaş aralığındaki 605 hastanın değerlendirildiği geniş çaplı çok merkezli çalışmada, postoperatif ağrı açısından resiprokal hareketli Reciproc sistemi ile rotasyonel hareketli One Shape sistemi karşılaştırılmış; One Shape grubunda hastaların %40,5'inin analjezik kullandığı, Reciproc grubunda ise bu oranın %19,3 olduğu bildirilmiştir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Vijayran ve ark.²⁹⁵ tarafından gerçekleştirilen çalışmada, tek seanslı kök kanal tedavisinde kullanılan iki resiprokal sistem olan WaveOne Gold ve Reciproc Blue ile iki rotasyonel sistem olan One Curve ve Vortex Blue, postoperatif ağrı ve analjezik kullanımına etkileri açısından karşılaştırılmış; elde edilen bulgular doğrultusunda, resiprokal sistemlerle tedavi edilen hastaların analjezik kullanım sıklığının, rotasyonel sistemlerle tedavi edilenlere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük olduğu bildirilmiştir. Gençoğlu ve ark.²⁹¹ tarafından yürütülen çalışmada, Reciproc Blue, HyFlex EDM ve manuel enstrümantasyon sistemleri karşılaştırıldığında, her ne kadar Reciproc Blue grubunda postoperatif ağrı düzeyleri istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulunsada, analjezik kullanım sıklığı açısından gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Gençoğlu ve ark.'nın²⁹¹ çalışmalarına benzer şekilde bir çok çalışmada^{149,288,296,297} resiprokal ve rotasyonel eğe sistemleri kullanılarak yapılan kanal tedavileri sonrası analjezik kullanımı karşılaştırılmış, ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Buna karşılık, mevcut çalışmada TeM sisteminin (resiprokal) uygulandığı grupta, SRN (rotasyonel) sistemine göre analjezik kullanımı anlamlı düzeyde daha fazla bulunmuştur. TeM grubundaki bireylerin %12,9'u işlem sonrası ağrı kesici kullanma ihtiyacı hissederken, SRN grubunda hiçbir birey analjezik kullanmamıştır. Bu durum, özellikle

işlem sonrası dönemde hastaların konforu açısından iki sistem arasında belirgin bir fark olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, eğe sistemlerinin teknik başarısı kadar, hastanın tedavi sonrası süreci daha rahat geçirmesi de sistem tercihlerinde dikkate alınmalıdır. Bu farkın olası nedenlerinden biri, Fundaoğlu Küçükekenci'nin gerçekleştirdiği çalışmada da belirtildiği üzere, TeM sisteminin apikal bölgeden daha fazla debris ekstrüzyonuna neden olması olabilir.²⁹² Apikalde biriken bu artık materyallerin çevre dokularda inflamatuvar cevabı artırarak ağrıya yol açtığı bilinmektedir. Bu çalışmada TeM grubunda tüm zaman dilimlerinde SRN sistemine kıyasla daha yüksek ortalama ağrı skorları kaydedilmiştir. Ancak bu fark yalnızca 3. gün verilerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulgular, debris ekstrüzyonunun postoperatif analjezik ihtiyacı üzerindeki etkisini desteklemektedir. Mevcut çalışmada postoperatif dönemde hastaların analjezik kullanım düzeyinin, literatürde yer alan bazı araştırmalarla ^{16,18} karşılaştırıldığında görece olarak daha düşük olduğu saptanmıştır. Neelakantan ve Sharma¹⁸ tarafından yürütülen çalışmada, bir gruptaki hastaların %40,5'i postoperatif analjezik kullanırken, Kherlakian ve ark.'nın¹⁶ çalışmasında ise ağrı kesici kullanım oranı %27 ile %33 arasında rapor edilmiştir¹⁸. Buna karşılık, mevcut çalışmada yalnızca TeM grubundaki hastaların %12,9'u analjezik kullanma gereksinimi duymuştur. Bu durum dikkat çekici olup, farklı sonuçların ortaya çıkmasında metodolojik değişkenlerin etkili olabileceği düşünülmektedir. Örneğin, Neelakantan ve Sharma¹⁸ tarafından yürütülen çalışmada uygulamalar, iki farklı merkezde görev yapan iki klinisyen tarafından gerçekleştirilmiştir. Buna karşılık, mevcut çalışmada tüm uygulamalar, tek bir merkezde aynı araştırmacı klinisyen tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemsel farklılık, elde edilen sonuçlar arasındaki varyasyonu kısmen açıklayabilecek önemli bir etken olarak değerlendirilebilir.

Ağrı deneyimi öznel bir algıya dayandığı için bireyler arasında farklılık gösterebilir. Ağrı eşiği, ifade biçimi, psikolojik durum ve önceki ağrı deneyimleri gibi

bireysel faktörler, hastaların bildirdiği ağrı düzeylerini etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, endodontik tedavi sonrası değerlendirmelerde hastaların subjektif bildirimlerine dayanan ağrı skorları, doğal olarak kişisel algı farklılıklarını yansıtmaktadır. Ancak bu durum, çalışmanın metodolojik bir eksikliği olarak değil; ağrı ölçümünün doğasından kaynaklanan kaçınılmaz bir sınırlılık olarak değerlendirilmelidir.

Kök kanal tedavisinin doğası gereği, uygulayıcı hekimin kullanılan ege sistemini bilmeden işlemi gerçekleştirmesi mümkün değildir; bu durum, çalışmanın çift kör (double-blind) bir yöntemle tasarlanmasını teknik olarak imkânsız kılmış ve önemli bir metodolojik sınırlılık oluşturmuştur. Her ne kadar postoperatif ağrı verileri doğrudan hastalardan, subjektif ağrı ölçeği ile elde edilse de, hekimin sistem bilgisi, dolaylı yollarla sonuçları etkileyebilir. Örneğin, hekimin belirli bir sisteme yönelik olumlu ya da olumsuz beklentileri, uygulama sırasındaki dikkat düzeyini, irrigasyon süresini veya dokuya uygulanan kuvveti etkileyebilir. Bu farklar, işlem sırasında oluşabilecek doku travması ve dolayısıyla inflamatuvar yanıtı değiştirerek postoperatif ağrının şiddetini etkileyebilir. Bu nedenle çift körlük olmaksızın yürütülen çalışmalarda, hekimin bilişsel etkisi ve klinik davranış biçiminin göz ardı edilmemesi gereken potansiyel bir yanlılık kaynağı olduğu unutulmamalıdır. Bu durum, çalışmanın metodolojik bütünlüğünü sınırlayan önemli bir faktör olup, mevcut çalışmanın başlıca sınırlılıklarından biri olarak değerlendirilmelidir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kanal şekillendirme işlemleri sonrasında her iki sistemde de postoperatif ağrı düzeylerinde zamanla belirgin bir azalma izlenmiştir. Bu bulgu, inflamatuvar sürecin fizyolojik olarak tolere edildiğini ve dokuların iyileşmeye uyum gösterdiğini düşündürmektedir. TeM sistemini kullanan bireylerde, özellikle üçüncü günde olmak üzere daha yüksek düzeyde ağrı raporlanmıştır. Takip eden günlerde de bu grupta ağrı skorlarının daha yüksek seyretmesi, resiprokal hareket prensibine sahip sistemlerin postoperative ağrı açısından daha baskın bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir. Ağrı yönetimi açısından değerlendirildiğinde, yalnızca TeM grubunda analjezik kullanım gereksiniminin ortaya çıkması, sistem seçiminin postoperatif hasta konforu üzerinde belirleyici olabileceğini ortaya koymaktadır. Yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi ve preoperatif ağrı öyküsü gibi bireysel değişkenlerin postoperatif ağrı ya da analjezik kullanımı ile anlamlı ilişki göstermemesi, sistemin mekanik karakteristiklerinin klinik sonuçlar üzerinde daha etkili olduğunu desteklemektedir. Postoperatif ağrının azaltılmasının öncelikli olduğu klinik durumlarda (örneğin düşük ağrı eşiğine sahip bireyler, anksiyetik hastalar veya sistemik hastalığı nedeniyle ağrı toleransı düşük olan vakalar), rotasyonel hareket prensibiyle çalışan ve dokulara daha az travma verdiği düşünülen sistemlerin tercih edilmesi hem hasta memnuniyetini artırabilir hem de iyileşme sürecini destekleyebilir. Endodontik sistem seçimi, yalnızca teknik başarı değil, aynı zamanda tedavi sonrası konfor ve analjezik ihtiyacını azaltma gibi klinik hedefler açısından da değerlendirilmelidir. Bu, bireyselleştirilmiş tedavi planlamasında hekime önemli bir yön gösterici olabilir.

Farklı diş gruplarını içeren, daha geniş örneklem büyüklükleriyle ve çeşitli popülasyonlarda yürütülecek, çok merkezli ve standardize edilmiş protokollere sahip çalışmalar, elde edilen bulguların genellenebilirliğini artırırken, operatöre bağlı

değişkenliklerin etkisini en aza indirerek sistemlerin klinik performanslarının daha güvenilir şekilde değerlendirilmesini sağlayacaktır. Biyokimyasal inflamasyon belirteçlerine odaklanan ileri düzey çalışmalar, postoperatif ağrının patofizyolojisini daha ayrıntılı biçimde aydınlatılabilir. Gelecekteki araştırmalarda, farklı ege sistemlerinin yalnızca ağrı düzeyi değil, aynı zamanda doku iyileşme süreci, rezolüsyon mediatörlerinin salınımı ve vasküler yanıt üzerindeki etkileri de incelenebilir.

KAYNAKLAR

1. Sathorn C, Parashos P, Messer H. The prevalence of postoperative pain and flare-up in single- and multiple-visit endodontic treatment: a systematic review. *Int Endod J*, 2008; 41:91-99.
2. Pak JG, White SN. Pain prevalence and severity before, during, and after root canal treatment: a systematic review. *J Endod*, 2011; 37:429-438.
3. Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC ve ark. Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *J Endod*, 2013; 39:1278-1280.
4. Menke ER, Jackson CR, Bagby MD ve ark. The effectiveness of prophylactic etodolac on postendodontic pain. *J Endod*, 2000; 26:712-715.
5. Alves VO. Endodontic flare-ups: a prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2010; 110:e68-72.
6. Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J*, 2014; 47:211-221.
7. Vivekanandhan P, Subbiya A, Mitthra S ve ark. Comparison of apical debris extrusion of two rotary systems and one reciprocating system. *J Conserv Dent*, 2016; 19:245-249.
8. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation--literature review and case reports. *Int Endod J*, 2000; 33:186-193.
9. Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP ve ark. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J*, 2001; 34:354-358.
10. Vaudt J, Bitter K, Neumann K ve ark. Ex vivo study on root canal instrumentation of two rotary nickel-titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments. *Int Endod J*, 2009; 42:22-33.
11. Madhusudhana K, Mathew VB, Reddy NM. Apical extrusion of debris and irrigants using hand and three rotary instrumentation systems – an in vitro study. *Contemp Clin Dent*, 2010; 1:234-236.
12. Tinoco JM, De-Deus G, Tinoco EM ve ark. Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multifile instrumentation systems. *Int Endod J*, 2014; 47:560-566.

13. Hou XM, Su Z, Hou BX. Post endodontic pain following single-visit root canal preparation with rotary vs reciprocating instruments: a meta-analysis of randomized clinical trials. *BMC Oral Health*, 2017; 17:86.
14. Borlina SC, de Souza V, Holland R ve ark. Influence of apical foramen widening and sealer on the healing of chronic periapical lesions induced in dogs' teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2010; 109:932-940.
15. Nekoofar MH, Sheykhrezae MS, Meraji N ve ark. Comparison of the effect of root canal preparation by using WaveOne and ProTaper on postoperative pain: a randomized clinical trial. *J Endod*, 2015; 41:575-578.
16. Kherlakian D, Cunha RS, Ehrhardt IC ve ark. Comparison of the incidence of postoperative pain after using 2 reciprocating systems and a continuous rotary system: a prospective randomized clinical trial. *J Endod*, 2016; 42:171-176.
17. Shokrane A, Ajami M, Farhadi N ve ark. Postoperative endodontic pain of three different instrumentation techniques in asymptomatic necrotic mandibular molars with periapical lesion: a prospective, randomized, double-blind clinical trial. *Clin Oral Investig*, 2017; 21:413-418.
18. Neelakantan P, Sharma S. Pain after single-visit root canal treatment with two single-file systems based on different kinematics--a prospective randomized multicenter clinical study. *Clin Oral Investig*, 2015; 19:2211-2217.
19. Christopher U, Emmanuel A. Flare-up incidence and related factors in adults. *J Dent Oral Hyg*, 2010; 2:19-22.
20. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am*, 1967; 11:723-744.
21. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*, 1974; 18:269-296.
22. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Eur J Oral Sci*, 1981; 89:321-328.
23. Renner D, Grazziotin-Soares R, Gavini G ve ark. Influence of pulp condition on the accuracy of an electronic foramen locator in posterior teeth: an in vivo study. *Braz Oral Res*, 2012; 26:106-111.
24. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. *J Am Dent Assoc*, 1955; 50:544-552.

25. Morfis A, Sylaras S, Georgopoulou M ve ark. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1994; 77:172-176.
26. Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1972; 33:101-110.
27. Tınaz C. Kanal tedavisinde çalışma boyutu. *Gazidis*, 2001; 18:31-37.
28. Deplazes P, Peters O, Barbakow F. Comparing apical preparations of root canals shaped by nickel-titanium rotary instruments and nickel–titanium hand instruments. *J Endod*, 2001; 27:196-202.
29. Thompson S. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J*, 2000; 33:297-310.
30. Haapasalo M, Shen Y. Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. *Endod Top*, 2013; 29:3-17.
31. Siqueira JF Jr. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J*, 2003; 36:453-463.
32. Morgan LF, Montgomery S. An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endod*, 1984; 10:491-498.
33. Blum JY, Machtou P, Micallef JP. Location of contact areas on rotary Profile instruments in relationship to the forces developed during mechanical preparation on extracted teeth. *Int Endod J*, 1999; 32:108-114.
34. Waplington M, McRobert A. Shaping the root canal system. *Br Dent J*, 2014; 216:293-297.
35. Saunders EM. Hand instrumentation in root canal preparation. *Endod Top*, 2005; 10:163-167.
36. Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner JC. *Ingle's Endodontics*, 6th ed. Hamilton, BC Decker Inc, 2008.
37. 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.
38. Lee J, Park J, Andreasen G ve ark. Thermomechanical study of Ni-Ti alloys. *J Biomed Mater Res*, 1988; 22:573-588.
39. Saunders W. *Textbook of Endodontology*. In: United Kingdom, Wiley-Blackwell, 2003:236-260.
40. Sonntag D, Peters OA. Effect of prion decontamination protocols on nickel-titanium rotary surfaces. *J Endod*, 2007; 33:442-446.

41. Aminsobhani M, Razmi H, Nozari S. Ex vivo comparison of Mtwo and RaCe rotary file systems in root canal deviation: one file only versus the conventional method. *J Dent (Tehran)*, 2015; 12:469.
42. Brantley W, Svec T, Iijima M ve ark. Differential scanning calorimetric studies of nickel titanium rotary endodontic instruments. *J Endod*, 2002; 28:567-572.
43. Miyazaki S, Otsuka K. Deformation and transition behavior associated with the R-phase in Ti-Ni alloys. *Metall Trans A*, 1986; 17:53-63.
44. Campbell F, Cunliffe J, Darcey J. Current technology in endodontic instrumentation: advances in metallurgy and manufacture. *Br Dent J*, 2021; 231:49-57.
45. Bryant S, Dummer P, Pitoni C ve ark. Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel–titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J*, 1999; 32:155-164.
46. Gavini G, Santos Md, Caldeira CL ve ark. Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res*, 2018; 32:e67.
47. Haapasalo M, Endal U, Zandi H ve ark. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endod Top*, 2005; 10:77-102.
48. Ruddle CJ. The protaper technique. *Endod Top*, 2005; 10:187-190.
49. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys – a review. *Int Endod J*, 2018; 51:1088-1103.
50. Lopes HP, Elias CN, Vieira MV ve ark. Influence of surface roughness on the fatigue life of nickel-titanium rotary endodontic instruments. *J Endod*, 2016; 42:965-968.
51. Bonaccorso A, Tripi TR, Rondelli G ve ark. Pitting corrosion resistance of nickel–titanium rotary instruments with different surface treatments in seventeen percent ethylenediaminetetraacetic acid and sodium chloride solutions. *J Endod*, 2008; 34:208-211.
52. Gambarini G, Grande NM, Plotino G ve ark. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod*, 2008; 34:1003-1005.
53. Shen Y, Zhou Hm, Zheng Yf ve ark. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod*, 2013; 39:163-172.
54. Hou X, Yahata Y, Hayashi Y ve ark. Phase transformation behaviour and bending property of twisted nickel–titanium endodontic instruments. *Int Endod J*, 2011; 44:253-258.

55. Gambarini G, Gerosa R, De Luca M ve ark. Mechanical properties of a new and improved nickel-titanium alloy for endodontic use: an evaluation of file flexibility. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2008; 105:798-800.
56. Hashem AAR, Ghoneim AG, Lutfy RA ve ark. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J Endod*, 2012; 38:996-1000.
57. Zhou HM, Shen Y, Zheng W ve ark. Mechanical properties of controlled memory and superelastic nickel-titanium wires used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *J Endod*, 2012; 38:1535-1540.
58. Iacono F, Pirani C, Generali L ve ark. Structural analysis of HyFlex EDM instruments. *Int Endod J*, 2017; 50:303-313.
59. Pereira ÉS, Viana AC, Buono VT ve ark. Behavior of nickel-titanium instruments manufactured with different thermal treatments. *J Endod*, 2015; 41:67-71.
60. Zinelis S, Eliades T, Eliades G. A metallurgical characterization of ten endodontic Ni-Ti instruments: assessing the clinical relevance of shape memory and superelastic properties of Ni-Ti endodontic instruments. *Int Endod J*, 2010; 43:125-134.
61. FGK Dentaire. FKG product catalogue 2019. https://www.fkg.ch/sites/default/files/FKG_Catalogue%202019_EN_WEB. Erişim tarihi: 14 Mayıs 2025.
62. Alfadley A, Alrajhi A, Alissa H ve ark. Shaping ability of XP endo shaper file in curved root canal models. *Int J Dent*, 2020; 2020:4687045.
63. Daneshmand S, Kahrizi EF, Abedi E ve ark. Influence of machining parameters on electro discharge machining of NiTi shape memory alloys. *Int J Electrochem Sci*, 2013; 8:3095-3104.
64. Theisen W, Schuermann A. Electro discharge machining of nickel–titanium shape memory alloys. *Mater Sci Eng A*, 2004; 378:200-204.
65. Jameson EC. Electrical discharge machining. 1st ed. Dearborn, MI, Society of Manufacturing Engineers, 2001.
66. Guo Y, Klink A, Fu C, ve ark. Machinability and surface integrity of Nitinol shape memory alloy. *CIRP Ann*, 2013; 62:83-86.
67. Pirani C, Iacono F, Generali L ve ark. HyFlex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. *Int Endod J*, 2016; 49:483-493.

68. Pedullà E, Savio FL, Boninelli S ve ark. Torsional and cyclic fatigue resistance of a new nickel-titanium instrument manufactured by electrical discharge machining. *J Endod*, 2016; 42:156-159.
69. Özyürek T, Yılmaz K, Uslu G. Shaping ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM single-file systems in simulated S-shaped canals. *J Endod*, 2017; 43:805-809.
70. Xavier FCS, Lima EJNL, Buono VTL ve ark. Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res*, 2020; 34:e074.
71. Ahn S-Y, Kim H-C, Kim E. Kinematic effects of nickel-titanium instruments with reciprocating or continuous rotation motion: a systematic review of in vitro studies. *J Endod*, 2016; 42:1009-1017.
72. Yared G. Canal preparation using only one ni-ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J*, 2008; 41:339-344.
73. Gambarini G, Giansiracusa Rubini A, Sannino G, ve ark. Cutting efficiency of nickel–titanium rotary and reciprocating instruments after prolonged use. *Odontology*, 2016; 104:77-81.
74. Hof R, Perevalov V, Eltanani M, ve ark. The self-adjusting file (saf). part 2: mechanical analysis. *J Endod*, 2010; 36:691-696.
75. Metzger Z, Teperovich E, Zary R, ve ark. The self-adjusting file (saf). part 1: respecting the root canal anatomy—a new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod*, 2010; 36:679-690.
76. Endo S. Scope endo catalog. https://scopeendo.com.tr/wp-content/uploads/2021/03/RS_katalog.pdf. Erişim tarihi: 14 Mayıs 2025.
77. MUST T-e. Reciprocal niti root canal file. <https://www.oncudental.com/Urunler/Dentac/T-endo-Must.aspx>. Erişim tarihi: 14 Mayıs 2025.
78. Raja SN, Carr DB, Cohen M, ve ark. The revised international association for the study of pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*, 2020; 161:1976-1982.
79. Silva EJNL, Menaged K, Ajuz N, ve ark. Postoperative pain after foraminal enlargement in anterior teeth with necrosis and apical periodontitis: a prospective and randomized clinical trial. *J Endod*, 2013; 39:173-176.
80. Genet J, Hart A, Wesselink P, ve ark. Preoperative and operative factors associated with pain after the first endodontic visit. *Int Endod J*, 1987; 20:53-64.

81. Özdemir O. Postoperative pain in endodontics. On J Dent Oral Health, 2020; 3:1-4.
82. Schnitzler A, Ploner M. Neurophysiology and functional neuroanatomy of pain perception. J Clin Neurophysiol, 2000; 17:592-603.
83. Aydın ON. Ağrı ve ağrı mekanizmalarına güncel bakış. ADÜ Tıp Fak Derg, 2002; 3(2):37-48
84. Morse DR, Koren LZ, Esposito JV, ve ark. Asymptomatic teeth with necrotic pulps and associated periapical radiolucencies: relationship of flare-ups to endodontic instrumentation, antibiotic usage and stress in three separate practices at three different time periods. Int J Psychosom, 1986; 33(1):5-17.
85. Walton R, Fouad A. Endodontic interappointment flare-ups: a prospective study of incidence and related factors. J Endod, 1992; 18:172-177.
86. Imura N, Zuolo M. Factors associated with endodontic flare-ups: a prospective study. Int Endod J, 1995; 28:261-265.
87. Siqueira Jr JF, Rôças IN, Favieri A, ve ark. Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. J Endod, 2002; 28:457-460.
88. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. J Endod, 1985; 11(11):472-478.
89. Naidorf IJ. Endodontic flare-ups: bacteriological and immunological mechanisms. J Endod, 1985; 11:462-464.
90. Nair PR. Apical periodontitis: a dynamic encounter between root canal infection and host response. Periodontol 2000, 1997; 13:121-148.
91. 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.
92. Glennon J, Ng YL, Setchell D, Gulabivala K. Prevalence of and factors affecting postpreparation pain in patients undergoing two-visit root canal treatment. Int Endod J. 2004; 37:29-37.
92. 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.
93. Owatz CB, Khan AA, Schindler WG ve ark. The incidence of mechanical allodynia in patients with irreversible pulpitis. J Endod, 2007; 33:552-556.
94. Ertan T, Şahinkesen G, Tunca YM. Kök kanal tedavisi sonunda duyulan ağrının değerlendirilmesi. Agri. 2010;22:159-164.

95. 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.
96. 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.
97. Watkins CA, Logan HL, Kirchner HL. Anticipated and experienced pain associated with endodontic therapy. *J Am Dent Assoc*, 2002; 133:45-54.
98. ElMubarak AHH, Abu-bakr NH, Ibrahim YE. Postoperative pain in multiple-visit and single-visit root canal treatment. *J Endod*, 2010; 36:36-39.
99. Keçeci D, Çelik D. Endodontide akut alevlenmeler (flare-up). *Gazidis*, 2004; 21:61-69.
100. Walton RE. Interappointment flare-ups: incidence, related factors, prevention, and management. *Endod Top*, 2002; 3:67-76.
101. 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.
102. Sahito N, Dal AQ, Qureshi A. A clinical study of the post operative pain after root canal obturation with obtura-ii & system-b, warm gutta-percha techniques. *J Am Sci*, 2014; 10:11-14.
103. Johnson W. Cleaning and shaping. In: Torabinejad M, Walton RE, editors. *Endodontics: Principles and Practice*. 4th ed. China: Saunders Elsevier; 2009. p. 583–646.
104. 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.
105. Alaçam T, Tınaz AC. Interappointment emergencies in teeth with necrotic pulps. *J Endod*, 2002; 28:375-377.
106. Gençoğlu N. Endodontide postoperatif ağrı. *Türkiye Klinikleri J Endod-Special Topics*. 2023;9(1):19–28.
107. Martins CM, da Silva Machado NE, Giopatto BV ve ark. Post-operative pain after using sodium hypochlorite and chlorhexidine as irrigation solutions in endodontics: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *Indian J Dent Res*, 2020; 31:774-781.
108. Wourms DJ, Campbell AD, Hicks ML ve ark. Alternative solvents to chloroform for gutta-percha removal. *J Endod*, 1990; 16:224-226.

109. Marshall JG, Liesinger AW. Factors associated with endodontic posttreatment pain. *J Endod*, 1993; 19:573-575.
110. Seltzer S. Pain in endodontics. *J Endod*, 1986; 12:505-508.
111. Pasqualini D, Mollo L, Scotti N ve ark. Postoperative pain after manual and mechanical glide path: a randomized clinical trial. *J Endod*, 2012, 38: 32-36.
112. Tinaz AC, Alacam T, Uzun O ve ark. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod*, 2005, 31: 533-535.
113. al-Omari MA, Dummer PM. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod*, 1995, 21: 154-158.
124. Lee BN, Hong JU, Kim SM ve ark. Anti-inflammatory and osteogenic effects of calcium silicate-based root canal sealers. *J Endod*, 2019, 45: 73-78.
125. Omoigui S. The biochemical origin of pain: the origin of all pain is inflammation and the inflammatory response. part 2 of 3 - inflammatory profile of pain syndromes. *med hypotheses*. 2007, 69: 1169-1178.
126. Emara RS, Abou El Nasr HM, El Boghdadi RM. Evaluation of postoperative pain intensity following occlusal reduction in teeth associated with symptomatic irreversible pulpitis and symptomatic apical periodontitis: a randomized clinical study. *Int Endod J*. 2019, 52: 288-296.
127. Keiser K. Strategies for managing the endodontic pain patient. *Tex Dent J*. 2003;120:250–257.
128. Barış SD, Türkyılmaz A. Endodontide postoperatif ağrı yönetimine güncel bir yaklaşım: kriyoterapi. *Eur J Res Dent*, 2023, 7: 163–171.
129. 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.
130. Mehrvarzfar P, Abbott PV, Saghiri 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.
131. 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.
132. Seymour RA, Walton JG. Pain control after third molar surgery. *Int J Oral Surg*. 1984, 13: 457-485.
133. Eti Aslan F. Ağrı değerlendirme yöntemleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 2002; 6:9–16.

134. Sirintawat N, Sawang K, Chaiyasamut T ve ark. Pain measurement in oral and maxillofacial surgery. *J Dent Anesth Pain Med*. 2017, 17: 253-263.
135. Wewers ME, Lowe NK. A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Res Nurs Health*. 1990, 13: 227-236.
136. Bird HA, Dixon JS. The measurement of pain. *Baillieres Klin Rheumatol*. 1987, 1: 71-89.
137. Hartrick CT, Kovan JP, Shapiro S. The numeric rating scale for clinical pain measurement: a ratio measure? *Pain Pract*. 2003, 3: 310-316.
138. Risso PA, Cunha AJ, Araujo MC ve ark. Postobturation pain and associated factors in adolescent patients undergoing one- and two-visit root canal treatment. *J Dent*, 2008, 36: 928-934.
139. Saka Ö. Ağrıyı ölçme ve değerlendirme. *Turk Klin Fam Med-Spec Top*, 2011, 2: 15–20.
140. Jamison RN, Edwards RR. Integrating pain management in clinical practice. *J Clin Psychol Med Settings*, 2012; 19:49–64.
141. Kahl C, Cleland JA. Visual analogue scale, numeric pain rating scale and the McGill pain questionnaire: an overview of psychometric properties. *Phys Ther Rev*, 2005; 10:123-128.
142. Heft MW, Parker SR. An experimental basis for revising the graphic rating scale for pain. *Pain*. 1984, 19: 153-161.
143. 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.
144. 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.
145. 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.
146. Melzack R. The mcgill pain questionnaire: major properties and scoring methods. *Pain*. 1975, 1: 277-299.
147. Melzack R. The short-form mcgill pain questionnaire. *Pain*. 1987, 30: 191-197.
148. Flaherty SA. Pain measurement tools for clinical practice and research. *AANA J*, 1996, 64: 133–140.

149. 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.
150. Relvas JB, Bastos MM, Marques AA ve ark. Assessment of postoperative pain after reciprocating or rotary niti instrumentation of root canals: a randomized. controlled clinical trial. *Clin Oral Investig*, 2016, 20: 1987-1993.
151. IASP Subcommittee on Taxonomy. Pain terms: a list with definitions and notes on usage. *Pain*, 1979, 6: 249.
152. Dorner TE, Muckenhuber J, Stronegger WJ ve ark. The impact of socio-economic status on pain and the perception of disability due to pain. *Eur J Pain*. 2011, 15: 103-109.
153. Panchal V, Jeevanandan G, Subramanian EMG. Comparison of post-operative pain after root canal instrumentation with hand k-files. H-files and rotary Kedo-S files in primary teeth: a randomised clinical trial. *Eur Arch Paediatr Dent*, 2019, 20: 467-472.
154. Aminoshariae A, Kulild JC, Mickel A ve ark. Association between systemic diseases and endodontic outcome: a systematic review. *J Endod*. 2017, 43: 514-519.
155. 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.
156. Fouad AF. Diabetes mellitus as a modulating factor of endodontic infections. *J Dent Educ*, 2003; 67:459-467.
157. 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.
158. 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.
159. Preshaw PM, Alba AL, Herrera D ve ark. Periodontitis and diabetes: a two-way relationship. *Diabetologia*, 2012; 55:21-31.
160. 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.
161. Edwards JL, Vincent AM, Cheng HT, Feldman EL. Diabetic neuropathy: mechanisms to management. *Pharmacol Ther*, 2008; 120:1-34.
162. Zhang JM, An J. Cytokines, inflammation, and pain. *Int Anesthesiol Clin*, 2007; 45:27-37.

163. 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.
164. Bender IB, Bender AB. Diabetes mellitus and the dental pulp. *J Endod*, 2003; 29:383-389.
165. 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.
166. Wang CH, Chueh LH, Chen SC ve ark. Impact of diabetes mellitus, hypertension, and coronary artery disease on tooth extraction after nonsurgical endodontic treatment. *J Endod*, 2011; 37:1-5.
167. 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*, 2016; 11:38-43.
168. Suresh N, Nagendrababu V, Koteeswaran V ve ark. Effect of preoperative oral administration of steroids in comparison to an anti-inflammatory drug on postoperative pain following single-visit root canal treatment - a double-blind, randomized clinical trial. *Int Endod J*, 2021; 54:198-209.
169. Gopikrishna V, Parameswaran A. Effectiveness of prophylactic use of rofecoxib in comparison with ibuprofen on postendodontic pain. *J Endod*, 2003; 29:62-64.
170. Mokhtari F, Yazdi K, Mahabadi AM ve ark. Effect of premedication with indomethacin and ibuprofen on postoperative endodontic pain: a clinical trial. *Iran Endod J*, 2016; 11:57-62.
171. Arslan H, Topcuoglu HS, Aladag H. Effectiveness of tenoxicam and ibuprofen for pain prevention following endodontic therapy in comparison to placebo: a randomized double-blind clinical trial. *J Oral Sci*, 2011; 53:157-161.
172. Konagala RK, Mandava J, Pabbati RK ve ark. Effect of pretreatment medication on postendodontic pain: a double-blind, placebo-controlled study. *J Conserv Dent*, 2019; 22:54-58.
173. Praveen R, Thakur S, Kirthiga M. Comparative evaluation of premedication with ketorolac and prednisolone on postendodontic pain: a double-blind randomized controlled trial. *J Endod*, 2017; 43:667-673.
174. Yavari HR, Jafari F, Jamloo H ve ark. The effect of submucosal injection of corticosteroids on pain perception and quality of life after root canal treatment of teeth with irreversible pulpitis: a randomized clinical trial. *J Endod*, 2019; 45:477-482.

175. Morse DR, Furst ML, Lefkowitz RD ve ark. A comparison of erythromycin and cefadroxil in the prevention of flare-ups from asymptomatic teeth with pulpal necrosis and associated periapical pathosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1990; 69:619-630.
176. Morse DR, Furst ML, Belott RM ve ark. Prophylactic penicillin versus penicillin taken at the first sign of swelling in cases of asymptomatic pulpal-periapical lesions: a comparative analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1988; 65: 228-232.
177. Morse DR, Koren LZ, Esposito JV ve ark. Asymptomatic teeth with necrotic pulps and associated periapical radiolucencies: relationship of flare-ups to endodontic instrumentation, antibiotic usage and stress in three separate practices at three different time periods. *Int J Psychosom*, 1986; 33: 5-87.
178. Gambarini G, Gergi R, Naaman A ve ark. Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. *Int Endod J*, 2012; 45: 802-806.
179. Gotler M, Bar-Gil B, Ashkenazi M. Postoperative pain after root canal treatment: a prospective cohort study. *Int J Dent*, 2012; 2012: 310467.
180. Ince B, Ercan E, Dalli M ve ark. Incidence of postoperative pain after single-and multi-visit endodontic treatment in teeth with vital and non-vital pulp. *Eur J Dent*, 2009; 3: 273-279.
181. Edionwe J, Shaba O, Umesi D. Single visit root canal treatment: a prospective study. *Niger J Clin Pract*, 2014; 17: 276-281.
182. Topçuoğlu HS, Zan R, Akpek F ve ark. Apically extruded debris during root canal preparation using Vortex Blue, K3XF, ProTaper Next and Reciproc instruments. *Int Endod J*, 2016; 49: 1183-1187.
183. Silva EJ, Carapiá MF, Lopes RM ve ark. Comparison of apically extruded debris after large apical preparations by full-sequence rotary and single-file reciprocating systems. *Int Endod J*, 2016; 49: 700-705.
184. Gambarini G, Testarelli L, De Luca M ve ark. The influence of three different instrumentation techniques on the incidence of postoperative pain after endodontic treatment. *Ann Stomatol (Roma)*, 2013; 4: 152-155.
185. Li G. *Endodontic Practice*. Philadelphia, Lea & Febiger, 1978: 145-163.
186. Dummer PM, Hicks R, Huws D. Clinical signs and symptoms in pulp disease. *Int Endod J*, 1980, 13: 27-35.
187. 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.

188. 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.
189. 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.
190. 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.
191. 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.
192. Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D ve ark. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod*, 2002, 28: 779-783.
193. Buchanan LS. The art of endodontics: files of greater taper. *Dent Today*, 1996, 15: 42, 44-46, 48-49 passim.
194. Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation, Part 1: Concepts for variably tapered shaping instruments. *Dent Today*, 1998, 17: 54-60.
195. Yared GM, Dagher FE. Influence of apical enlargement on bacterial infection during treatment of apical periodontitis. *J Endod*, 1994, 20: 535-537.
196. Alodeh MH, Dummer PM. A comparison of the ability of K-files and Hedstrom files to shape simulated root canals in resin blocks. *Int Endod J*, 1989, 22: 226-235.
197. Adorno CG, Yoshioka T, Suda H. The effect of working length and root canal preparation technique on crack development in the apical root canal wall. *Int Endod J*, 2010, 43: 321-327.
198. Yu DC, Schilder H. Cleaning and shaping the apical third of a root canal system. *Gen Dent*, 2001, 49: 266-270.
199. Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation--Part 1. Concepts for variably tapered shaping instruments. *Int Endod J*, 2000, 33: 516-529.
200. Cohen BD. Orofacial dental pain emergencies: Endodontic diagnosis and management. In: Hargreaves KM, Cohen S, eds. *Pathways of the Pulp*. St. Louis, Mosby, 2002: 31-75.
201. Yoldas O, Topuz A, Isçi AS ve ark. Postoperative pain after endodontic retreatment: single- versus two-visit treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2004;98:483-487.

202. Ercan E, Kaya S. Tek ve iki seansta yapılan kanal tedavilerinde postoperatif ağrının değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Dent J*, 2005;2:89–93.
203. Calhoun RL, Landers RR. One-appointment endodontic therapy: a nationwide survey of endodontists. *J Endod*, 1982;8:35-40.
204. Ashkenaz PJ. One-visit endodontics. *Dent Clin North Am*, 1984;28:853-863.
205. Raju T, Seshadri A, Vamsipavani B ve ark. Evaluation of pain in single and multi rooted teeth treated in single visit endodontic therapy. *J Int Oral Health*, 2014;6:27.
206. Inamoto K, Kojima K, Nagamatsu K ve ark. A survey of the incidence of single-visit endodontics. *J Endod*, 2002;28:371-374.
207. Fox J, Atkinson JS, Dinin AP ve ark. Incidence of pain following one-visit endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1970;30:123-130.
208. Siqueira JF Jr. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J*, 2001;34:1-10.
209. Mulhern JM, Patterson SS, Newton CW ve ark. Incidence of postoperative pain after one-appointment endodontic treatment of asymptomatic pulpal necrosis in single-rooted teeth. *J Endod*, 1982;8:370-375.
210. Oliet S. Single-visit endodontics: a clinical study. *J Endod*, 1983;9:147-152.
211. Topçuoğlu HS, Arslan H, Çakici F ve ark. The incidence and severity of postoperative pain after root canal treatment performed in one visit or multiple visits. *Türkiye Klin J Dent Sci*, 2012;18:158-162.
212. Rao KN, Kandaswamy R, Umashetty G ve ark. Post-obturation pain following one-visit and two-visit root canal treatment in necrotic anterior teeth. *J Int Oral Health*, 2014;6:28.
213. Yoldas O, Topuz A, Isçi AS ve ark. Postoperative pain after endodontic retreatment: single-versus two-visit treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2004;98:483-487.
214. Xavier ACC, Martinho FC, Chung A ve ark. One-visit versus two-visit root canal treatment: effectiveness in the removal of endotoxins and cultivable bacteria. *J Endod*, 2013;39:959-964.
215. Alacam T. Incidence of postoperative pain following the use of different sealers in immediate root canal filling. *J Endod*, 1985;11:135-137.
216. Ahmad IA. Rubber dam usage for endodontic treatment: a review. *Int Endod J*, 2009;42:963-972.

217. Harrel SK, Molinari J. Aerosols and splatter in dentistry: a brief review of the literature and infection control implications. *J Am Dent Assoc*, 2004;135:429-437.
218. Ingle JJ, Machtou P, Bogaerts P. Outcome of endodontic treatment and re-treatment. In: Ingle JJ, Bakland LK, editors. *Endodontics*. 5th ed. Hamilton: BC Decker Inc; 2002. p.747-768.
219. Bergenholtz G, Lekholm U, Milthorpe R ve ark. Influence of apical overinstrumentation and overfilling on re-treated root canals. *J Endod*, 1979;5:310-314.
220. Cianconi L, Angotti V, Felici R ve ark. Accuracy of three electronic apex locators compared with digital radiography: an ex vivo study. *J Endod*, 2010;36:2003-2007.
221. Orafi I, Rushton VE. The use of radiography and the apex locator in endodontic treatment within the UK: a comparison between endodontic specialists and general dental practitioners. *Int Endod J*, 2013, 46: 355-364.
222. Klemz AA, Cruz ATG, Piasecki L ve ark. Accuracy of electronic apical functions of a new integrated motor compared to the visual control of the working length-an ex vivo study. *Clin Oral Investig*, 2021, 25: 231-236.
223. Nekoofar MH, Ghandi MM, Hayes SJ ve ark. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J*, 2006, 39: 595-609.
224. Nam J, Piasecki L, Kwak D ve ark. Variations in the morphology of apical constriction affecting electronic readings: An in vitro investigation using 3D-printed tooth models. *Aust Endod J*, 2023, 49 Suppl 1: 245-252.
225. ElAyouti A, Dima E, Ohmer J ve ark. Consistency of apex locator function: a clinical study. *J Endod*, 2009, 35: 179-181.
226. de Moraes AL, de Alencar AH, Estrela CR ve ark. Working Length Determination using cone-beam computed tomography, periapical radiography and electronic apex locator in teeth with apical periodontitis: a clinical study. *Iran Endod J*, 2016, 11: 164-168.
227. Kara Tuncer A, 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.
228. Saha B, Alam S, Lyngdoh D ve ark. Comparative evaluation of digital radiography, electronic apex locator and simultaneous working length determination on postoperative pain after root canal treatment: a randomized clinical trial. *Eur Oral Res*, 2024, 58: 44-50.

229. Yaylali IE, Demirci GK, Kurnaz S ve ark. Does maintaining apical patency during instrumentation increase postoperative pain or flare-up rate after nonsurgical root canal treatment? A systematic review of randomized controlled trials. *J Endod*, 2018, 44: 1228-1236.
230. Cailleteau JG, Mullaney TP. Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in United States dental schools. *J Endod*, 1997, 23: 394-396.
231. Buchanan LS. Management of the curved root canal. *J Calif Dent Assoc*, 1989, 17: 18-25, 27.
232. Siqueira JF Jr. Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. *Endod Top*, 2005, 10: 123-147.
233. Vera J, Arias A, Romero M. Effect of maintaining apical patency on irrigant penetration into the apical third of root canals when using passive ultrasonic irrigation: an in vivo study. *J Endod*, 2011, 37: 1276-1278.
234. Dalton BC, Ørstavik D, Phillips C ve ark. Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. *J Endod*, 1998, 24: 763-767.
235. Bolles JA, He J, Svoboda KK ve ark. Comparison of Vibringe, EndoActivator, and needle irrigation on sealer penetration in extracted human teeth. *J Endod*, 2013, 39: 708-711.
236. Siqueira JF Jr, 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.
237. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - a review. *Int Endod J*, 2010, 43: 2-15.
238. Perez F, Calas P, Rochd T. Effect of dentin treatment on in vitro root tubule bacterial invasion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1996, 82: 446-451.
239. Hülsmann M, Rödiger T, Nordmeyer S. Complications during root canal irrigation. *Endod Top*, 2007, 16: 27-63.
240. Vande Visse JE, Brilliant JD. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod*, 1975, 1: 243-246.
241. Sedgley CM, Nagel AC, Hall D ve ark. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging in vitro. *Int Endod J*, 2005, 38: 97-104.

242. Boutsoukias C, Lambrianidis T, Kastrinakis E ve ark. Measurement of pressure and flow rates during irrigation of a root canal ex vivo with three endodontic needles. *Int Endod J*, 2007, 40: 504-513.
243. Hsieh YD, Gau CH, Kung Wu SF ve ark. Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. *Int Endod J*, 2007, 40: 11-17.
244. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod*, 1983, 9: 475-479.
245. Alkahtani A, Al Khudhairi TD, Anil S. A comparative study of the debridement efficacy and apical extrusion of dynamic and passive root canal irrigation systems. *BMC Oral Health*, 2014, 14: 12.
246. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod*, 2006, 32: 389-398.
247. Boutsoukias C, Verhaagen B, Versluis M ve ark. Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod*, 2010, 36: 875-879.
248. Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet*, 1974, 2: 1127-1131.
249. Bodian CA, Freedman G, Hossain S ve ark. The visual analog scale for pain: clinical significance in postoperative patients. *Anesthesiology*, 2001, 95: 1356-1361.
250. Stinson JN, Kavanagh T, Yamada J ve ark. Systematic review of the psychometric properties, interpretability and feasibility of self-report pain intensity measures for use in clinical trials in children and adolescents. *Pain*, 2006, 125: 143-157.
251. Erdem Hepsenoglu Y, 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.
252. Jensen MP, Chen C, Brugger AM. Interpretation of visual analog scale ratings and change scores: a reanalysis of two clinical trials of postoperative pain. *J Pain*, 2003, 4: 407-414.
253. Garcia-Font M, Durán-Sindreu F, Morelló S ve ark. Postoperative pain after removal of gutta-percha from root canals in endodontic retreatment using rotary or reciprocating instruments: a prospective clinical study. *Clin Oral Investig*, 2018, 22: 2623-2631.
254. Adiguzel M, Tufenkci P, Pamukcu II. Comparison of postoperative pain intensity following the use of three different instrumentation techniques: a randomized clinical trial. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, 2019; 13: 133-140.

255. Yaylali IE, Teke A, Tunca YM. The effect of foraminal enlargement of necrotic teeth with a continuous rotary system on postoperative pain: a randomized controlled trial. *J Endod*, 2017, 43: 359-363.
256. Kvist T, Reit C. Postoperative discomfort associated with surgical and nonsurgical endodontic retreatment. *Endod Dent Traumatol*, 2000, 16: 71-74.
257. Liapis D, De Bruyne MAA, De Moor RJG 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.
258. Graunaite I, Skucaite N, Lodiene G ve ark. Effect of resin-based and bioceramic root canal sealers on postoperative pain: a split-mouth randomized controlled trial. *J Endod*, 2018, 44: 689-693.
259. Ali 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.
260. Yu YH, Kushnir L, Kohli M ve ark. Comparing the incidence of postoperative pain after root canal filling with warm vertical obturation with resin-based sealer and sealer-based obturation with calcium silicate-based sealer: a prospective clinical trial. *Clin Oral Investig*, 2021, 25: 5033-5042.
261. Paller CJ, Campbell CM, Edwards RR ve ark. Sex-based differences in pain perception and treatment. *Pain Med*, 2009, 10: 289-299.
262. Mehrvarzfar P, Shababi B, Sayyad R ve ark. Effect of supraperiosteal injection of dexamethasone on postoperative pain. *Aust Endod J*, 2008, 34: 25-29.
263. 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.
264. Colameco S, Becker LA, Simpson M. Sex bias in the assessment of patient complaints. *J Fam Pract*, 1983, 16: 1117-1121.
265. Maddox DL, Walton RE, Davis CO. Incidence of posttreatment endodontic pain related to medicaments and other factors. *J Endod*, 1977, 3: 447-457.
266. Clem WH. Posttreatment endodontic pain. *J Am Dent Assoc*, 1970, 81: 1166-1170.
267. 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.
268. Rosenberg PA. Endodontic pain: diagnosis, causes, prevention and treatment. 2014.

269. Khan J, Zusman T, Wang Q, ve ark. Acute and chronic pain in orofacial trauma patients. *J Endod*, 2019, 45: S28-S38.
270. Nasser SA, Afify EA. Sex differences in pain and opioid mediated antinociception: modulatory role of gonadal hormones. *Life Sci*, 2019, 237: 116926.
271. 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.
272. De Brito-Gariepy H, Botelho-Dantas TC, Gibbs JL. Endodontic pharmacotherapeutics. *endod prognosis clin guide optimal treat outcome*, 2017: 87-114.
273. Segura-Egea JJ, Cisneros-Cabello R, Llamas-Carreras JM ve ark. Pain associated with root canal treatment. *Int Endod J*, 2009, 42: 614-620.
274. Ng YL, Mann V, Rahbaran S ve ark. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature -part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J*, 2008, 41: 6-31.
275. Shabbir J, Khurshid Z, Qazi F ve ark. Effect of different host-related factors on postoperative endodontic pain in necrotic teeth dressed with interappointment intracanal medicaments: a multicomparison study. *Eur J Dent*, 2021, 15: 152-157.
276. Akbar I, Iqbal A, Al-Omiri MK. Flare-up rate in molars with periapical radiolucency in one-visit vs two-visit endodontic treatment. *J Contemp Dent Pract*, 2013, 14: 414-418.
277. Onay EO, Ungor M, Yazici AC. The evaluation of endodontic flare-ups and their relationship to various risk factors. *BMC Oral Health*, 2015, 15: 142.
278. de-Figueiredo FED, Lima LF, Lima GS ve ark. Apical periodontitis healing and postoperative pain following endodontic treatment with a reciprocating single-file, single-cone approach: a randomized controlled pragmatic clinical trial. *PLoS ONE*, 2020, 15: e0227347.
279. Kaplan T, Sezgin GP, Sönmez Kaplan S. Effect of a 980-nm diode laser on post-operative pain after endodontic treatment in teeth with apical periodontitis: a randomized clinical trial. *BMC Oral Health*, 2021, 21: 41.
280. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod*, 2012, 38: 850-852.
281. Martinho FC, Teixeira FF, Cardoso FG ve ark. Clinical investigation of matrix metalloproteinases, tissue inhibitors of matrix metalloproteinases, and matrix metalloproteinase/tissue inhibitors of matrix metalloproteinase complexes and their networks in apical periodontitis. *J Endod*, 2016, 42: 1082-1088.

282. 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.
283. 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.
284. Cotti E, Ideo F, Pedrazzini A ve ark. Proresolving mediators in endodontics: a systematic review. *J Endod*, 2021, 47: 711-720.
285. Aubeux D, Peters OA, Hosseinpour S ve ark. Specialized pro-resolving lipid mediators in endodontics: a narrative review. *BMC Oral Health*, 2021, 21: 276.
286. 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.
287. 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.
288. Çanakçı BC, Er Ö, Genç Şen Ö ve ark. The effect of two rotary and two reciprocating NiTi systems on postoperative pain after root canal retreatment on single-rooted incisor teeth: A randomized controlled trial. *Int Endod J*, 2021; 54:2016-2024.
289. 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.
290. Eyuboglu TF, Özcan M. Postoperative pain intensity associated with the use of different nickel-titanium shaping systems during single-appointment endodontic retreatment: a randomized clinical trial. *Quintessence Int*, 2019; 50.
291. Gençoğlu N, Karatekin AÖ, Gündoğar M. Postoperative pain following single visit root canal treatment with Reciproc Blue and Hyflex EDM instrumentation: A prospective randomized clinical trial. *Meandros Med Dent J*, 2024; 25:78-84.
292. Fundaoğlu Küçükkekenci F. Comparison of apically extruded debris during root canal preparation with T-Endo MUST, T-Endo MIS and Reciproc Blue file systems. *Gazidis*, 2023; 40:378-383.

293. Sadaf D, Ahmad MZ. Factors associated with postoperative pain in endodontic therapy. *Int J Biomed Sci*, 2014; 10:243.
294. Valliappan CT, Rahul B, Gabriel EM ve ark. Evaluation of postoperative pain with new heat-treated rotary and reciprocating nickel-titanium files: A randomized controlled clinical trial. *J Conserv Dent*, 2023; 26:170-175.
295. Vijayran VK, Khetarpal A, Vats A ve ark. Comparison of the incidence of postoperative pain in single sitting root canal treatment after using two reciprocating systems and two continuous rotary systems: An in vivo study. *J Conserv Dent*, 2023; 26:12-19.
296. Nobar BR, Dianat O, Shirvani A ve ark. Effect of rotary and reciprocating instrumentation motions on postoperative pain incidence in non-surgical endodontic treatments: a systematic review and meta-analysis. *Eur Endod J*, 2021; 6:3.
297. 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.

EKLER

EK-1. Özgeçmiş

Kişisel Bilgiler
Adı Soyadı : Muhammet Emin ÇAĞLAN
Eğitim
Lise : Kültür Temel Lisesi
Lisans : 19 Mayıs 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-40465587-050.01.04-1420
Konu : Etik Kurul

27.03.2025

Sayın Doç. Dr. Fatma PERTEK HATİPOĞLU

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz "Endodontik Tedavi Sonrası Postoperatif Ağrının Rotasyon ve Resiprokasyon Hareketli Döner Eğe Sistemleri Kullanılarak Karşılaştırılması, Bir Klinik Çalışma" isimli başvurunuz etik kurulumuz yönergesine göre 20.03.2025 tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, 2025/100 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 : 27a0998b06cf

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: Internet.Adresi@www.erdogan.edu.tr
Kep Adresi:

Bilgi için: Burak HANKAYA
Bilgisayar İşletmeni
Telefon No:



Ek-3. İntihal raporu

ORJİNALLİK RAPORU

%8

BENZERLİK ENDEKSİ

%8

İNTERNET KAYNAKLARI

%4

YAYINLAR

%2

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

acikbilim.yok.gov.tr
İnternet Kaynağı

%4

2

Submitted to Erciyes Üniversitesi
Öğrenci Ödevi

<%1

3

Submitted to Recep Tayyip Erdogan University
Öğrenci Ödevi

<%1

4

ikt.lisansustu.erdogan.edu.tr
İnternet Kaynağı

<%1

5

doczz.biz.tr
İnternet Kaynağı

<%1

6

dspace.kocaeli.edu.tr:8080
İnternet Kaynağı

<%1

7

Submitted to Inonu University
Öğrenci Ödevi

<%1

8

acikerisim.baskent.edu.tr:8080
İnternet Kaynağı

<%1

9

www.gevhernesibe.org
İnternet Kaynağı

<%1

10

docplayer.biz.tr
İnternet Kaynağı

<%1