



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



**EPOKSİ REZİN ESASLI VE BİYOSERAMİK ESASLI KÖK KANAL
DOLGU PATLARININ POSTOPERATİF AĞRI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ:
BİR RANDOMİZE KONTROLLÜ KLİNİK ÇALIŞMA**

Dt. Merve DEFİŞET

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Merve YENİÇERİ ÖZATA

DİYARBAKIR

2025



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



**EPOKSİ REZİN ESASLI VE BİYOSERAMİK ESASLI KÖK KANAL
DOLGU PATLARININ POSTOPERATİF AĞRI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ:
BİR RANDOMİZE KONTROLLÜ KLİNİK ÇALIŞMA**

Dt. Merve DEFİŞET

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Merve YENİÇERİ ÖZATA

DİYARBAKIR

2025

Bu tez Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünce desteklenmiştir.

Proje No: DİŞ.24.013

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

Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Uzman Öğrencisi Merve DEFİŞET'in "Epoksi Rezin Esaslı ve Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Dolgu Patlarının Postoperatif Ağrı Üzerindeki Etkisi: Bir Randomize Kontrollü Klinik Çalışma" başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Diş Hekimliği Fakültesi Uzmanlık Bitirme Tezi olarak kabul edilmiştir.

DİYARBAKIR / 05.12.2025

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Merve YENİÇERİ ÖZATA

Anabilim Dalı Başkanı
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim UYSAL

Yukarıdaki tez, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı tarafından 05.12.2025 tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL
Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı
İmzası

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir 'Uzmanlık' tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

İmzası

Prof. Dr. Alper KUŞTARCI

Prof. Dr. Sadullah KAYA

Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL

Doç. Dr. Merve YENİÇERİ ÖZATA

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim UYSAL

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve tezimi Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu standartlarına uygun bir şekilde hazırladığımı beyan ederim.

05.12.2025

Merve DEFİŞET

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tezimin her aşamasında yol gösteren, desteğini ve sevgisini her daim hissettiğim; mesleki ve akademik duruşuyla bana ilham veren, öğrencisi olmaktan büyük mutluluk ve gurur duyduğum saygıdeğer hocam Doç. Dr. Merve YENİÇERİ ÖZATA'ya,

Klinikte her zaman yanımda olan, babacan kişiliği, engin tecrübesi, esprili ve yol gösterici yaklaşımıyla değerli hocam Prof. Dr. Sadullah KAYA'ya,

Uzmanlık eğitimimde bana rehberlik eden ve değerli tecrübelerini paylaşan hocalarım Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL, Dr. Öğr. Üyesi İbrahim UYSAL ve Dr. Öğr. Üyesi Gizem AKIN TARTUK'a,

Sevgisi, dostluğu ve desteğiyle her zaman yanımda olan sevgili arkadaşım Ayşenur ÇAM başta olmak üzere, bu süreçte bana eşlik eden ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum eş kıdemlilerim Umut AĞAÇHANLI, Mehmet Ali ALTUNKUM ve Bora İLCAN'a

Her zaman desteğini yanımda hissettiğim, başta canım annem Adalet DEFİŞET olmak üzere aileme,

En içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

BEYAN	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
SEMBOLLER/KISALTMALAR	viii
RESİMLER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xii
ÖZET.....	1
ABSTRACT	2
1. GİRİŞ VE AMAÇ	3
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Ağrının Tanımı	6
2.2. Dental Ağrının Algılanma Mekanizması.....	6
2.3. Preoperatif Endodontik Ağrı	7
2.4. Endodontik Tedavi ile İlişkili Postoperatif Ağrı ve Flare-Up	7
2.5. Postoperatif Ağrı Oluşumuna Etki Eden Faktörler	8
2.5.1. Hasta kaynaklı faktörler	9
2.5.1.1. Psikolojik etkenler.....	9
2.5.1.2. Cinsiyet ve yaş	10
2.5.1.3. Sosyoekonomik durum	10
2.5.1.4. Sistemik hastalıklar	10
2.5.1.5. Preoperatif ilaç kullanımı.....	11
2.5.1.6. Genetik	11
2.5.1.7. Preoperatif ağrı.....	12
2.5.2. Diş kaynaklı faktörler.....	12
2.5.2.1. Dişin konumu ve cinsi.....	12
2.5.2.2. Dişin primer tedavisi mi, yoksa tekrar tedavisi mi?.....	13
2.5.2.3. Pulpal durum	13

2.5.2.4. Periapikal lezyonun varlığı ve boyutu.....	13
2.5.3. Tedavi protokolü kaynaklı faktörler	14
2.5.3.1. Preopeatif, intraoperatif veya postoperatif uygulanan medikasyon ve terapiler	14
2.5.3.1.1. Preoperatif ve postoperatif ilaçların etkinliği.....	14
2.5.3.1.2. Kanal içi uygulanan medikamentler	14
2.5.3.1.3. Fotobiyomodülasyon, fotodinamik terapi ve lazer destekleyici tedavileri.....	14
2.5.3.1.4. Kriyoterapi	15
2.5.3.2. İrrigasyon solüsyonu ve özellikleri	15
2.5.3.3. İrrigasyon aktivasyon tekniği.....	15
2.5.3.4. Kanal preparasyonu.....	16
2.5.3.5. Apikal patensi ve apikal foramen boyutu.....	17
2.5.3.6. Kök kanal patları	17
2.5.3.7. Kanal dolum teknikleri.....	18
2.5.3.8. Oklüzal redüksiyon	18
2.5.3.9. Kullanılan anestezik solüsyon ve anestezi tekniği	19
2.5.3.10. Tedavinin tamamlandığı seans sayısı	19
2.5.3.11. Çalışma uzunluğu ölçümü	19
2.6. Ağrıyı Değerlendirme Yöntemleri	20
2.6.1. Tek boyutlu ağrı ölçekleri	21
2.6.1.1. Görsel analog ölçek (Visual analogue scale - VAS)	21
2.6.2. Çok boyutlu ağrı ölçekleri.....	21
2.7. Kök Kanal Dolumunda Kullanılan Patlar	22
2.7.1. Rezin bazlı patlar (Polimerler).....	23
2.7.1.1. Epoksi rezin esaslı kök kanal patları.....	23
2.7.1.1.1. AH Plus kanal patı.....	24
2.7.2. Biyoseramik esaslı kök kanal patları.....	25
2.7.2.1. Kalsiyum silikat fosfat içerenler	26
2.7.2.1.1. TotalFill BC kanal patı	27
2.7.2.1.2. Bio-C kanal patı	28
2.7.2.2. MTA esaslı patlar	29

2.8. Kök Kanal Dolumunda Kullanılan Teknikler	29
2.8.1. Devamlı dalga kondenzasyon tekniği	30
3. GEREÇ VE YÖNTEM	32
3.1. Çalışmaya Dahil Edilecek Hasta Sayısının Hesaplanması.....	32
3.2. Çalışmaya Dahil Edilen Hastaların Seçimi	32
3.2.1 Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri	32
3.2.2. Hastaların çalışma dışında tutulma kriterleri	33
3.3. Tanı ve Vaka Seçim Süreci	33
3.4. Hastaların Tedavi Öncesi Bilgilendirilmesi	34
3.5. Kanal Patlarına Göre Grupların Oluşturulması ve Hastaların Gruplara Dağıtılması	36
3.6. Tedavi Protokolü	36
3.6.1. Giriş kavitesi hazırlığı ve çalışma boyu belirlenmesi	36
3.6.2. Kök kanal şekillendirmesi.....	38
3.6.3. Kanallarda uygulanan irrigasyon ve aktivasyon protokolü.....	38
3.6.4. Kanal patının kanallara taşınması	40
3.6.5. Kök kanallarının devamlı dalga kondenzasyon tekniği ile doldurulması	42
3.6.6. Final restorasyonun tamamlanması.....	43
3.6.7. Postoperatif ağrının değerlendirilmesi	46
3.7. İstatistiksel Analiz	46
4. BULGULAR	47
5. TARTIŞMA.....	57
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	77
7. KAYNAKLAR.....	78
8. EKLER.....	93
9. ORJİNALLİK RAPORU	97
10. ÖZGEÇMİŞ.....	98

SEMBOLLER/KISALTMALAR

%	:	Yüzde
>	:	Büyüktür
<	:	Küçüktür
≤	:	Küçük veya eşit
AAE	:	Amerikan Endodontistler Birliği
ark.	:	Arkadaşları
AİP	:	Aseptomatik irreversibl pulpitis
AP	:	Apikal patensi
CGRP:	:	Kalsitonin gen ilişkili nöropeptit
cm	:	Santimetre
°C	:	Derece celsius
dk	:	Dakika
EDTA	:	Etilen diamin tetraasetik asit
GA	:	Güven aralığı
H0	:	Sıfır hipotez
H1	:	Alternatif hipotez
HPS	:	Heft-Parker görsel analog ölçeği
IL	:	İnterlökin (Interleukin)
NRS	:	Sayısal derecelendirme ölçeği
mL	:	Mililitre
mm	:	Milimetre

MTA	:	Mineral trioksit agregat (Mineral Trioxide Aggregate)
NaOCl:		Sodyum hipoklorit
NSAID:		Steroid olmayan antiinflamatuvar ilaç(lar)
OR-1	:	Odds ratio
OR-2	:	Oklüzal redüksiyon
pH	:	Hidrojen potansiyeli
ROS	:	Reaktif oksijen türleri
rpm	:	Revolutions per minute
SAID	:	Steroid içeren antiinflamatuvar ilaç(lar)
sn	:	Saniye
SNP	:	Tek nükleotid polimorfizmi
VAS	:	Görsel analog ölçek
VRS	:	Sözlü derecelendirme ölçeği
WBS	:	Wong-Baker yüz ifadelerini derecelendirme ölçeği

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Hastalara verilen postoperatif ağrı değerlendirme formu.....	35
Resim 2. Çalışma boyu uzunluğu belirlenmesinde ve kök kanal preparasyonu yapılmasında kullanılan entegre apeks buluculu endomotor	37
Resim 3. T-endo Must eğe sisteminde bulunan m25, m40 ve m50 eğeleri	38
Resim 4. Kanalların irrigasyonunda kullanılan kapalı uçlu ve iki yandan delikli TruNatomy iğnesi.....	39
Resim 5. %5 derişimli NaOCl (%2,5'e seyreltilerek kullanıldı) ve %17'lik EDTA irrigasyon ajanları.....	39
Resim 6. Aktivasyonda kullanılan sonik aktivatör cihazı.....	40
Resim 7. Çalışmamızda kullanılan AH Plus rezin esaslı kanal patı	41
Resim 8. Çalışmamızda kullanılan TotalFill BC biyoseramik esaslı kanal patı.....	41
Resim 9. Çalışmamızda kullanılan Bio-C biyoseramik esaslı kanal patı	41
Resim 10. Çalışmamızda kullanılan down-pack cihazı	42
Resim 11. Çalışmamızda kullanılan back-fill cihazı	43
Resim 12. Sıcak dolumda kullanılan medium boy güta perka	43
Resim 13. AH Plus kanal patı kullanılarak gerçekleştirilen kök kanal tedavilerine ait periapikal radyografiler	44
Resim 14. TotalFill BC kanal patı kullanılarak gerçekleştirilen kök kanal tedavilerine ait periapikal radyografiler	45
Resim 15. Bio-C kanal patı kullanılarak gerçekleştirilen kök kanal tedavilerine ait periapikal radyografiler	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Hastaların randomizasyon, dağılım ve takip akış diyagramı.....	47
---	----



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Postoperatif ağrı oluşumuna etki eden faktörlerin sınıflandırılması	9
Tablo 2. Ağrı değerlendirme yöntemlerinin sınıflandırılması	20
Tablo 3. Kök kanal patlarının içerik temelli sınıflandırılması	23
Tablo 4. Kök kanal dolum tekniklerinin sınıflandırılması	30
Tablo 5. Postoperatif ağrı olma durumuna ait Binary lojistik regresyon analizi sonuçları	48
Tablo 6. Postoperatif ağrı olma durumlarının zamanlara göre incelenmesi [frekans (yüzde)]	49
Tablo 7. Hastalara ait demografik özellikler ile çalışmada kullanılan kanal patları arasındaki bağlantının incelenmesi [frekans (yüzde)]	50
Tablo 8. Demografik özellikler ile 6.saat ve 24. saat postoperatif ağrı durumu arasındaki bağlantının incelenmesi [frekans (yüzde)]	54
Tablo 9. Postoperatif ağrı görülen 6. ve 24. saatlerde VAS skorlarının dağılımının gösterilmesi [frekans (yüzde)]	56

EPOKSİ REZİN ESASLI VE BİYOSERAMİK ESASLI KÖK KANAL DOLGU PATLARININ POSTOPERATİF AĞRI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: BİR RANDOMİZE KONTROLLÜ KLİNİK ÇALIŞMA

Merve DEFİŞET

Danışman: Doç. Dr. Merve YENİÇERİ ÖZATA

Endodonti Anabilim Dalı

ÖZET

Amaç: Bu tez çalışmasının amacı, vital pulpaya sahip olup derin çürük nedeniyle asemptomatik irreversibl pulpitis (AİP) tanısı konan, çene ayrımı gözetilmeksizin tek köklü ve tek kanallı dişlere tek seansta uygulanan kök kanal tedavisinde, biri epoksi rezin esaslı (AH Plus) ve ikisi biyoseramik esaslı (TotalFill BC ve Bio-C) olmak üzere üç farklı kök kanal patının postoperatif ağrı üzerine etkisini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmaya, sistemik olarak sağlıklı 22 erkek ve 50 kadın olmak üzere toplam 72 hastaya ait, AİP tanılı tek köklü ve tek kanallı 72 diş çene, taraf ve cinsiyet ayrımı gözetilmeksizin dahil edildi. Hastalar, kullanılan kanal patına göre rastgele üç gruba ayrıldı (n=24): Grup 1: AH Plus, Grup 2: TotalFill BC ve Grup 3: Bio-C. Apikal patensi 10-K egesi ile kontrol edildi ve entegre apeks buluculu endomotor ile çalışma boyu tespit edildi. Kök kanal irrigasyon prosedürünün ardından tüm gruplardaki dişler devamlı dalga obturasyon tekniği ile dolduruldu. Hastalara tedavi sonrası 6., 24., 48. ve 72. saatlerde ve 7. günde görsel analog skala (VAS, 0-10) kullanılarak ağrı yoğunluğu anketi uygulandı. Ayrıca her bir zaman noktasında ağrı var/yok şeklinde de değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak belirlendi.

Bulgular: Cinsiyet, çene, bölge, yaş ve kanal patı türünün ağrı varlığı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamıştır ($p>0,05$). 6. ve 24. saatler arasında ağrı bildiren hasta sayısı açısından anlamlı bir fark bulunmazken ($p>0,05$), bu zaman dilimlerinde postoperatif ağrısı olan hastaların sayısı diğer ölçüm zamanlarına göre anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0,05$).

Sonuç: Çalışmada kullanılan epoksi rezin ve biyoseramik esaslı kök kanal patları postoperatif ağrı açısından benzer sonuçlar göstermiştir. Tüm gruplarda, ilk 24 saatten sonraki takip sürecinde postoperatif ağrı tamamen ortadan kalkmıştır.

Anahtar Kelimeler: asemptomatik irreversibl pulpitis, görsel analog skala, kök kanal patları, postoperatif ağrı.

EFFECT OF EPOXY RESIN-BASED AND BIOCERAMIC-BASED ROOT CANAL SEALERS ON POSTOPERATIVE PAIN: A RANDOMIZED CONTROLLED CLINICAL TRIAL

Merve DEFİSET

Thesis Adviser: Assoc. Prof. Merve YENİÇERİ ÖZATA

Department of Endodontics

ABSTRACT

Objective: The aim of this thesis was to evaluate the effect of three different root canal sealers—one epoxy resin-based (AH Plus) and two bioceramic-based (TotalFill BC and Bio-C)—on postoperative pain following single-visit root canal treatment of single-rooted, single-canal teeth diagnosed with asymptomatic irreversible pulpitis (AIP), irrespective of jaw, side, or patient sex.

Materials and Methods: This study included 72 teeth (one tooth per patient) from 72 systemically healthy patients (22 males and 50 females) diagnosed with AIP. Single-rooted, single-canal teeth were enrolled regardless of arch (maxillary/mandibular), laterality, or sex. Patients were randomly allocated into three groups according to the sealer used ($n = 24$ per group): Group 1: AH Plus; Group 2: TotalFill BC; Group 3: Bio-C. Apical patency was verified with a size 10 K-file, and the working length was determined with an endomotor equipped with an integrated apex locator. After the root canal irrigation protocol, all teeth in the groups were obturated using the continuous wave obturation technique. Postoperative pain intensity was recorded using a visual analog scale (VAS, 0-10) at 6, 24, 48, and 72 hours, and on day 7 after treatment. The presence of pain was also recorded at each time point as a dichotomous variable (yes/no). The level of statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results: Sex, jaw, region, age, and the type of root canal sealer did not have a statistically significant effect on the presence of pain ($p > 0.05$). While no significant difference was found regarding the number of patients reporting pain between the 6th and 24th hours ($p > 0.05$), the number of patients with postoperative pain at these time intervals was significantly higher compared to the other measurement times ($p < 0.05$).

Conclusion: The epoxy resin-based and bioceramic-based root canal sealers used in this study produced comparable results with respect to postoperative pain. In all groups, postoperative pain had completely resolved after the first 24 hours of follow-up.

Keywords: asymptomatic irreversible pulpitis, visual analog scale, root canal sealers, postoperative pain.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Endodontik tedavi, özellikle işlem öncesinde veya sırasında ağrı hissedilen durumlarda, hastalar için önemli bir kaygı ve stres kaynağı olabilir. Tedavi sonrasında ortaya çıkan postoperatif ağrı ise genellikle kanalın şekillendirilmesi veya doldurulması sırasında apikal bölgeye uygulanan mekanik, kimyasal ya da mikrobiyolojik etkiler sonucu gelişen doku hasarına bağlı olarak görülmektedir (1). Bu ağrı genellikle tedaviyi izleyen ilk birkaç saat içinde başlamakta ve bazı durumlarda birkaç gün boyunca devam edebilmektedir (2). Çeşitli çalışmalarda, tedavi sonrası endodontik ağrının görülme sıklığının %3 ile %58 arasında değiştiği, şiddetli ağrı vakalarının ise tüm hastaların yalnızca %12'sinden daha azında rapor edildiği bildirilmiştir (3-5). Bu nedenle, ağrı yönetimi, özellikle postoperatif dönemde ağrı şiddetinin artmasını önlemek amacıyla, diş tedavisinin tamamlayıcı ve önleyici bir aşaması olarak büyük önem taşımaktadır (6).

Akut inflamasyon, endodontik tedavi sonrasında şiddetli ağrının ortaya çıkmasında önemli bir belirleyici olarak kabul edilmektedir (7). Bununla birlikte, ağrının gelişimi yalnızca inflamasyonla sınırlı olmayıp, tanı aşamasından kanal dolumuna kadar tedavinin farklı evrelerinden de etkilenebilmektedir. Bu bağlamda, kök kanal patının bileşimi ve tedavi sürecindeki etkinliği, ağrının şiddeti ve süresi üzerinde dikkate alınması gereken önemli faktörlerden biridir. Kök kanal patları, lateral kanallar ve apikal foramenler aracılığıyla periodontal dokularla doğrudan temas edebildiklerinden, periodontal iyileşme sürecini potansiyel olarak etkileyebilirler. Buna ek olarak, kanal dolgu materyallerinin yol açtığı lokal inflamasyon, postoperatif ağrının ortaya çıkmasında etkili olabilecek bir diğer önemli faktördür. Ayrıca, inflamatuvar yanıtın şiddeti, kullanılan kök kanal patının kimyasal içeriğine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (8).

Kök kanal tedavisinde kullanılan patlar farklı türlere ayrılmakta olup, en sık tercih edilenler rezin ve biyoseramik bazlı patlardır. Bunlardan AH Plus (Dentsply DeTrey

GmbH, Konstanz, Almanya), üstün sızdırmazlık performansı, yüksek radyoopasitesi ve düşük çözünürlüğü sayesinde endodontik tedavilerde yaygın olarak tercih edilen altın standart olarak kabul edilmektedir. Öte yandan son yıllarda biyoseramik bazlı kök kanal patlarının kullanımı önemli ölçüde artış göstermiştir. Bu materyaller, alkali pH'larının sağladığı antibakteriyel etkinliğin yanı sıra, hidroksiapatit oluşumunu teşvik ederek apikal iyileşmeyi desteklemeleri, dentin mineralizasyonunu uyarmaları ve üstün sızdırmazlık özellikleri sunmaları gibi çeşitli biyolojik avantajlar sağlamaktadır (9). Bunun yanı sıra, bu materyallerin inflamasyonu azaltarak, odontoblast ve preosteoblast hücrelerinin farklılaşmasını teşvik ettiği ve dolayısıyla periapikal dokunun iyileşme sürecini desteklediği bildirilmiştir (10). Güncel araştırmalar, rezin bazlı patlar ile kalsiyum silikat bazlı patların postoperatif ağrı düzeyi açısından karşılaştırıldığında benzer sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir (9, 11-13).

Literatürde, AH Plus ve TotalFill BC (FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) kanal patlarının (12) ve ayrıca AH Plus ve Bio-C (Angelus, Londrina, Parana, Brezilya) kanal patlarının (11) postoperatif ağrı üzerindeki etkilerinin karşılaştırıldığı araştırmalar bulunmaktadır. Bu iki biyoseramik patın kanal dolum kalitesi (14), fizikokimyasal özellikleri (15) ve biyouyumlulukları (16) gibi farklı açılardan karşılaştırıldığı çalışmalar mevcut olsa da, Bio-C ve TotalFill BC kanal patlarının postoperatif ağrı açısından doğrudan karşılaştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte, kök kanal dolgu tekniği; dolgunun homojenliği, patların adaptasyonu ve dolayısıyla postoperatif prognoz üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (17-19). Farklı patları karşılaştırırken, adaptasyon ve homojen dolgu sağlayan (19) devamlı dalga kondenzasyon tekniği gibi standart bir yöntemin kullanılması, tekniğe bağlı değişkenliği ortadan kaldırmak için kritik önem taşır. Literatürde bu üç patı, devamlı dalga kondenzasyon tekniği kullanarak postoperatif ağrı açısından değerlendiren çalışmalar da sınırlıdır (20, 21).

Belirtilen literatür eksikliği doğrultusunda, bu tez çalışması; tek seansta kök kanal tedavisi uygulanan vital, asemptomatik ve tek köklü dişlerde, epoksi rezin esaslı AH Plus ile biyoseramik esaslı TotalFill BC ve Bio-C kanal patlarının postoperatif ağrı üzerindeki etkilerini, her grup için standartlaştırılmış devamlı dalga kondenzasyon tekniği kullanarak karşılaştırmalı olarak değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Bu tez çalışmasının hipotezleri şu şekilde sıralanmıştır:

H0: Postoperatif ağrı durumu üzerinde cinsiyet, yaş, çene, bölge ve kanal patı türünün anlamlı bir etkisi bulunmayacaktır.

H1: Postoperatif ağrı, ilk 24 saat içinde diğer ölçüm zamanlarına kıyasla daha yüksek oranda görülecektir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ağrının Tanımı

Amerikan Endodontistler Birliği (AAE), ağrıyı yalnızca duyusal bir yanıt olarak değil; aynı zamanda bireyin geçmiş deneyimlerinden kaynaklanan bilişsel, duygusal ve motivasyonel süreçlerin etkisiyle şekillenen, çok boyutlu ve zararlı bir deneyim olarak tanımlamaktadır (22). Ağrı, duyusal bir olgu olmakla birlikte bireyden bireye farklılık gösterdiği için öznel bir deneyim olarak kabul edilmektedir. Cinsiyet, dil, din, etnik köken ve sosyokültürel çevre gibi pek çok unsur, kişinin ağrı eşiğini ve buna bağlı olarak ağrılı uyaranlara verdiği tepkileri şekillendirmektedir. Dolayısıyla ağrı deneyiminin değerlendirilmesinde yalnızca fizyolojik süreçler değil, aynı zamanda psikososyal ve kültürel etkenler de göz önünde bulundurulmalıdır (23).

2.2. Dental Ağrının Algılanma Mekanizması

Pulpa, trigeminal sinir lifleri ve postgangliyonik sempatik aksonlar aracılığıyla innerve edilmektedir. Parasempatik liflerin bulunmaması nedeniyle, diş pulpasına yönelik herhangi bir uyarı yalnızca ağrı hissi olarak deneyimlenmektedir (24). Sinir uçları, özellikle pulpa boynuzları bölgesinde yoğunlaşmaktadır. Pulpa dokusunun yaklaşık %20-25'i miyelinli A-delta liflerinden, geri kalan %75-80'i ise miyelinsiz C liflerinden oluşmaktadır. Pulpa dokusunda bulunmayan A-beta lifleri ise, titreşim, dokunma, basınç ve propriyosepsiyon gibi zararsız uyaranları iletmekte olup, daha çok periodontal ligament, deri ve oral mukozada yer almaktadır (25).

A-delta lifleri, dentin ve periferel pulpada yer almakla birlikte, özellikle pulpa boynuzu tepelerinde yoğun bir şekilde bulunmaktadır. Dentin hassasiyetini iletmekten sorumlu olan bu lifler, çoğunlukla kısa süreli, keskin, batıcı ve lokalize ağrıya yol açmaktadır. Hidrodinamik uyaranlar aracılığıyla dentin sıvısının hareketlenmesi sonucu aktive olan A-delta lifleri, sağlıklı pulpada genellikle pasif durumda bulunurken, pulpa enflamasyonu söz konusu olduğunda aktifleşmektedir (26).

Uzun süreli, zonklayıcı ve lokalizasyonu güç olan ağrı, miyelinsiz C lifleri aracılığıyla iletilmektedir. Bu lifler, pulpanın ciddi hasar gördüğü enflamatuar durumlarda, uzun süreli sıcaklık değişimleri veya mekanik deformasyon gibi

uyaranlara yanıt olarak sinir iletimini sağlamaktadır. A-delta lifleri, pulpa kan akımının azalması ve hipoksi durumunda kolaylıkla fonksiyonlarını yitirebilirken, C lifleri pulpal nekroz gibi ileri derecede hasarlarda dahi iletim yeteneklerini koruyabilmektedir (26, 27).

2.3. Preoperatif Endodontik Ağrı

Odontojenik ağrı, pulpa-dentin kompleksi ve/veya periapikal dokulardan kaynaklanır ve bu yapıların fonksiyonel ve embriyonik farklılıkları nedeniyle algılanışı değişkenlik gösterir (28, 29). Endodontik kaynaklı provoke ve spontan ağrılar, klinik olarak üç ana sendromla kendini gösterir. Ağrılı Dentin Sendromu, dentinin açığa çıktığı ve soğuk uyaran ile provoke ağrıların ortaya çıktığı, A-delta liflerinin aktivasyonu ile ilişkili bir durumdur (30, 31). Ağrılı Pulpa Sendromu, sıcak uyaran ve intrapulpal basınç artışıyla belirginleşir; bu durumda kesikli spontan ağrılar görülebilir ve C lifleri aktive olur (30, 31). Ağrılı Periodontal Sendrom ise, pulpal inflamasyonun periapikse yayılması sonucu periodontal membranın iltihaplanmasıyla karakterizedir; provoke ve spontan ağrıların yanı sıra perküsyon hassasiyeti de eşlik edebilir. Bu süreçlerde, P maddesi ve kalsitonin gen ilişkili nöropeptidlerin (CGRP) merkezi ve periferik salınımıyla, periferik nosiseptif sinir sonları üzerindeki inflamasyon mediyatörleri aktive olur (32).

2.4. Endodontik Tedavi ile İlişkili Postoperatif Ağrı ve Flare-Up

Postoperatif ağrı, endodontik tedaviyi takiben saatler içinde başlayabilen ve günler boyunca sürebilen, istenmeyen ancak sık karşılaşılan bir klinik durumdur (2). Flare-up (akut alevlenme), endodontik tedaviyi takiben ani bir şekilde ortaya çıkan ve hastanın yaşam kalitesini olumsuz etkileyen; ağrı ve/veya şişlik ile birlikte seyredabilen, acil müdahale gerektiren komplikasyonlar olarak tanımlanmaktadır (33, 34). Tedavi sonrası hafif ve orta şiddette ağrılar genellikle beklenen bir durumken, flare-up ise nadiren ortaya çıkan bir komplikasyon olarak değerlendirilmektedir.

Endodontik tedavi sonrasında postoperatif ağrı insidansı %3-58 arasında değişirken (4), flare-up görülme sıklığı %1,4-16 olarak rapor edilmiştir (33). Çoğu vakada ağrı, tedaviyi takiben ilk 24 saat içinde başlamakta olup (35), tedavinin zaman

faktörünün önemi de göz önünde bulundurulduğunda, flare-up gelişme riskinin tedaviden 48 saat sonra %8,4 seviyesinde olduğu belirtilmektedir (36).

2.5. Postoperatif Ağrı Oluşumuna Etki Eden Faktörler

Postoperatif ağrı gelişimi, çok sayıda faktörle ilişkilidir. Endodontik tedavi öncesi, sonrası ve sonrasında ağrı ve şişliğe yol açabilecek mekanizmalar, çeşitli çalışmalarda ayrıntılı olarak tanımlanmıştır (5, 33). Postoperatif ağrı oluşumuna etki eden faktörler genel olarak **Tablo 1**'de gösterildiği şekilde sınıflandırılabilir.



Tablo 1. Postoperatif ağrı oluşumuna etki eden faktörlerin sınıflandırılması

Hasta Kaynaklı Faktörler	Diş Kaynaklı Faktörler	Tedavi Protokolü Kaynaklı Faktörler
• Psikolojik etkenler • Cinsiyet ve yaş • Sosyoekonomik durum • Sistemik hastalıklar • Preoperatif ilaç kullanımı • Genetik • Preoperatif ağrı	• Dişin konumu ve cinsi • Dişin primer tedavisi mi, yoksa tekrar tedavisi mi? • Pulpal durum • Periapikal lezyonun varlığı ve boyutu	• Preopeatif, intraoperatif veya postoperatif uygulanan medikasyon ve terapiler • İrrigasyon aktivasyon tekniği • Kanal preparasyonu • Apikal patensi ve apikal foramen boyutu • Kök kanal patları • Kanal dolum teknikleri • Oklüzal redüksiyon • Kullanılan anesteziik solüsyon • Tedavinin tamamlandığı seans sayısı • Çalışma uzunluğu ölçümü

2.5.1. Hasta kaynaklı faktörler

2.5.1.1. Psikolojik etkenler

Diş hekimi kaygısı ve anksiyete gibi psikolojik faktörler, hastaların ağrı algısını ve ağrıya karşı verdikleri reaksiyon eşiğini etkileyebilmektedir. Anksiyete durumunda, dolaşımdaki kortikosteroid düzeyinin artması ve bunun sonucunda enflamatuvar yanıtın baskılanması, hastaların ağrı algısını daha da artırabilmektedir. Bu nedenle, hastaların motivasyonunu yükseltmek ve tedavi konforunu sağlamak amacıyla işlemlerin anestezi altında ağrısız bir şekilde gerçekleştirilmesi ve gerekliyse premedikasyon uygulanması önerilmektedir (37, 38). Önceki çalışmalar, yüksek anksiyete ve korku seviyelerine sahip hastaların çeşitli diş tedavileri sırasında daha fazla ağrı hissetme eğiliminde olduğunu bildirmekte (39, 40) ve ayrıca, rutin diş tedavilerine kıyasla kök

kanal tedavisinin hastalar üzerinde daha fazla psikolojik stres yarattığını ortaya koymaktadır (41).

2.5.1.2. Cinsiyet ve yaş

Bazı güncel araştırmalar, yaşı kök kanal tedavisi sonrasında ortaya çıkan ağrı ile doğrudan bir ilişkisi olmadığını bildirmiştir (34, 42). Bununla birlikte, 35 yaşın üzerindeki bireylerde postoperatif ağrı şiddetinin genç hastalara kıyasla daha düşük olabileceği de gösterilmektedir (43). Yaş ve cinsiyetin postoperatif ağrıya etkisi konusunda güncel bir çalışmada anlamlı bir farklılık saptanmamış olsa da (44), daha önceki veriler kadınlar ve genç hastaların dental anksiyete ve korku düzeylerinin daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (45, 46). Bu farklılığın ise biyolojik faktörler ve hormon düzeylerindeki değişikliklerle ilişkili olabileceği ileri sürülmektedir (47).

2.5.1.3. Sosyoekonomik durum

Önceki araştırmalar, sosyoekonomik durum ile ağrı arasındaki ilişkinin dikkat çekici bir bulgu olarak ortaya çıktığını göstermektedir (48, 49). Bu doğrultuda, sosyoekonomik durumu düşük bireylerin ağrı deneyimlerini daha sık ve daha yoğun biçimde yaşadıkları ortaya konmuştur. Ayrıca, başka bir çalışmada yalnızca ağrı prevalansının değil, aynı zamanda ağrının şiddeti ile ağrıya bağlı engellilik düzeyinin de sosyoekonomik durumu düşük bireylerde daha yüksek olduğu gösterilmiştir (48). Tüm bu bulgulara ek olarak, eğitim seviyesinin gelir veya meslekten daha güçlü bir ağrı belirleyicisi olduğu, Hagen ve ark. tarafından desteklenmektedir (49).

2.5.1.4. Sistemik hastalıklar

Sistemik rahatsızlıkları nedeniyle steroid kullanan hastalarda, endodontik tedavi sonrasında akut inflamasyonun daha düşük seviyede meydana geldiği gözlemlenmektedir. Ayrıca, bu hastalarda kök kanal tedavisi sırasında apikal periodontal dokuları uyaran mikrobiyal, mekanik ve/veya kimyasal faktörlere karşı akut inflamatuvar yanıtın baskılandığı bildirilmiştir (50). Bununla birlikte, diyabetes mellitus'un endodontik tedavi ile ilişkisini değerlendiren bir çalışmada, insülin

tedavisi gören diyabet hastalarının diğer hastalara kıyasla daha yüksek postoperatif ağrı ve flare-up riski taşıdığı bildirilmiştir (51). Ek olarak, alerjik eğilime sahip hastalarda hipersensitivite reaksiyonları nedeniyle endodontik tedavi sonrasında flare-up riskinin daha yüksek olduğu bildirilmektedir (52).

2.5.1.5. Preoperatif ilaç kullanımı

Steroid olmayan antiinflamatuvar ilaç (NSAID) analjezik etkisi, siklooksijenaz enzim aktivitesini azaltarak ağrı iletim yollarını baskılaması ve böylece prostaglandin sentezini inhibe etmesi ile açıklanmaktadır. Bu nedenle, preoperatif NSAID uygulaması, postoperatif ağrının oluşumunu henüz başlamadan engellemeye yardımcı olmaktadır (53). Buna ek olarak, endodontik kaynaklı ağrı tedavisinde analjezik etkinliğin incelendiği bir sistematik derlemede, NSAID kullanımının işlem sonrasında ağrı hissini azalttığı ve flurbiprofen ile tramadol kombinasyonu ile birlikte uygulandığında daha belirgin etkiler sağladığı bildirilmiştir (54).

2.5.1.6. Genetik

Kök kanal tedavisi sonrasında ortaya çıkan bireysel ağrı yanıtlarındaki farklılıklar, kısmen genetik polimorfizmlerle açıklanabilmektedir. Applebaum ve ark., COX-1 ve COX-2 genlerindeki tek nükleotid polimorfizmlerin (SNP) postoperatif ağrı ile ilişkisini incelemiş ve COX-2 geninde belirli SNP'lerin ağrı deneyimi üzerinde etkili olduğunu tespit etmiştir (55). Buna karşın, Karataş ve ark. tarafından yapılan araştırma, COMT, OPRM1, 5HT1A, 5HT2A ve 5HTR3B genlerindeki SNP'lerin postoperatif ağrı şiddetini anlamlı biçimde etkilemediğini göstermiştir (56). Son olarak, Meyfarth ve ark., HTR2A ve MTNR1A genlerindeki polimorfizmlerin, kök kanal tedavisi sonrasında ağrı algısının artmasına katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur (57).

2.5.1.7. Preoperatif ağrı

Preoperatif ağrı şiddeti ve postoperatif ağrı prevalansını demografik ve klinik değişkenlerle ilişkilendirerek inceleyen bir çalışmada, kadın cinsiyeti ile mandibular ve molar dişlerin daha yüksek preoperatif ağrı ile ilişkili olduğu hastaların, tüm kategorilerde anlamlı şekilde daha yüksek postoperatif ağrı prevalansına sahip oldukları saptanmıştır (6). Çalışmada, preoperatif ağrı ile postoperatif ağrı arasında güçlü bir ilişki saptanmış olup, preoperatif ağrı deneyimi yaşayan hastaların, tedavi öncesinde asemptomatik olanlara kıyasla ortalama olarak daha yüksek postoperatif ağrı yaşadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu, diğer araştırmalarla da uyumlu olup (34, 58), başlangıçta irritasyona uğramış enfekte kök kanal sisteminin ve/veya periapikal bölgenin tedavi sırasında ikincil olarak uyarılmasına bağlı olarak açıklanabilir. Preoperatif ağrının varlığının postoperatif ağrının gelişiminde en belirleyici faktör olduğu söylenebilir. Bu doğrultuda, kök kanal tedavisi öncesinde hastaların ağrı durumunun değerlendirilmesi, kliniklere hem hastaları olası postoperatif ağrı konusunda bilgilendirme hem de tedavi sonrasında hemen kullanabilecekleri analjezik reçetelerini planlama imkânı sağlayabilir (6).

2.5.2. Diş kaynaklı faktörler

2.5.2.1. Dişin konumu ve cinsi

Geleneksel kök kanal tedavisi sonrasında ağrı insidansının mandibular arkta ve özellikle molar dişlerde daha yüksek olduğu gösterilmiştir (6, 8). Mandibular kemiğin sıkı ve yoğun trabeküler yapısı, bu yüksek ağrı insidansının olası nedeni olarak değerlendirilmektedir; söz konusu yapı, kan akışını kısıtlayarak enfeksiyonun yayılımını kolaylaştırmakta ve iyileşme sürecini uzatmaktadır (59). Benzer şekilde, alt molar dişlerin karmaşık anatomik yapısı da bu yüksek ağrı insidansına katkıda bulunan önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir (60).

2016 yılında yürütülen prospektif bir klinik çalışmada (6), diş tipi ile postoperatif ağrı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiş olup, özellikle mandibular dişlerdeki ağrı seviyelerinin maksiller dişlere kıyasla anlamlı derecede

daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Benzer sonuçlar, Segura-Egea ve ark. tarafından yapılan çalışmada da bildirilmiştir (43). Çalışmada, ön dişlerde ağrı görülme oranı %63, arka dişlerde ise %44 olarak rapor edilmiştir.

2.5.2.2. Dişin primer tedavisi mi, yoksa tekrar tedavisi mi?

Kök kanal tedavisi daha önce yapılmış ve ilk kez uygulanan hastalarda, tedavi sonrası ağrı ile ilişkili faktörleri incelemeyi amaçlayan bir çalışmada, hastalar arasında kullanılan önceki dolgu materyali veya tedavi öncesi teşhis açısından postoperatif ağrı düzeylerinde anlamlı bir fark saptanmamıştır (61).

2.5.2.3. Pulpal durum

Pulpa durumu ile postoperatif ağrı arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların bulguları tutarsızlık göstermektedir. Pulpa durumunun tedavi sonrası ağrı üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını öne süren çalışmalar mevcuttur (6, 59). Literatürdeki bazı çalışmalar, postoperatif ağrı şiddetinin vital dişlerde daha yüksek olduğunu bildirmektedir (43, 62), diğer çalışmalar devital dişlerde daha yüksek olduğunu rapor etmektedir (34, 63).

2.5.2.4. Periapikal lezyonun varlığı ve boyutu

Periapikal lezyon boyutunun postoperatif ağrı üzerindeki etkisi tartışmalıdır. Genet ve ark. 5 mm'den büyük periapikal lezyonu bulunan dişlerde, lezyon bulunmayan veya daha küçük lezyona sahip dişlere kıyasla, postoperatif ağrı prevalansının anlamlı derecede daha yüksek olduğunu bildirmiştir (64). Buna karşılık, Ng ve ark. 3 mm'den büyük lezyonlarda postoperatif ağrı prevalansının daha düşük olduğunu gözlemlemiştir (5). Araştırmacılar bu durumu, büyük lezyonların tedavi sırasında oluşan mekanik veya kimyasal irritasyonlara bağlı inflamatuvar eksüda basıncına karşı tampon görevi görmesiyle açıklamıştır. Ayrıca, güncel bir araştırma periapikal radyolusensilerin ve semptomatik apikal periodontitisin postoperatif ağrı ile ilişkili olduğunu desteklemektedir (65).

2.5.3. Tedavi protokolü kaynaklı faktörler

2.5.3.1. Preoperatif, intraoperatif veya postoperatif uygulanan medikasyon ve terapiler

2.5.3.1.1. Preoperatif ve postoperatif ilaçların etkinliği

Postoperatif endodontik ağrının yönetiminde en sık kullanılan farmakolojik ajanlar NSAID'ler ve SAID'lerdir. Literatürde özellikle ibuprofenin, tek seanslık kök kanal tedavilerinde güvenilir ve etkili bir seçenek olduğu vurgulanmaktadır (54, 66). NSAID'ler hızlı analjezik etki sağlarken, SAID'ler (Steroid içeren antiinflamatuvar ilaçlar) daha uzun süreli analjezik potansiyele sahiptir ve NSAID'lerin kontrendike olduğu durumlarda tercih edilebilmektedir (67). Bu nedenle, postoperatif endodontik ağrı yönetiminde ibuprofen birinci basamak ilaç olarak önerilmekte, gerekli durumlarda ise SAID'ler alternatif bir seçenek olarak değerlendirilmektedir.

2.5.3.1.2. Kanal içi uygulanan medikamentler

Postoperatif endodontik ağrının yönetiminde intrakanal medikasyon önemli bir rol oynamaktadır. Orta düzey kanıtlar, kalsiyum hidroksitin tek başına kullanımının, ilk kanal tedavisinden sonraki 24-48 saatlik süreçte ağrıyı anlamlı şekilde azalttığını göstermektedir (68). Ayrıca, bir çalışma, nano-gümüş ve nano-kalsiyum hidroksit uygulamalarının 48 ve 72 saatlik periyotlarda postoperatif ağrıyı etkili bir şekilde azalttığını ortaya koymuş, ancak bu iki medikasyon arasında anlamlı bir fark göstermemiştir (69).

2.5.3.1.3. Fotobiyomodülasyon, fotodinamik terapi ve lazer destekleyici tedavileri

Lazer destekli tedaviler, postoperatif endodontik ağrının yönetiminde etkili bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Özellikle fotobiyomodülasyon, diyet lazer ve fotodinamik terapi uygulamalarının, ağrı şiddetini azalttığı ve fotodinamik terapi grubunda ağrı insidansını düşürdüğü gösterilmiştir (70). Lazer tedavisi, neredeyse yan etki göstermemesi sayesinde güvenli bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Bununla birlikte, farklı lazer tekniklerinin postoperatif ağrı üzerindeki göreceli etkileri henüz tam olarak belirlenmemiştir.

2.5.3.1.4. Kriyoterapi

Kanal içi kriyoterapi, soğuk salin kullanılarak son irrigasyon çözeltisi olarak uygulandığında, postoperatif endodontik ağrıyı 6-24 saatlik dönemde anlamlı şekilde azaltmaktadır ve ağrı kesici kullanımını da düşürme potansiyeline sahiptir (71). Ayrıca, kriyoterapinin interlökin (IL)-1 β , IL-2 ve IL-6 düzeylerinde azalma sağlayarak inflamatuvar yanıtı modüle ettiği ve ağrı skorlarını ilk üç gün boyunca düşürdüğü gösterilmiştir (72).

2.5.3.2. İrrigasyon solüsyonu ve özellikleri

Sodyum hipoklorit (NaOCl), kök kanal irrigasyonu sırasında kullanılan bir solüsyon olup, postoperatif ağrı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bir çalışma, NaOCl'nin jel ve solüsyon formlarının, farklı zaman dilimlerinde uygulandığında ağrı seviyeleri açısından anlamlı bir fark göstermediğini ortaya koymuştur (73). Ayrıca, düşük ve yüksek konsantrasyonlarda NaOCl kullanımının postoperatif ağrı üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışma, düşük konsantrasyonların ağrı ve analjezik ihtiyacını azaltabileceğini göstermiştir (74). Farklı sıcaklıklarda uygulanan NaOCl çözeltilerinin etkileriyle ilgili olarak ise, bir araştırma 2°C'de uygulanan NaOCl'nin 6 saatlik süre zarfında daha düşük ağrı sağladığını bulmuştur (75).

2024 yılında yapılan bir çalışmada, klorheksidin ve NaOCl solüsyonlarının postoperatif ağrı üzerindeki etkileri karşılaştırılmış ve her iki solüsyon arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur (75).

2.5.3.3. İrrigasyon aktivasyon tekniği

İrrigasyon aktivasyon teknikleri, postoperatif endodontik ağrı üzerinde önemli bir rol oynayabilir. Sonik ve ultrasonik sistemler ile lazer destekli aktivasyon yöntemleri, geleneksel iğne irrigasyonuna kıyasla postoperatif ağrıyı azaltmada etkili

olabilmektedir (76-78). Bununla birlikte, GentleWave Sistemi gibi bazı ileri tekniklerin postoperatif ağrı üzerinde geleneksel yöntemlerden farkı bulunmamıştır (79). İrrigasyon sırasında uygulanan basınç, solüsyon hacmi, konsantrasyonu ve kanalın preparasyon sonrası genişliği gibi teknik faktörler, ağrı üzerinde etkili olabilmektedir (80, 81).

2.5.3.4. Kanal preparasyonu

Mevcut literatürde, el aletlerinin kullanımının motorlu sistemlere kıyasla postoperatif ağrı açısından daha olumsuz sonuçlar doğurabileceği yönünde bulgular mevcuttur. Örneğin, Shokrane ve ark., ProTaper Universal, WaveOne ve el eğeleri ile yapılan kök kanal tedavilerinde, en yüksek ağrı düzeyinin el eğeleri grubunda ortaya çıktığını bildirmiştir (82). Benzer şekilde, Lakshmanan ve ark. tarafından yapılan bir meta-analiz de döner sistemlerin, süt dişlerinde el aletlerine kıyasla postoperatif ağrı insidansını ve şiddetini daha düşük tuttuğunu göstermiştir (83).

Literatürde farklı eğe sistemleri arasında postoperatif ağrı açısından çelişkili bulgular mevcuttur. Örneğin, Kandemir Demirci ve ark. (84), nekrotik pulpal periapikal lezyonlu alt çene molar dişlerde tek seanslı kanal tedavisinde döner ve resiprokal sistemleri karşılaştırmış, her iki eğe sistemi arasında ağrı insidansı ve şiddeti açısından anlamlı bir fark olmadığını bildirmiştir. Öte yandan, Shokrane ve ark. farklı eğe sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmada, ProTaper Universal sisteminde WaveOne'a kıyasla daha yüksek postoperatif ağrı olduğunu rapor etmiştir (82).

Cunha ve ark. tarafından yapılan çalışmada, endodontik tedavi sırasında kullanılan glide path eğelerinin kinematiklerinin ağrı oluşumunu etkileyebileceği belirtilmiştir (85). Çalışmada, devamlı rotasyon veya resiprokal glide path sistemleri kullanıldığında, kayan yol hazırlığı yapılmadan veya manuel aletlerle yapılan kök kanal tedavilerine kıyasla, hem intraoperatif hem de postoperatif ağrı seviyelerinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

2.5.3.5. Apikal patensi ve apikal foramen boyutu

Güncel bir sistematik derleme ve meta-analiz, apikal patensi uygulamasının, kök kanal tedavisini takiben postoperatif ağrı üzerindeki etkilerini inceleyen 12 randomize kontrollü çalışmayı kapsamaktadır. Analiz sonuçları, apikal patensinin hem tedaviyi izleyen ilk iki günde ağrı şiddetini azalttığını hem de tedaviyi takiben 24 saat içinde ağrı sıklığını düşürdüğünü göstermektedir (86). Yakın dönem araştırmalar, apikal foramenin kasıtlı olarak genişletildiği kök kanal tedavilerinin ardından, postoperatif ağrı düzeylerinin daha yüksek olabileceğini göstermektedir (87, 88).

2.5.3.6. Kök kanal patları

2024 yılında yayınlanan bir meta-analizde, kanal patlarının postoperatif ağrı üzerindeki etkisi değerlendirilmiş ve ağrı, dolgu sonrası ilk 24 saatteki obturasyon ağrısı ile dolgu sonrasındaki 3-7 gün ve daha uzun süre devam eden gecikmiş post-obturasyon ağrısı olmak üzere iki alt gruba ayrılarak analiz edilmiştir. Bulgular, her iki değerlendirme döneminde de postoperatif ağrı açısından istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Ayrıca, biyoseramik pat uygulanan grupta özellikle obturasyon sonrasındaki ilk günlerde daha düşük postoperatif ağrı seviyeleri görülmüş, ancak bu fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Yazarlar, bu durumu çalışmalarda kullanılan farklı kök kanal dolum tekniklerine bağlı heterojeniteye bağlamıştır (89). Başka bir meta-analiz, biyoseramik kök kanal patının AH Plus patına kıyasla ilk 24 saat içinde postoperatif ağrı sıklığını daha düşük seviyelerde tuttuğunu göstermiştir (1).

Öte yandan, karşılaştırmalı klinik bir çalışmada, apikal periodontitisli dişlerde tek seanslı endodontik tedavi sonrası kalsiyum silikat bazlı bir pat (BioRoot™ RCS) ile rezin bazlı bir pat (AH Plus) kullanımının 8, 24 ve 48 saatlik sürelerde postoperatif ağrı seviyeleri üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı gösterilmiştir (90).

2.5.3.7. Kanal dolum teknikleri

Kanal dolum tekniklerinin postoperatif ağrı üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışmada, yalnızca gütta perka ve kalsiyum silikat bazlı kanal patı kullanılarak uygulanan dolum tekniğinin, birincil kök kanal tedavisinin ardından, rezin esaslı kanal patı ile gerçekleştirilen sıcak dikey kondenzasyon tekniği ile benzer postoperatif ağrı düzeyleri ve analjezik kullanımına yol açtığı tespit edilmiştir (91).

Soğuk lateral kondenzasyon, termoplastik katı çekirdek taşıyıcı (GuttaCore) ve soğuk serbest akışlı kondenzasyon (GuttaFlow2) tekniklerini postoperatif ağrı açısından karşılaştıran bir çalışmada, GuttaCore grubunun ilk 12 saatin dışında tüm takip süresi boyunca daha yüksek ağrı skorları gösterdiği saptanmıştır. Buna karşın, GuttaFlow2 grubu, soğuk lateral kondenzasyon tekniğine kıyasla daha düşük veya benzer postoperatif ağrı düzeyleri sergilemiştir (92). Güncel bir çalışmada, termoplastik gütta perka enjeksiyonunun, kalsiyum silikat bazlı bir kök kanal patı ile birlikte kullanıldığında, hem tedavi başarısı hem de postoperatif ağrı açısından olumlu sonuçlar verdiği gösterilmiştir (93).

2.5.3.8. Oklüzal redüksiyon

Literatürde oklüzal redüksiyonun (OR) postoperatif ağrı üzerindeki etkisini inceleyen iki güncel meta-analiz bulunmaktadır. Bulgular, OR'nin tedavi sonrası ilk 24-48 saatte ağrı üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını göstermektedir. Ancak özellikle geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde, 3. günden itibaren OR'nin postoperatif ağrıyı hafifletmede potansiyel fayda sağlayabileceği de belirtilmektedir (94, 95). Öte yandan, semptomatik geri dönüşümsüz pulpitis ve perküsyona duyarlılığı olan hastalar üzerinde yapılan bir çalışma, OR'nin kök kanal preparasyonunu takiben 12. ve 24. saatlerde ağrı şiddetini düşürdüğünü; 12 saat sonunda orta şiddette ağrı riskini yaklaşık %40, 24 saat sonunda ise genel ağrı riskini %25 oranında azalttığını rapor etmiştir (96). Bu veriler, OR'nin postoperatif ağrıyı sınırlı ve zamana bağlı bir şekilde etkileyebileceğini göstermektedir.

2.5.3.9. Kullanılan anesteziik solüsyon ve anestezi tekniği

Birincil kök kanal tedavisi sırasında kalıcı lokal anesteziik kullanımı, postoperatif ağrı seviyelerini azaltmada etkili olabilir. Bu etkinin, tedavinin erken inflamasyon evresinde nosiseptif sinyalleri yeterince uzun süre engelleyerek merkezi hiperaljezi gelişimini önlemesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir (97). Bupivakain, düşük lipid çözünürlüğü ve yüksek protein bağlanma kapasitesi sayesinde lidokaine kıyasla daha uzun süreli anesteziik etki sağlayabilen bir ajandır. Son dönemde yapılan bir meta-analiz, bupivakainin özellikle uzun süren işlemler ve postoperatif ağrı yönetimi gereken durumlarda lidokaine göre daha üstün performans sergilediğini göstermektedir (98). Güncel bir çalışmada, iki farklı geri basınç temelli ek anestezi tekniğinin postoperatif ağrı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bulgular, intraligamenter enjeksiyonların etkili bir anestezi sağladığını göstermesine rağmen, yalnızca birincil anestezi veya intrapulpal enjeksiyon ile karşılaştırıldığında, ilk 24 saat içinde postoperatif ağrı seviyelerini artırabileceğini de ortaya koymuştur (99).

2.5.3.10. Tedavinin tamamlandığı seans sayısı

Yakın tarihli bir meta-analiz, tek seans kök kanal tedavisinin postoperatif ağrı insidansının çok seanslı tedavilere kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiş ve ilgili çalışmaların orta kaliteye sahip olduğunu, ayrıca kabul edilebilir düzeyde istatistiksel heterojenlik içerdiğini ortaya koymuştur (100). Buna karşılık, başka bir çalışmada çok seanslı tedavi gören hastaların, kanal tedavisi sonrasındaki 6, 12 ve 24 saatlik dönemlerde tek seanslı tedaviye kıyasla daha yüksek postoperatif ağrı düzeyleri yaşadığı gözlemlenmiştir; ancak 48 saat sonunda iki grup arasında ağrı açısından istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır (101).

2.5.3.11. Çalışma uzunluğu ölçümü

Tedavi sonrası ağrı üzerine çalışma uzunluğu ve ölçüm yöntemlerinin etkilerini inceleyen bir araştırmada, endodontik tedavinin başarısını belirlemede kullanılan farklı çalışma uzunluğu tayin yöntemleri değerlendirilmiştir. Araştırma bulguları,

elektronik apeks bulucu ile radyografik çalışma uzunluğu belirleme yöntemlerinin eş zamanlı kullanımının, yalnızca elektronik apeks bulucuya kıyasla daha etkili olabileceğini ve postoperatif ağrı yönetiminde daha olumlu sonuçlar sağlayabileceğini göstermektedir (102). Kök kanal tedavisi sırasında eşzamanlı uzunluk kontrolü, postoperatif ağrının azaltılmasında farmakolojik olmayan etkili bir yaklaşım olarak öne çıkmakta ve tedavi sonrası ağrının önlenmesine kayda değer katkılar sunmaktadır (103).

2.6. Ağrıyı Değerlendirme Yöntemleri

Ağrı, bireysel farklılıklardan etkilenen öznel bir deneyim olduğundan, ölçülmesi ve değerlendirilmesi güçtür. Bu nedenle, klinik çalışmalarda ağrı düzeyini belirlemek amacıyla farklı derecelendirme ölçekleri kullanılmaktadır. Söz konusu ölçeklerin temel hedefi, hastaların hissettikleri ağrı yoğunluğunu daha objektif ve karşılaştırılabilir bir biçimde ortaya koymaktır (104). Günümüzde ağrının değerlendirilmesinde, hastaların deneyimini kapsamlı biçimde yansıtabilen çok boyutlu ölçekler ile sadece şiddeti ölçmeye odaklanan tek boyutlu ölçekler sıklıkla tercih edilmektedir (105). Ağrı değerlendirme yöntemleri, bu bağlamda, **Tablo 2**'de gösterildiği şekilde genel olarak sınıflandırılabilir.

Tablo 2. Ağrı değerlendirme yöntemlerinin sınıflandırılması

Tek Boyutlu Ağrı Ölçekleri	Çok Boyutlu Ağrı Ölçekleri
• Sözlü Derecelendirme Ölçeği (VRS) • Sayısal Derecelendirme Ölçeği (NRS) • Burford Ağrı Termometresi • Wong-Baker Yüz İfadelerini Derecelendirme Ölçeği (WBS) • Heft-Parker Görsel Analog Ölçeği (HPS) • Görsel Analog Ölçek (VAS)	• McGill Ağrı Ölçeği • Dartmouth Ağrı Soru Formu • West Haven-Yale Çok Boyutlu Ağrı Çizelgesi • Anımsatıcı Ağrı Değerlendirme Kartı • Wisconsin Kısa Ağrı Çizelgesi • Ağrı algılama profili • Davranış modelleri

2.6.1. Tek boyutlu ağrı ölçekleri

Tek boyutlu ölçekler, yalnızca ağrının yoğunluğunu ölçmeyi amaçlamakta olup, değerlendirme doğrudan hastanın kendi bildirimine dayanmaktadır. Günümüzde bu ölçekler, özellikle akut ağrının değerlendirilmesinde ve uygulanan ağrı yönetimi yöntemlerinin etkinliğinin izlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (106). Ağrı değerlendirmesinde kullanılan altı tek boyutlu ölçek bulunmaktadır: sözlü derecelendirme ölçeği (verbal rating scale, VRS), sayısal derecelendirme ölçeği (numerical rating scale, NRS), Burford ağrı termometresi, Wong-Baker yüz ifadelerini derecelendirme ölçeği (Wong-Baker faces pain rating scale, WBS) ve Heft-Parker görsel analog ölçek (Heft-Parker visual analogue scale, HPS) ve çalışmamızda kullanılan görsel analog ölçek (visual analogue scale, VAS).

2.6.1.1. Görsel analog ölçek (Visual analogue scale - VAS)

Görsel Analog Ölçek (VAS), yalnızca ağrı şiddetinin değerlendirilmesinde değil, aynı zamanda farklı alanlardaki öznel deneyimlerin ölçülmesinde de sıkça kullanılan güvenilir bir yöntemdir (107). VAS, yatay ya da dikey biçimde düzenlenebilen, genellikle 100 mm (10 cm) uzunluğunda düz bir çizgi şeklinde tasarlanmaktadır. Çizginin bir ucu “hiç ağrı yok” durumunu, diğer ucu ise “dayanılabilecek en şiddetli ağrı”yı ifade etmektedir. Hastalar, bu çizgi üzerinde uygun gördükleri noktayı işaretleyerek ağrı düzeylerini belirtmekte ve bu işaret milimetre cinsinden ölçülerek sayısal bir değere dönüştürülmektedir (108).

2.6.2. Çok boyutlu ağrı ölçekleri

Tek boyutlu ağrı ölçeklerinin sınırlı yönü, ağrının çok boyutlu ve karmaşık yapısını tam olarak yansıtamamalarından ileri gelmektedir. Tek boyutlu ölçeklerin sınırlılıklarını aşmak amacıyla, bazı araştırmacılar ağrının farklı boyutlarını değerlendirmeye olanak tanıyan çok boyutlu ölçekler geliştirmiştir (106). Çok boyutlu ölçekler, ağrının farklı boyutlarını kapsamlı biçimde değerlendirme olanağı sunsa da, uygulama süresinin uzunluğu ve bazı ölçeklerin anlaşılmasındaki zorluklar nedeniyle, özellikle akut ağrı ölçümlerinde veya tedavi etkinliğinin izlenmesinde tek boyutlu ölçekler kadar pratik bulunmamaktadır. Bununla birlikte, kronik ağrı olgularında çok

boyutlu ölçeklerin belirli aralıklarla uygulanması, ağrının farklı boyutlarının kapsamlı biçimde değerlendirilebilmesi açısından faydalı görülmektedir (106). Çok boyutlu ağrı ölçekleri arasında McGill Ağrı Ölçeği, Dartmouth Ağrı Soru Formu, West Haven-Yale Çok Boyutlu Ağrı Çizelgesi, Anımsatıcı Ağrı Değerlendirme Kartı, Wisconsin Kısa Ağrı Çizelgesi, ağrı algılama profili ve davranış modelleri yer almaktadır.

2.7. Kök Kanal Dolumunda Kullanılan Patlar

Kanal patları, kök kanal dolgu materyali ile kanal duvarları arasında kalan boşlukları doldurarak, apikal bölgede sızdırmaz bir tıkaç oluşumunu sağlamaktadır (109, 110). Ayrıca, kanal patları aksesuar ve yan kanalları doldurarak dentin tübüllerine derinlemesine nüfuz etmekte ve kanal genişletme işlemi sonrasında kalan mikroorganizmaların kontrolünü mümkün kılmaktadır. Bunun yanı sıra, kanalların doldurulması sırasında güta perkaların kanal içine yerleştirilmesini de kolaylaştırmaktadır (110).

Grossman, ideal bir kök kanal patının sahip olması gereken özellikleri şu şekilde tanımlamaktadır: Kanal içine kolayca yerleştirilebilmesi, hem lateral hem de apikal yönden sıkı bir tıkaç oluşturması, yerleştirildikten sonra büzülmemesi, nemden etkilenmemesi, bakteriyostatik özellik göstermesi veya en azından bakteri gelişimini teşvik etmemesi, radyopak olması, diş yapısına renk vermemesi, periapikal dokuda irritasyona neden olmaması, steril olması veya hızlı ve kolay bir şekilde sterilize edilebilmesi, gerektiğinde kök kanalından kolayca çıkarılabilmesi ve yaygın çözücülerde çözünürlüğe sahip olması (111).

Ingle ve ark., Grossman'ın tanımladığı özelliklere ek olarak iki yeni kriter önermiştir: Kök kanal patları immün yanıtı etkilememeli ve mutajenik veya karsinojenik özellik taşımamalıdır (112). Bu bağlamda, bir kök kanal patının kabul edilebilir düzeyde biyouyumlu olması gerekmekte olup, ticarileştirilmeden önce teknik, biyolojik, kullanım ve biyouyumluluk kriterlerini karşılayarak klinik risk değerlendirmesinden başarıyla geçmesi zorunludur.

Kök kanal patları genellikle kimyasal içeriklerine göre sınıflandırılmakta olup (110), içeriklerine bağlı olarak **Tablo 3**'te gösterildiği şekilde kategorize edilebilir.

Tablo 3. Kök kanal patlarının içerik temelli sınıflandırılması

Kök Kanal Patları
A. Çinko Oksit Esaslılar 1. Ojenollü Çinko Oksitli Patlar 2. Ojenolsüz Çinko Oksitli Patlar 3. Medikamanlı Formülasyonlar -Paraformaldehitli -Paraformaldehitsiz
B. Cam İyonomer Esaslı Patlar
C. Kalsiyum Hidroksitli Patlar
D. Rezin Polimerler 1. Epoksi Rezin İçerikli Patlar 2. Metakrilat Rezin İçerikli Patlar 3. Polivinil (Poliketon) Rezin İçerikli Patlar 4. Silikon Polimerler
E. Biyoseramik Esaslı Patlar 1. MTA Esaslı Patlar 2. Kalsiyum Silikat Fosfat İçerenler

2.7.1. Rezin bazlı patlar (Polimerler)

Rezin içerikli kanal patları, boyutsal stabilite açısından değişiklik göstermemekte, hazırlanması kolay olup yeterli çalışma süresi sağlamaktadır. Ayrıca radyoopak ve biyouyumlu özellikler taşımakta ve adezyon performansları da yüksek düzeydedir. Bu patlar temel olarak dört ana grupta incelenmektedir (113).

2.7.1.1. Epoksi rezin esaslı kök kanal patları

Schröder tarafından tanıtılan epoksi rezin bazlı patlar, geliştirilmiş formülasyonları sayesinde endodontide yaygın olarak kullanılmaktadır (114). Bu patlar, epoksi rezin içindeki epoksi molekülleri ile dentindeki kolajen amino asitleri arasında kovalent bağlar oluşturarak dentin ile güçlü bir bağlantı sağlamaktadır (115). Sitotoksik özellikler, materyalin sertleşmesi tamamlandığında azalmaktadır; ayrıca sitotoksikite ile antimikrobiyal özellikler arasındaki ilişki nedeniyle, sertleştikten sonra antimikrobiyal etkinlikleri de azalmaktadır (116).

Metakrilat rezin bazlı patlarda, üretan dimetakrilat molekülünün varlığı nedeniyle sertleşme sırasında polimerizasyon büzülmesi meydana gelirken (117) epoksi rezin

bazlı patlar, boyutsal stabilite açısından çok daha üstün özellikler sergilemektedir (118). Epoksi rezin esaslı patların, doku sıvıları ve nemden daha az etkilendiği ve çözünürlük değerlerinin oldukça düşük olduğu rapor edilmiştir (114, 119).

Epoksi rezin içeren kök kanal patları: AH 26 (Dentsply Maillefer, Tulsa, OK, ABD), AH Plus (Dentsply DeTrey), Sealer26 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda., Pirassununga, SP, Brezilya), 2 Seal (VDW GmbH, Münih, Almanya), TopSeal (Dentsply DeTrey), EZ-Fill (EDS, Hackensack, NJ, ABD) olarak sıralanmaktadır. Bu tez çalışmasında, postoperatif ağrı üzerine etkisi değerlendirilen patlardan biri AH Plus'tır.

2.7.1.1.1. AH Plus kanal patı

AH 26'nın epoksi-amin kimyası korunarak, renklenme eğilimi ve formaldehit salınımı gibi istenmeyen özellikleri elimine edilmek suretiyle AH Plus kök kanal patı geliştirilmiştir. AH Plus'ta A ve B patları eşit hacimlerde kullanılmakta olup, hazırlanırken metal bir spatül ile homojen kıvam elde edilinceye kadar karıştırılmaktadır. Malzeme termoplastik özellik gösterdiğinden gerektiğinde çıkarılması mümkündür. Çalışma süresi 23 °C'de yaklaşık 4 saat, sertleşme süresi ise 37 °C'de 24 saat olarak rapor edilmiştir. AH Plus yüksek radyopasite, çok iyi boyutsal stabilite, düşük çözünürlük ve iyi doku uyumluluğu gibi klinik avantajlara sahiptir ve güta perka veya benzeri kanal noktalarıyla kalıcı kök kanal obtürasyonunda kullanılabilir. Ayrıca üretici firma, kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla AH 26'daki toz/sıvı sistemi yerine çift patlı bir sistem geliştirmiş ve klinik kullanıma sunmuştur (120).

Epoksi patı (A patı); diepoksit, kalsiyum tungstat, zirkonyum oksit, aerosil, pigment ve silikon yağı içermekte iken, amin patı (B patı); 1-adamine amin, N,N'-dibenzil-5-oxanonandiamin-1,9, TCD-diamin, kalsiyum tungstat ve zirkonyum oksit içermektedir (121).

AH Plus, düşük büzülme oranı ve uzun sertleşme süresi sayesinde mikro düzensizliklere daha etkin bir şekilde nüfuz etmekte ve bu durum, pat ile kök dentini arasındaki mekanik kenetlenmeyi güçlendirmektedir (122). Tüm bu üstün özellikleri

sayesinde, AH Plus kök kanal patı endodontide bir 'Altın Standart' olarak kabul edilmektedir (123).

AH Plus ve diğer rezin esaslı kanal patları olan Acroseal ile Adseal, ISO 6876 standardında belirtilen minimum akış değerini karşılamaktadır (124). Kanal patlarının sonik ve ultrasonik yöntemlerle aktive edilmesi, AH Plus ve Adseal'in akışkanlıklarını artırmakta (125); bu aktivasyon sırasında açığa çıkan ısıнын, viskoziteyi düşürerek patların reolojik ve mekanik özelliklerini, özellikle koheziv dayanımlarını iyileştirdiği rapor edilmiştir (126). AH Plus, EasySeal ve deneysel EvoSeal A kanal patlarının film kalınlıkları ISO/DIS 6876:2010 standardına uygun bulunmuş olup, ince film yapıları dentinal tübüllere etkin penetrasyonu desteklemektedir (127). Kanal patlarının suya daldırılması sonucunda meydana gelen kütle kaybı, materyalin çözünürlüğünü yansıtmaktadır ve bu değerlerin düşük olması, patın kök kanalındaki stabilitesini destekler; yapılan ölçümler, AH Plus ve Obturys'ın 24 saatlik süre sonunda sırasıyla %0,0 ve %0,2 çözünürlük gösterdiğini ve her iki materyalin de ilgili standart kriterlere uygun bulunduğunu ortaya koymaktadır (128).

Bir çalışmada, AH Plus biyoseramik kök kanal patı, Total Fill BC kanal patı ve klasik epoksi rezin bazlı AH Plus kök kanal patının kısa ve uzun dönem çözünürlüğü, alkalileştirici potansiyeli ve sıcak dikey kondenzasyon teknikleri için uygunluğu incelenmiştir. Sonuçlar, hem iki kalsiyum silikat bazlı kanal patının hem de rezin bazlı AH Plus kök kanal patının sıcaklığa maruz bırakılmasına rağmen fiziksel ve kimyasal özelliklerinde herhangi bir bozulma gözlenmediğini göstermiştir. Bu bulgu, rezin esaslı AH Plus kanal patı için sıcak dolum teknikleri ile güvenle kullanılabileceğini ve uygulama sırasında özelliklerinin korunacağını ortaya koymaktadır (129).

2.7.2. Biyoseramik esaslı kök kanal patları

Biyoseramikler, tıp ve diş hekimliği uygulamaları için geliştirilmiş; yüksek sızdırmazlık sağlayan, antibakteriyel ve antifungal özelliklere sahip, biyouyumlu seramik veya metal oksit temelli materyaller olarak tanımlanmaktadır. Biyoseramikler, içerdikleri alümina ve zirkonya sayesinde bioinert; biyoaktif camlar, hidroksiapatit ve kalsiyum silikat bileşenleri aracılığıyla biyoaktif; trikalsiyum fosfat ve biyoaktif camlar sayesinde ise biyolojik olarak degradasyon gösterebilme özelliklerine sahiptir (130, 131).

Biyoseramik bazlı kanal patları, sertleşme sırasında hidroksiapatit oluşturarak dolgu materyali ile dentin arasında kimyasal bir bağ kurulmasını sağlamakta ve bu süreçte yüksek pH değeri (12,9) ile güçlü bir antimikrobiyal etki göstermektedir. Sertleşme sonrasında biyoseramik bazlı kanal patları belirli bir genişleme göstermektedir. Kök kanal dolgusu sırasında materyalin periapikal alana taşması durumunda belirgin bir inflamatuvar yanıt oluşturmadağı bildirilmiştir (132). Osteokondüktif etkiye sahiptir. Hidrofilik özelliğı sertleşme sürecinde kanalın nemli olmasını gerektirmektedir. Düşük temas açıları sayesinde lateral kanallar ve düzensiz alanlara etkili bir şekilde yayılım sağlamaktadır (133). Bununla birlikte, kanal tedavisinin tekrarlanması gerektiğinde, biyoseramik bazlı patların kök kanal sisteminden tamamen uzaklaştırılmasının hem manuel hem de döner enstrümantasyon ile oldukça güç ve zaman alıcı bir işlem olması, bu materyallerin başlıca dezavantajı olarak değerlendirilmektedir (134, 135).

2.7.2.1. Kalsiyum silikat fosfat içerenler

Biyoseramik bazlı patların temel bileşenleri kalsiyum silikat ve hidroksiapatit olup, ayrıca zirkonyum oksit, kalsiyum fosfat, kalsiyum hidroksit ve sertleştiriciler de içermektedir. Kalsiyum silikat-fosfat içerikli kök kanal patları, temel bileşenleri sayesinde biyouyumlu ve bioaktif özellikler sergilemekte olup, küçük partikül boyutları ve akışkan yapıları sayesinde yan kanallar ve dentin tübüllerine kolayca nüfuz edebilmektedir (136).

Kalsiyum silikat fosfat içeren kök kanal patları: AH Plus Biyoseramik kanal patı (Maillefer Instruments Holding Sàrl, Ballaigues, İsviçre), TotalFill BC kanal patı (FKG), Endosequence BC kanal patı (Brasseler, Savannah, Georgia, ABD), Bio-C kanal patı (Angelus), iRoot SP (Innovative BioCreamix Inc, Vancouver, BK, Kanada), NeoSealer Flo (Avalon Biomed, Houston, Teksas, ABD), Dia-Root Bio kanal patı (Diadent, Cheongju, Güney Kore) şeklinde sıralanabilir. Bu tez çalışmasında kalsiyum silikat fosfat içeriğine sahip TotalFill BC ve Bio-C kanal patları kullanılmıştır.

2.7.2.1.1. TotalFill BC kanal patı

Üretici firma tarafından radyopak ve hidrofilik özelliklere sahip bir materyal olarak tanımlanan TotalFill BC kanal patı (FKG) kalsiyum silikat biyoseramik esaslı bir kök kanal patıdır. Sertleşme süreci tamamlandığında hidroksiapatit oluşturarak hem kök kanalı dentin yüzeyine hem de biyoseramik kaplı güta perka konlarına (TotalFill BC konları) bağlanmaktadır. Bu ürün, aynı zamanda Endosequence BC kanal patı (Brasseler) veya iRoot SP (Innovative Bioceramix) adı altında da piyasaya sunulan biyoseramik esaslı bir kök kanal patıdır. Üç ürünün kimyasal bileşimleri büyük ölçüde benzerlik göstermekte olup, kalsiyum silikatlar, zirkonyum oksit, tantal oksit, kalsiyum fosfat monobazik ve çeşitli dolgu bileşenlerinden oluşmaktadır (137).

Önceden karıştırılmış bu materyaller, şırınga içerisine yüklenmiş, kullanıma hazır halde bulunmakta ve tek kullanımlık uçlar aracılığıyla kanal içerisine uygulanmaktadır. Hidrofilik özellik göstermesi nedeniyle kök kanalı ve dentin tübüllerindeki nem varlığı, sertleşme süreci açısından kritik öneme sahiptir (137, 138).

TotalFill BC, kalsiyum silikat, kalsiyum hidroksit, kalsiyum fosfat ile çeşitli dolgu ve kıvam artırıcı maddeleri içeren biyoseramik bir kanal dolum patıdır. Tek tüp içerisinde kullanıma hazır olarak sunulan bu enjeksiyonluk formül, kanüller aracılığıyla kök kanalına uygulanabilir. Malzemenin sertleşme süresi yaklaşık 4 saat olup, sertleşme öncesi pH değeri 12,9 seviyesindedir, bu da güçlü bir antibakteriyel ortam sağlar (139).

Hidrofilik özellikleri sayesinde bu pat, sertleşme reaksiyonu sırasında dentin tübüllerindeki sıvıyı etkin bir şekilde çekmektedir. Sertleşme süreci sırasında açığa çıkan kalsiyum hidroksit, ortamın pH değerinin yükselmesine yol açmakta ve bunun sonucunda belirgin bir antibakteriyel etki meydana gelmektedir. Yapılan araştırmalar, materyalin kanal içerisinde rezorbe olmadığını ve bu özellik sayesinde mikrosızıntıya karşı olumlu etkiler sağladığını ortaya koymuştur (140). Literatürde, TotalFill BC maliyetinin yüksekliği ve sertleşme sonrasında kök kanalından uzaklaştırılmasının güçlüğü gibi bazı dezavantajları rapor edilmiştir (141).

TotalFill BC ve bu materyalin sıcak dolum teknikleri için özel olarak geliştirilmiş versiyonu olan HiFlow BC (FKG), kimyasal bileşim açısından karşılaştırıldığında, her

iki kanal patının da organik taşıyıcı bileşen dışında aynı kompozisyona sahip olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmada, her iki materyal de ısıya maruz bırakıldığında belirli değişiklikler göstermiş, bu değişikliklerin sıcaklık arttıkça daha belirgin hâle geldiği gözlemlenmiştir. Ancak, ısı işlem sonrasında meydana gelen tüm değişikliklerin geri dönüşlü olduğu ve bu nedenle her iki kanal patının da 200 °C'ye kadar ısıya dayanıklılık gösterdiği rapor edilmiştir (142). Ayrıca, TotalFill BC'nin yer aldığı başka bir çalışmada, termal işlemlerin hiçbir kanal patının özelliklerini olumsuz etkilemediği gösterilmiştir (129). Bu nedenle TotalFill BC'nin, HiFlow'a eşdeğer etkinlikte olması ve maliyet açısından daha avantajlı olması nedeniyle sıcak dolum teknikleriyle kullanım için önerildiği sonucuna varılmıştır.

2.7.2.1.2. Bio-C kanal patı

Bio-C kanal patı (Angelus), trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, trikalsiyum alüminat, kalsiyum oksit, zirkonya oksit, silisyum oksit, polietilen glikol ve demir oksit içeren, önceden karıştırılmış formda sunulan kalsiyum silikat esaslı bir kök kanal patı olarak geliştirilmiştir (143). Güncel araştırmalarda, söz konusu patın kısa bir sertleşme süresi, ortamı alkalize edebilme yetisi, uygun derecede akışkanlık ve yeterli radyoopasiteye sahip olduğu; ayrıca ISO 6876 standartlarında belirtilen sınırların üzerinde çözünürlük göstermesine rağmen, düşük hacimsel değişimi ve yüksek biyouyumluluğu sayesinde inflamatuvar yanıtın hızla gerilemesine katkı sağladığı rapor edilmiştir (15, 143).

Üretici firma talimatlarına göre, Bio-C, alüminyum içermeyen bir yapıya sahip olup önceden karıştırılmış olarak şırınga içerisinde kullanıma hazır halde bulunmakta ve tek kullanımlık uçlar aracılığıyla kanal içerisine uygulanmaktadır. Biyoseramik özellikleri nedeniyle genellikle güta perka konları ile birlikte kullanılmak üzere tasarlanmış olup rezin bazlı değildir; viskozitesi polietilen glikol ile sağlanmakta, biyouyumu yüksek ve temizlenmesi kolaydır. Çalışma süresi 60 dk ve sertleşme süresi lokal nem koşullarına bağlı olarak ≤ 240 dk olup, gerekli nem apikal dokular ve dentin kanalcıklarından sağlanmaktadır. Ürün, tek kon veya yardımcı kon teknikleri ile uygulanabilir. Termoplastik kök kanal dolgu tekniklerinde 200 °C'ye kadar stabil kalır ve kazara taşması durumunda kalsiyum silikat içeriği sayesinde bir kısmı periradiküler

dokular tarafından emilebilir. Bio-C kanal patı, MTA-Fillapex'e kıyasla %100 biyoseramik ve rezinsiz olup, daha küçük partikül boyutu ve yüksek kalsiyum silikat yoğunluğu sayesinde biyolojik yanıtı daha iyidir. Alkalın reaksiyonu, hidrasyon yoluyla kalsiyum hidroksit $[Ca(OH)_2]$ üretimi şeklinde olup yaklaşık 28 gün sürer. pH değeri 12.5 olup sertleşme sırasında büzülme oluşmamaktadır. Restorasyon aynı seansta yapılabilir ve kanal yenileme (retreatment) gerekirse gütaperka çözücülerini ile mekanik veya ultrasonik teknikler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Post boşluğu hazırlığı, kanal patı tamamen sertleştikten sonra yapılmalıdır ve ürün yalnızca daimi dişler için önerilmektedir. Radyopaklığı 7 mm Alüminyum eşdeğerindedir (144, 145).

Bio-C, TotalFill BC ve AH Plus'ın fizikokimyasal özelliklerinin karşılaştırmalı olarak incelendiği bir çalışmada, Bio-C'nin en kısa sertleşme süresine ve en yüksek çözünürlüğe sahip olduğu; ancak buna rağmen boyutsal değişiminin düşük düzeyde seyrettiği bildirilmiştir (15). Bununla birlikte, yapılan çalışmalar kalsiyum silikat bazlı kanal patlarının, sıcak dolum teknikleri uygulanmasına rağmen fizikokimyasal özelliklerini koruduğunu ve bu tekniklerden etkilenmediğini göstermektedir (12, 142); bu özellik, Bio-C kök kanal patı gibi benzer yapıda kanal patları için de öngörülebilir olarak değerlendirilebilir.

2.7.2.2. MTA esaslı patlar

MTA esaslı kök kanal patları, hidrasyon sırasında çözeltiliye hidroksiapatit yapılarının oluşumunu indükleyen kalsiyum hidroksit ve kalsiyum iyonları salmaktadır (146). MTA esaslı kök kanal patları: Endo CPM kanal patı (EGEO S.R.L., Buenos Aires, Arjantin), MTA Obtura (Angelus), ProRoot Endo kanal patı (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Johnson City, TN, ABD), MTA Fillapex (Angelus) olarak sıralanabilir.

2.8. Kök Kanal Dolumunda Kullanılan Teknikler

Kök kanal sisteminin obturasyonu için günümüze kadar çeşitli teknikler geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Ingle, kök kanal dolum tekniklerini; kondenzasyonun yönüne (lateral ya da vertikal) ve gütaperkaya ısının uygulanıp uygulanmamasına

bağlı olarak sınıflandırmaktadır (147). Bu doğrultuda, kök kanal dolum teknikleri genel olarak **Tablo 4**'te gösterildiği şekilde sınıflandırılabilir. Bu tez çalışmasında ise devamlı dalga kondenzasyon tekniği tercih edilmiştir.

Tablo 4. Kök kanal dolum tekniklerinin sınıflandırılması

Kök Kanal Dolum Teknikleri
A. Soğuk Gütta Perka Dolum Yöntemleri
1. Soğuk Lateral Kondenzasyon Tekniği 2. Basit Tek Kon Tekniği
B. Sıcak Gütta Perka Dolum Yöntemleri
1. Sıcak Vertikal Kondenzasyon Tekniği (Schilder Tekniği) 2. Devamlı Dalga Kondenzasyon Tekniği 3. Sıcak Lateral Kondenzasyon Tekniği 4. Termoplastik Enjeksiyon Teknikleri 5. Kor Taşıyıcılı Gütta Perka Teknikleri 6. Termomekanik Kompaksiyon yöntemi
C. Gütta Perkanın Kimyasal Yumuşatılması Yöntemi

2.8.1. Devamlı dalga kondenzasyon tekniği

Devamlı dalga kondenzasyon tekniği, sıcak vertikal kondenzasyon yönteminin hassasiyet gerektirmesi ve uygulama süresinin uzun olması gibi sınırlamalarını aşmak amacıyla geliştirilmiş bir modifikasyondur ve 1987 yılında Sistem B (SybronEndo, Orange, CA, ABD) ısı kaynağının geliştirilmesiyle tanımlanmıştır (148). Sistem B dışında, günümüzde bu tekniğin uygulanabildiği diğer sistemler arasında Calamus Dual System (Aseptico Inc., Woodinville, WA, ABD), BeeFill 2in1 obtürasyon cihazı (VDW) ve Elements Free kablosuz obtürasyon sistemi (SybronEndo/Kerr Endodontics, Orange, CA, ABD) yer almaktadır. Devamlı dalga kondenzasyon tekniği, kökün apikal üçte birlik bölümünün soğuk lateral kompaksiyonla doldurulmasını, kalan kısmının ise sıcak gütta perkanın enjekte edilmesiyle obtüre edilmesini temel alan iki aşamalı bir yöntemdir. “Down-packing” ve “backfilling”

adımlarıyla gerçekleştirilen bu yaklaşım, soğuk lateral ve sıcak vertikal kompaksiyon yöntemlerinin bir arada uygulanması nedeniyle literatürde sıklıkla “hibrit teknik” olarak tanımlanmaktadır (149). Isıtılmış güta perkanın düzensiz kök kanal anatomisine daha derin ve etkili bir şekilde kondanse edilmesi, dolum süresinin kısılmasını sağlarken, sıcak güta perka tekniğinin avantajlarını korumakta ve soğuk lateral kompaksiyon yöntemine kıyasla üstün sızdırmazlık sunmaktadır (150, 151). Bununla birlikte, bu teknikte ısının kontrollü bir şekilde uygulanması gerekmektedir; zira 10 °C’lik bir artış periapikal dokularda hasara yol açabilirken, 44-47 °C aralığındaki bir yükselme doku nekrozuna neden olabilmektedir (152).

Yücel ve ark., System B kullanılarak obtüre edilen kök kanallarının 30 günlük süre boyunca bakteri geçişini önleyebildiğini rapor etmiştir (153). İnan ve ark. ise System B cihazı ile obtüre edilen kanallarda sınırlı düzeyde sızıntı gözlendiğini, ancak bu yöntemin lateral kondenzasyon tekniğiyle doldurulan kanallara kıyasla sızdırmazlık açısından daha üstün olduğunu belirtmişlerdir (154). Başka bir çalışmada, lateral kondenzasyon ve devamlı dalga kondenzasyon teknikleri güta perka yoğunluğu açısından karşılaştırılmış; sonuç olarak, devamlı dalga kondenzasyon tekniğiyle doldurulan kök kanallarında ağırlık bakımından daha fazla güta perka bulunduğu belirlenmiştir (155).

Bu yöntemde yüksek ısının kullanımıyla ilgili bazı endişeler bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada, Sistem B ile yapılan dolum sırasında oluşan ısı artışının, Touch’n Heat cihazı ile uygulanan sıcak vertikal dolum tekniğine kıyasla belirgin şekilde daha düşük olduğu ve her iki teknikte de dış kök yüzeyinde meydana gelen artışın kritik eşik olan 10 °C’yi aştığı bildirilmiştir (156). Ancak Venturi ve ark., yaptıkları çalışmada ısı değişimini hem kanal iç yüzeyinde hem de kök yüzeyinde ölçmüş ve hem güta perkada hem de kök kanalının dış yüzeyinde meydana gelen sıcaklık artışının klinik açıdan kayda değer olmadığını rapor etmiştir (157). Benzer şekilde Lipski ve ark., yürüttükleri çalışmada; sıcak vertikal kondenzasyon tekniğinin aksine, devamlı dalga kondenzasyon tekniğinde dış yüzey sıcaklığındaki artışın kritik eşik değer olan 10 °C’yi aşmadığını rapor etmiştir (158).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması, Harran Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun (04/26.08.2024) onayı ile Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda yürütülmüş olup (**EK-1**), protokolü NCT06726837 kayıt numarası ile ClinicalTrials.gov'a tescil ettirilmiştir.

3.1. Çalışmaya Dahil Edilecek Hasta Sayısının Hesaplanması

Bu tez çalışmasında dahil edilmesi gereken hasta sayısının belirlenmesinde G*Power V. 3.1.9.6 programı (Heinrich-Heine University, Düsseldorf, Almanya) kullanılmıştır. Önceki bir çalışmada yer alan ağrı değerleri dikkate alındığında (21), %95 güven (1- α), %95 test gücü (1- β), $f=0,412$ etki büyüklüğü ile her bir grupta 20 olmak üzere toplamda 60 hasta ile çalışma planlanmasına karar verilmiştir (**EK-2**). Ancak olası vaka kayıpları (%20) göz önüne alınarak, her bir grup için hasta sayısı 24 olacak şekilde, toplamda 72 hasta çalışmaya dahil edilmiştir.

3.2. Çalışmaya Dahil Edilen Hastaların Seçimi

Bu araştırmaya Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalına başvuran, belirlenen kriterlere uygun gönüllü hastalar dahil edilmiştir.

3.2.1 Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri

1. Yaşları 18-65 arasında olan hastalar,
2. Bu çalışmaya katılmayı kabul eden ve bilgilendirilmiş onam formunu imzalayan hastalar (**EK-3**),
3. Son 7 gün içinde herhangi bir analjezik, antiinflamatuvar ve antibiyotik kullanmamış hastalar,
4. İyi ağız hijyenine sahip hastalar,
5. Derin çürük lezyonu nedeniyle AİP teşhisi konulan ve tek köklü, tek kanallı dişlere sahip hastalar çalışmaya dahil edildi.

3.2.2. Hastaların çalışma dışında tutulma kriterleri

1. Bu çalışmaya katılmayı reddeden hastalar,
2. Tıbbi açıdan riskli hastalar (immünosupresif/sistemik hastalıkları olan, ilaç kullanan hastalar),
3. Termal ve elektriksel pulpa testlerine negatif yanıt veren hastalar,
4. İleri periodontal hastalığı olan hastalar (probing derinliği >4 mm),
5. İlgili dişte preoperatif perküsyon ve palpasyon bulunan hastalar,
6. İmmatür dişler, kanalda kalsifikasyon veya rezorpsiyon varlığı,
7. Birden fazla dişi endodontik tedavi gerektiren hastalar,
8. Kök kanal tedavisi sırasında kullanılacak malzemelere, ajanlara veya lokal anesteziye karşı alerjik duyarlılığı bulunan hastalar,
9. Hamile ve emzirme dönemindeki hastalar,
10. Koronal yapıda aşırı madde kaybı nedeniyle restore edilemeyecek dişler çalışma dışında tutuldu.

3.3. Tanı ve Vaka Seçim Süreci

AİP tanısı, semptomların yokluğu, soğuk testine karşı artmış veya nispeten uzamış yanıt alınması, radyografik olarak sağlıklı periapikal dokuların varlığı ve pulpa boşluğuna uzanan derin çürüklerin saptanması kriterlerine göre, AAE (2013) yönergeleri temel alınarak konuldu (159). Bu tanıya sahip vakaların çalışmaya dahil edilebilmesi için VAS skoru 0 olan hastalar ayrıntılı klinik ve radyografik değerlendirmeye tabi tutuldu. Seçilen dişlerde perküsyon ve palpasyon testleri uygulandı ve klinik durumları değerlendirildi.

Pulpa vitalitesini belirlemek amacıyla dijital elektrikli pulpa test cihazı (C-Pulse Pulp Tester, Coxo, Foshan, Çin) ve soğuk testi (Super Spray Endo Ice, Seçkin Dental, İstanbul, Türkiye) uygulandı. Bu klinik testlerin değerlendirmesi, kontralateral dişlerle karşılaştırma yoluyla yapıldı. Vital pulpa için belirleyici tanı kriteri, soğuk uyarana ve elektrikli pulpa testine karşı, nispeten uzun süren, keskin ve yoğun bir ağrı yanıtının varlığıydı. Çürük uzaklaştırılması sırasında pulpal perforasyon meydana geldiğinde,

hemostatik ajan olarak NaOCl ile ıslatılmış pamuk uygulanmasına rağmen 5 dk içinde kanamanın durmaması ek tanı koyucu ölçüt olarak değerlendirildi.

3.4. Hastaların Tedavi Öncesi Bilgilendirilmesi

Tedavi öncesinde, hastalara tedavi sürecinde ortaya çıkabilecek olası komplikasyonlar ile tedavi sonrası gelişebilecek postoperatif ağrı ve flare-up durumları hakkında detaylı bilgilendirme yapılarak aydınlatılmış onam formu imzalatılmıştır. Hastalara takip formu ve tedavi sonrası ağrı skorunun belirlenmesi için kullanacakları 10 cm'lik VAS (108) kullanımı konusunda bilgi verilmiştir (**Resim 1**).

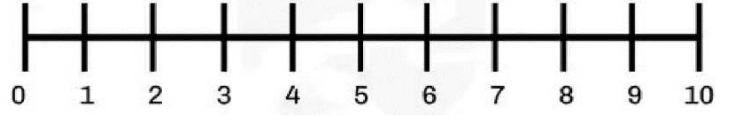
Önceden belirlenen kriterlere uygun hastaların klinik muayenesi gerçekleştirilmiş ve açıortay tekniği kullanılarak elde edilen periapikal radyografiler yardımıyla radyolojik muayeneleri yapılmıştır. Hastaların yaşı ve cinsiyeti (kadın/erkek) ile tedavi edilen dişin bulunduğu çene (üst çene/alt çene), bölgesi (sağ/sol), tipi (santral, lateral, kanin, premolar) ve diş numarası kayıt altına alınmıştır.

HASTA DEĞERLENDİRME FORMU

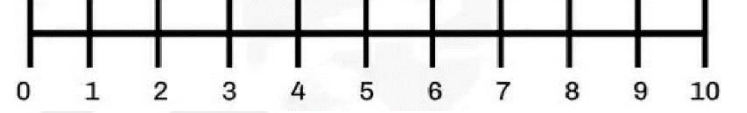
Hasta Adı ve Soyadı :
Protokol No :
T.C Kimlik No :
Tarih :
Yaş :
Cinsiyet :
Diş numarası :

İŞLEM SONRASI (6 saat-7 gün arası) AĞRI DEĞERLENDİRMESİ

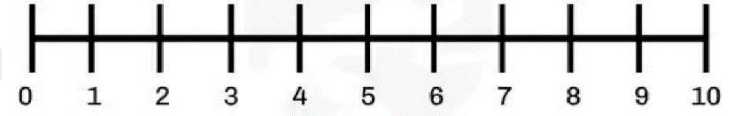
6. saat



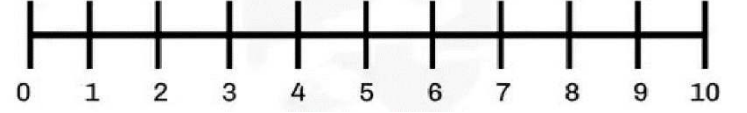
24. saat



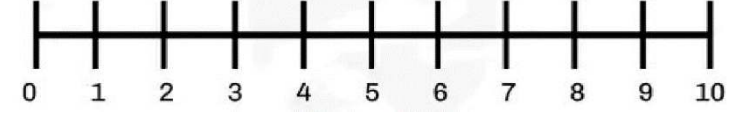
48. saat



72. saat



7. gün



Ağrı kesici kullanacak kadar şiddetli ağrınız oldu mu?	☐ EVET ☐ HAYIR
Hangi gün saat kaçta ağrı kesici kullandınız?	

Resim 1. Hastalara verilen postoperatif ağrı değerlendirme formu

3.5. Kanal Patlarına Göre Grupların Oluşturulması ve Hastaların Gruplara Dağıtılması

Çalışmamızda hastalar, bilgisayar tabanlı blok randomizasyon yöntemi (www.randomizer.org) kullanılarak oluşturulan sıralama doğrultusunda kök kanal patına göre üç gruba ayrılmıştır. Toplam 72 hasta için 24 blok oluşturulmuş ve her blok, her üç gruptan (AH Plus, TotalFill BC, Bio-C) birer hastayı içerecek şekilde planlanmıştır. Önce bloklarda grupların sıralaması rastgele belirlenmiş ve örneğin bir blok için sıra “2-1-3” olarak oluşturulmuştur. Burada 1: AH Plus, 2: TotalFill BC, 3: Bio-C olarak kodlanmıştır. Daha sonra hastalar sırayla klinik randevu aldıkça, blok sırasına göre ilgili gruba atanmıştır; örneğin söz konusu blokta ilk gelen hasta 2 numaralı gruba (TotalFill BC), ikinci hasta 1 numaralı gruba (AH Plus), üçüncü hasta 3 numaralı gruba (Bio-C) atanmıştır. Atamalar, bağımsız bir yardımcı araştırmacı tarafından yönetilmiş ve operatöre hastaların hangi gruba dahil olduğu bildirilmiştir. Operatör uygulama sırasında hangi materyali kullandığını bilmek zorunda olduğundan körülenememiştir; ancak hastalar hangi materyal grubunda yer aldıklarını bilmediği için çalışma tek kör (single-blind) olarak tasarlanmıştır. Her grup için olgu sayısı 24 olacak şekilde planlama yapılmıştır.

Grup 1. AH Plus kanal patı (Dentsply DeTrey) (n=24)

Grup 2. TotalFill BC kanal patı (FKG) (n=24)

Grup 3. Bio-C kanal patı (Angelus) (n=24)

3.6. Tedavi Protokolü

3.6.1. Giriş kavitesi hazırlığı ve çalışma boyu belirlenmesi

Tüm hastalara %2 lidokain ve 1:80.000 epinefrin içeren lokal anestezi (Onkain; Onfarma İlaç Sanayi Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye) uygulandı. İlgili dişlerin izolasyonu rubber dam kullanılarak sağlandıktan sonra, tüm endodontik işlemler operasyon sahasının büyütülmesi ve aydınlatılmasının artırılması amacıyla 5,5× büyütme dental lup (Admetec, Haifa, İsrail) kullanılarak gerçekleştirildi. Yüksek devirli elmas frezler (Meisinger, Neuss, Almanya) yardımıyla mevcut çürük dokular ve varsa restorasyonlar uzaklaştırıldı ve dişlere geleneksel endodontik giriş kavitesi açıldı.

Pulpanın vitalitesi, pulpa odasında kanamanın gözlenmesi ile teyit edildi. Ardından giriş kavitesi %2,5'lik NaOCl ile yıkandı ve pamuk ile kurulandı.

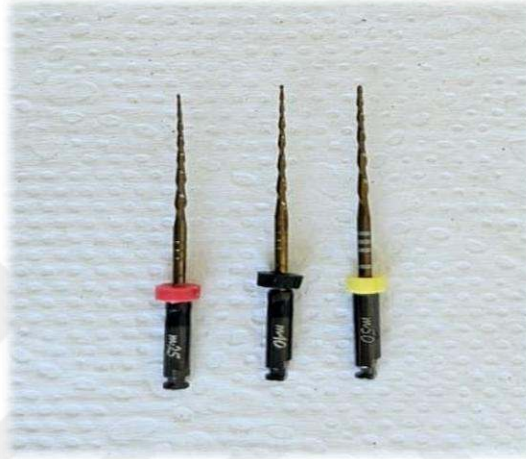
Daha sonra kanallara #10 K tipi eğe (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) yerleştirilerek kanal giriş yolu belirlendi ve apikal patensi sağlandı. Kök kanalının çalışma uzunluğu ise #15 numaralı K tipi el eğesi kullanılarak endodontik motorun (EndoRadar Pro; Woodpecker, Guilin, Çin) entegre apeks bulucusu kullanılarak belirlendi (**Resim 2**). Bu işlem sırasında, cihaz ana standındaki En-Ap düğmesine basıldıktan sonra eğe klipsi dudak klipsine temas ettirildi ve kalibrasyonu sağlamak amacıyla "OVER" ışığının yaklaşık 5 sn yanması beklendi. Eğe kanalda ilerletildiğinde son "turuncu" çubuğa ulaşıldığında stoper referans noktaya sabitlendi. Endoblok yardımıyla eğenin boyu ölçüldü ve bu ölçümden 0,5 mm eksiltiyle çalışma boyu tespit edildi. Ardından bu ölçüm radyografik olarak da doğrulandı.



Resim 2. Çalışma boyu uzunluğu belirlenmesinde ve kök kanal preparasyonu yapılmasında kullanılan entegre apeks buluculu endomotor

3.6.2. Kök kanal şekillendirmesi

Şekillendirme işleminde T-endo Must (Dentac, İstanbul, Türkiye) eğeleri, üretici firma önerileri doğrultusunda endodontik motor ile 300 rpm hızda kullanıldı. Her hastada kanal preparasyonu için tamamen yeni ve steril bir eğe seti açıldı. Başlangıç apikal çapın boyutuna göre; T-endo Must m25 (25/0.06), m40 (40/0.04) ve m50 (50/0.04) eğeleri ile çalışma boyunca kök kanal şekillendirmesi tamamlandı (**Resim 3**).



Resim 3. T-endo Must eğe sisteminde bulunan m25, m40 ve m50 eğeleri

3.6.3. Kanallarda uygulanan irrigasyon ve aktivasyon protokolü

Enstrümantasyon aşamasında irrigasyon, 30 gauge yandan delikli irrigasyon iğnesi (TruNatomy; Dentsply Maillefer) çalışma boyundan 2 mm kısa mesafeye yerleştirilerek, her bir eğe arasında 2 ml olacak şekilde toplamda 20 ml %2,5 NaOCl çözeltisi kullanılarak gerçekleştirildi (**Resim 4**). Kullanılan iğne, yumuşak ve esnek polipropilen malzemeden üretilmiş, 27 mm çalışma uzunluğuna ve %4 konikliğe sahip olup 60° açıyla tasarlanmış kapalı ucu ve yan deliklere sahipti. İrrigasyon, iğnenin üretici talimatlarına uygun olarak yapıldı; apikal yönde 2-3 mm'lik ileri geri hareketlerle yavaşça ilerletildi ve solüsyon, iğnenin kanala sıkışması veya basınç oluşması durumunda verilmedi. Bunun yerine 1-2 mm'lik geri çekme hareketi sırasında solüsyon uygulandı. Bu yöntemle apikal basınç önlendi, irrigasyon kazası riski minimize edildi ve çözeltinin geri akışı sağlandı (160).



Resim 4. Kanalların irrigasyonunda kullanılan kapalı uçlu ve iki yandan delikli TruNatomy iğnesi

Apikal preparasyonunun çapı ve kanal konisitesi ile uyumlu güta perka (Pearl Endo, Brüksel, Belçika), kök kanalına yerleştirildi ve kanala uygunluğu periapikal radyograf ile teyit edildi. Final irrigasyon protokolü sırasıyla 5 ml %17 etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) (Saver, Prime Dental Products PVT Ltd., Maharashtra, Hindistan), 5 ml %2,5 NaOCl ve 10 ml distile su uygulanarak gerçekleştirildi (**Resim 5**).



Resim 5. %5 derişimli NaOCl (%2,5'e seyreltilerek kullanıldı) ve %17'lik EDTA irrigasyon ajanları

Son irrigasyon protokolünde NaOCl ve EDTA, sonik aktivasyon cihazı (Scope; Gtech Dizayn Dental Medikal Makina San. ve Tic. Ltd. Şti., Yozgat, Türkiye)

kullanılarak aktive edildi (**Resim 6**). NaOCl aktivasyonunda 2 ml 20 sn, 2 ml 20 sn ve 1 ml 20 sn olacak şekilde 3 döngüde toplamda 1 dk aktivasyon sağlandı. EDTA için ise yine benzer protokol izlenerek 3 döngüde 1 dk'lık aktivasyon sağlandı. Sonrasında kök kanalları 10 ml distile su ile yıkandı uygun apikal çap ve konisiteye sahip kağıt konlar (Pearl Endo) yardımıyla kurulandı. Kanallar, kullanılan kanal patına göre farklı şekilde kurutuldu; AH Plus uygulamalarında kanalların tamamen kuruması sağlanırken, TotalFill BC ve Bio-C kullanılan durumlarda ise kanalların hafif nemli kalması tercih edildi. Bu nemlilik, kağıt kon ucunun yaklaşık 3-4 mm'lik kısmı ıslak kaldığında kurulama işleminin sonlandırılmasıyla elde edildi.



Resim 6. Aktivasyonda kullanılan sonik aktivatör cihazı

3.6.4. Kanal patının kanallara taşınması

Master konlar, kullanımdan önce %5 NaOCl'de 1 dk süreyle dezenfekte edilip steril salinle yıkandı ve etanol ile silinerek kurutuldu. AH Plus için, iki ayrı tüpte bulunan A (amber renk) ve B (beyaz renk) patlar, üretici talimatları doğrultusunda eşit hacim oranında (1:1) kendi karıştırma pedinde metal spatül kullanılarak homojen bir kıvam elde edene kadar karıştırıldı ve master kon aracılığıyla kanala taşındı (**Resim 7**). TotalFill BC ve Bio-C kanal patları ise enjekte edilebilir özellikte olduklarından, steril ve tek kullanımlık plastik uçları aracılığıyla doğrudan kanala enjekte edildi (**Resim 8-9**). Plastik uçlar, kanalın koronal üste birlik kısmına kadar ilerletildikten sonra, pat uygulaması yavaş ve kontrollü bir biçimde gerçekleştirildi; plastik uygulama ucu, patın kanal orifisinde görüldüğü ana kadar geriye doğru çekilerek uygulama tamamlandı. Ardından, master kon kanalın çalışma boyuna kadar ilerletildi ve üç kez

yukarı-aşağı hareket ettirildi; böylece kanal patının düzensizliklere daha iyi penetre olması sağlandı.



Resim 7. Çalışmamızda kullanılan AH Plus rezin esaslı kanal patı



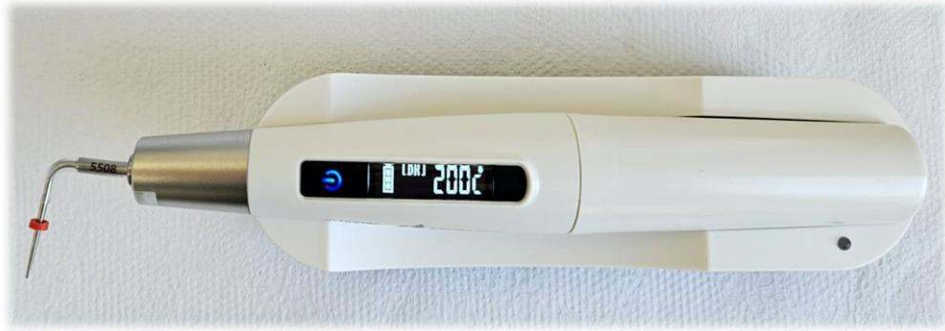
Resim 8. Çalışmamızda kullanılan TotalFill BC biyoseramik esaslı kanal patı



Resim 9. Çalışmamızda kullanılan Bio-C biyoseramik esaslı kanal patı

3.6.5. Kök kanallarının devamlı dalga kondenzasyon tekniği ile doldurulması

Down-pack cihazının (Bomedent eHeater; Changzhou Bomedent Medical Technology Co., Ltd., Çin) sıcaklığı, AH Plus, TotalFill BC ve Bio-C kanal patı grupları için 200 °C olarak ayarlandı (**Resim 10**). Ardından cihaz aktive edilerek kök kanalına uygun plugger ucu ile çalışma uzunluğunun 5 mm gerisine kadar ilerletilmesiyle master konun koronal bölgedeki kısmı uzaklaştırıldı. Daha sonra, uygun el pluggerları kullanılarak kök kanalının apikal üçlüsünde kalan gütta perkanın kondenzasyonu sağlandı. Boşalan orta ve koronal üçlü kanal segmentleri, down-pack cihazı ile aynı sıcaklıklara ayarlanan back-fill cihazı (Bomedent eFiller) kullanılarak dolduruldu. Back-fill işlemi sırasında yerleştirilen sıcak gütta perkanın kanal duvarlarına homojen şekilde adapte olmasını sağlamak amacıyla, bu bölgelerde de uygun el pluggerları ile ek kondenzasyon yapıldı. Bu işlemde, medium boy, apikal çapı 2,5 mm ve uzunluğu 15 mm olan katı haldeki gütta perka (DiaDent Grup International, Cheongju, Güney Kore) back-fill cihazına yerleştirilmiş ve cihaz içinde ısıtılarak akışkan hâle getirilmiştir (**Resim 11-12**). Ardından kanallar sıcak gütta perka ile doldurulmuştur.



Resim 10. Çalışmamızda kullanılan down-pack cihazı



Resim 11. Çalışmamızda kullanılan back-fill cihazı



Resim 12. Sıcak dolumda kullanılan medium boy güta perka

3.6.6. Final restorasyonun tamamlanması

Dolumu tamamlanan kanallarda güta perkalar, mine-sement birleşiminden 1 mm aşağıda olacak şekilde ısıtılmış ekskavatör ucu yardımıyla uzaklaştırıldı. Cam iyonomer dolgu materyali ile kaide uygulaması tamamlandıktan sonra, üst restorasyon kompozit rezin (Palfique Estelite LX5, Tokuyama Dental Corporation, Japonya) kullanılarak gerçekleştirildi. Restorasyon, bitirme frezleri (Meisinger) kullanılarak tamamlandı; ardından okluzyon kontrolleri gerçekleştirildi. Kök kanal dolguları,

radiyografi ile değerlendirildi (**Resim 13, 14, 15**). Hastalara 600 mg İbuprofen (Abbott Laboratuvarları İthalat İhracat ve Ticaret Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye) reçete edildi ve yalnızca şiddetli ağrı hissettiklerinde kullanmaları önerildi.

Resim 13. AH Plus kanal patı kullanılarak gerçekleştirilen kök kanal tedavilerine ait periapikal radyografiler



a1. Tedavi öncesi alınan periapikal film, **a2.** Down-packing işlemi sonrası alınan kontrol filmi, **a3.** Kanal tedavisi sonrası alınan bitim filmi

Resim 14. TotalFill BC kanal patı kullanılarak gerçekleştirilen kök kanal tedavilerine ait periapikal radyografler



b1. Tedavi öncesi alınan periapikal film, **b2.** Down-packing işlemi sonrası alınan kontrol filmi, **b3.** Kanal tedavisi sonrası alınan bitim filmi

Resim 15. Bio-C kanal patı kullanılarak gerçekleştirilen kök kanal tedavilerine ait periapikal radyografler



c1. Tedavi öncesi alınan periapikal fim, **c2.** Down-packing işlemi sonrası alınan kontrol filmi, **c3.** Kanal tedavisi sonrası alınan bitim filmi

3.6.7. Postoperatif ağrının değerlendirilmesi

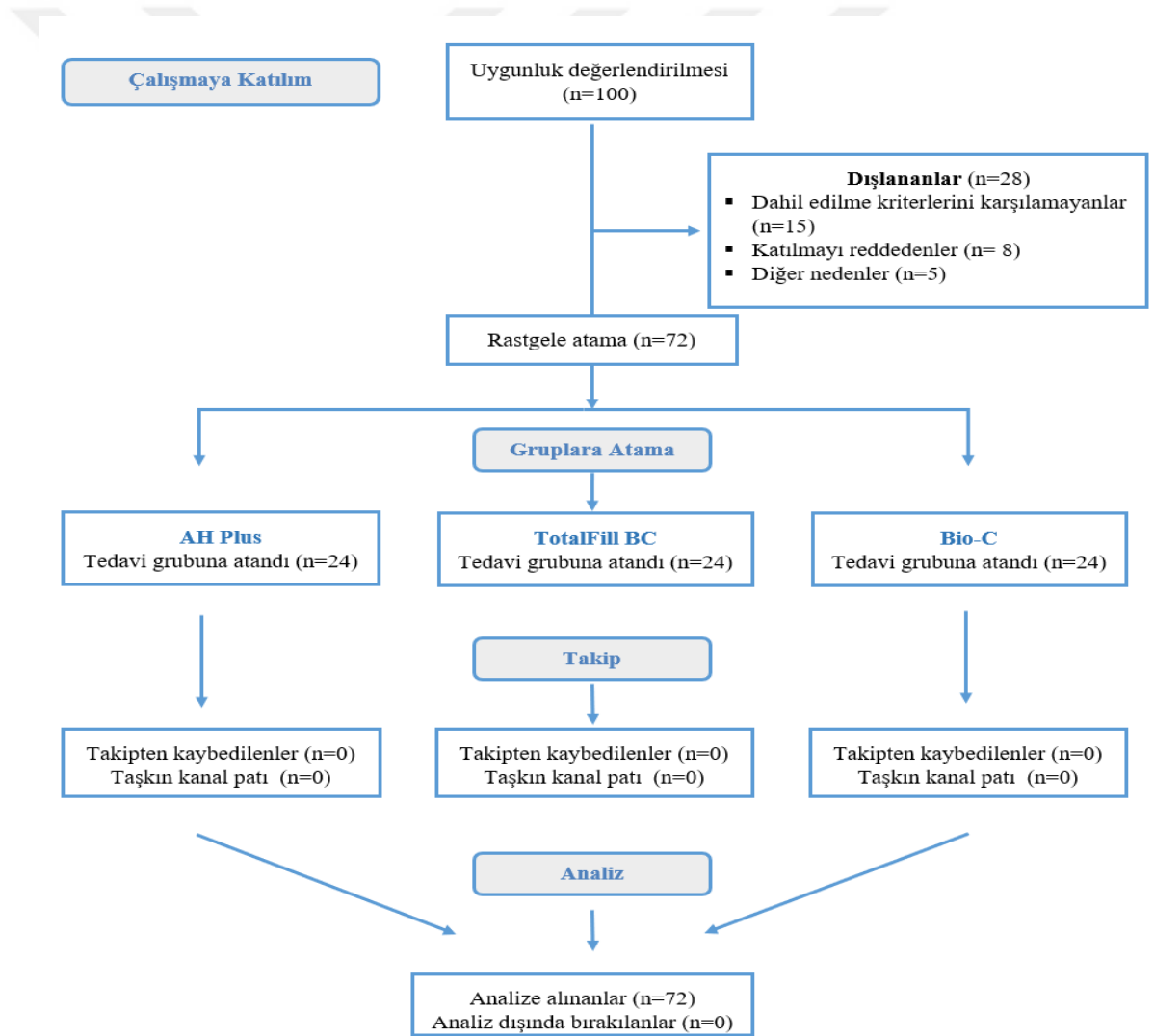
Tedavisi tamamlanan hastalara, yedi gün boyunca deneyimledikleri postoperatif ağrı düzeyini ve analjezik kullanım sıklığını kaydetmeleri amacıyla önceden hazırlanmış kayıt formları verilmiş; formların nasıl doldurulacağı detaylı biçimde kendilerine açıklanmıştır. Hastalardan 6., 24., 48., 72. saatler ve 7 gün sonrasında deneyimledikleri ağrıyı ilgili formlarda işaretlemeleri; ayrıca analjezik kullanmışlarsa, kullanım zamanını ve miktarını kaydetmeleri istenmiştir. Doğru ve eksiksiz raporlamayı sağlamak amacıyla, hastalara her değerlendirme zaman noktasında otomatik kısa mesaj (SMS) yoluyla hatırlatma gönderilmiş; doldurulan kayıt formları takip ziyareti sırasında toplanarak hasta dosyalarına eklenmiştir.

3.7. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS v23 (IBM, Armonk, NY, ABD) ile analiz edildi. Bağımsız değişkenlerin ağrı olma durumu üzerindeki etkisini incelemek için genelleştirilmiş tahmin denklemleri yöntemi ve Binary lojistik bağlantı fonksiyonu kullanılmıştır. Zamana göre ağrı durumlarının karşılaştırılmasında Cochran Q testi ile incelendi. Kategorik veriler arasındaki ilişkinin incelenmesinde Monte Carlo düzeltmeli Fisher's Exact Testi, Fisher's Exact Testi ve Yates Düzeltmesi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmeli Z testi ile yapıldı. Kategorik verilerin gösteriminde frekans ve yüzde kullanıldı. Anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak alındı.

4. BULGULAR

Bu tez çalışmasında, farklı kök kanal patlarının (AH Plus, TotalFill BC ve Bio-C) postoperatif ağrı üzerine etkisinin değerlendirilmesi amacıyla her grupta 24 hasta olmak üzere toplam 72 hastaya tek seansta kök kanal tedavisi uygulanmıştır (**Şekil 1**). Hastalara şiddetli ağrı halinde kullanmaları için 600 mg ibuprofen reçete edilmiş olmasına rağmen, çalışma boyunca hiçbir hastanın analjezik kullanmadığı kaydedilmiştir.



Şekil 1. Hastaların randomizasyon, dağılım ve takip akış diyagramı

Tablo 5. Postoperatif ağrı olma durumuna ait Binary lojistik regresyon analizi sonuçları

	Multiple	
	OR (%95 GA)	p
Sabit	14,059 (0,863 - 229,161)	0,063
Cinsiyet (Kadın)	0,342 (0,048 - 2,455)	0,286
Çene (Alt)	0,251 (0,05 - 1,259)	0,093
Bölge (Sağ)	1,331 (0,266 - 6,665)	0,728
Kanal patı (Referans: Bio-C)		
AH Plus	1,338 (0,256 - 6,988)	0,730
TotalFill BC	2,352 (0,329 - 16,824)	0,394
Yaş (Referans: 50 yaş ve üzeri)		
30'dan küçük	2,682 (0,385 - 18,681)	0,319
30 ve üzeri 50 ye kadar	1,145 (0,235 - 5,581)	0,867

OR (95% GA): Odds ratio (95% güven aralığı)

Bağımsız değişkenlerin postoperatif ağrı olma durumu üzerindeki etkisini incelemek için genelleştirilmiş tahmin denklemleri yöntemi ve Binary lojistik bağlantı fonksiyonu kullanılmış ve sonuçlar **Tablo 5**'te sunulmuştur. Multiple model sonucunda cinsiyet, çene, bölge, yaş ve kanal patlarının postoperatif ağrı olma durumu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamıştır ($p>0,05$). Hastalarda postoperatif ağrı oluşma riski Bio-C kanal patı referans alındığında; AH Plus grubunda 1,338 kat ve TotalFill BC grubunda 2,352 kat artmıştır. Ancak bu artış istatistiksel açıdan anlamlı değildi ($p>0,05$). Hastalarda postoperatif ağrı oluşma riski 50 yaş ve üzeri hasta grubu referans alındığında; 30 yaşından küçük hastalarda 2,682 kat ve 30-50 yaş aralığında 1,145 kat daha fazlaydı. Ancak bu artış istatistiksel açıdan anlamlı değildi ($p>0,05$).

Tablo 6. Postoperatif ağrı olma durumlarının zamanlara göre incelenmesi [frekans (yüzde)]

	Postoperatif ağrı		Test istatistiği	p ^x
	Yok	Var		
6. saat	60 (83,3)	12 (16,7) ^b	40,000	<0,001
24. saat	64 (88,9)	8 (11,1) ^b		
48. saat	72 (100)	0 (0) ^a		
72. saat	72 (100)	0 (0) ^a		
7. gün	72 (100)	0 (0) ^a		

^xCochran Q testi

^{a-b} Aynı harfe sahip zamanlar arasında fark yoktur.

Zamanlara göre elde edilen postoperatif ağrı durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır (**p<0,001**) (Tablo 6). 6. saatte ağrı bildirenlerin oranı %16,7; 24. saatte %11,1; 48. saat, 72. saat ve 7. günde ise %0 olarak elde edilmiştir. 6. saat ile 48. saat, 72. saat ve 7. gün arasında anlamlı farklılık vardır (**p<0,05**). 24. saat ile 48. saat, 72. saat arasında, 7. gün arasında farklılık vardır (**p<0,05**). 6. ve 24. saatler arasında ise ağrı varlığı açısından anlamlı bir farklılık bulunmuyordu (**p>0,05**).

Tablo 7. Hastalara ait demografik özellikler ile çalışmada kullanılan kanal patları arasındaki bağlantının incelenmesi [frekans (yüzde)]

	Kanal patı			Toplam	p ^x
	AH Plus	TotalFill BC	Bio-C		
Cinsiyet					
Kadın	16 (66,7)	19 (79,2)	15 (62,5)	50 (69,4)	0,526
Erkek	8 (33,3)	5 (20,8)	9 (37,5)	22 (30,6)	
Yaş					
30'dan küçük	4 (16,7)	6 (25)	7 (29,2)	17 (23,6)	0,770
30 ve üzeri 50' ye kadar	14 (58,3)	13 (54,2)	10 (41,7)	37 (51,4)	
50 ve üzeri	6 (25)	5 (20,8)	7 (29,2)	18 (25)	
Diş Tipi					
Santral	6 (25)	1 (4,2)	4 (16,7)	11 (15,3)	0,595
Lateral	4 (16,7)	4 (16,7)	5 (20,8)	13 (18,1)	
Kanin	5 (20,8)	7 (29,2)	5 (20,8)	17 (23,6)	
Premolar	9 (37,5)	12 (50)	10 (41,7)	31 (43,1)	
Çene					
Alt	8 (33,3) ^a	17 (70,8) ^b	12 (50) ^{ab}	37 (51,4)	0,042
Üst	16 (66,7) ^a	7 (29,2) ^b	12 (50) ^{ab}	35 (48,6)	
Bölge					
Sağ	14 (58,3)	17 (70,8)	14 (58,3)	45 (62,5)	0,625
Sol	10 (41,7)	7 (29,2)	10 (41,7)	27 (37,5)	
Diş No					
11	4 (16,7)	0 (0)	1 (4,2)	5 (6,9)	0,448
12	2 (8,3)	0 (0)	3 (12,5)	5 (6,9)	
13	1 (4,2)	1 (4,2)	3 (12,5)	5 (6,9)	
15	3 (12,5)	2 (8,3)	1 (4,2)	6 (8,3)	
21	2 (8,3)	0 (0)	1 (4,2)	3 (4,2)	
22	2 (8,3)	2 (8,3)	1 (4,2)	5 (6,9)	
23	2 (8,3)	1 (4,2)	1 (4,2)	4 (5,6)	

	Kanal patı			Toplam	p ^x
	AH Plus	TotalFill BC	Bio-C		
25	0 (0)	1 (4,2)	1 (4,2)	2 (2,8)	
31	0 (0)	0 (0)	1 (4,2)	1 (1,4)	
32	0 (0)	1 (4,2)	0 (0)	1 (1,4)	
33	1 (4,2)	1 (4,2)	0 (0)	2 (2,8)	
34	1 (4,2)	1 (4,2)	1 (4,2)	3 (4,2)	
35	2 (8,3)	0 (0)	4 (16,7)	6 (8,3)	
41	0 (0)	1 (4,2)	1 (4,2)	2 (2,8)	
42	0 (0)	1 (4,2)	1 (4,2)	2 (2,8)	
43	1 (4,2)	4 (16,7)	1 (4,2)	6 (8,3)	
44	1 (4,2)	3 (12,5)	0 (0)	4 (5,6)	
45	2 (8,3)	5 (20,8)	3 (12,5)	10 (13,9)	

^xMonte Carlo Düzeltmeli Fisher's Exact Testi.

^{a-b} Aynı harfe sahip satırlar (kanal patları) arasında fark yoktur.

Hastalara ait demografik özellikler ile tez çalışmamızda kullanılan kanal patları arasındaki bağlantı **Tablo 7'**de incelenmiştir.

AH Plus grubunda cinsiyet dağılımları incelendiğinde; kadın hasta oranı %66,7 iken, erkek hasta oranı %33,3 olarak elde edilmiştir. TotalFill BC grubunda ise, kadın hasta oranı %79,2 iken, erkek hasta oranı %20,8 olarak elde edilmiştir. Bio-C grubunda kadın hastaların oranı %62,5 iken, erkek hastaların oranı %37,5 olarak elde edilmiştir. Cinsiyet ile kanal patı arasında anlamlı bir bağlantı bulunmamıştır ($p>0,05$).

AH Plus grubunda yaş dağılımları incelendiğinde 30 yaşından küçük hastaların oranı %16,7, 30-50 yaş aralığındaki hastaların oranı %58,3 ve 50 yaş ve üzeri hastaların oranı %25 olarak elde edilmiştir. TotalFill BC grubunda, 30 yaşından küçük hastaların oranı %25, 30-50 yaş aralığındaki hastaların oranı %54,2 ve 50 yaş ve üzeri hastaların oranı %20,8 olarak elde edilmiştir. Bio-C grubunda 30 yaşından küçük hastaların oranı %29,2, 30-50 yaş aralığındaki hastaların oranı %41,7 ve 50 yaş ve üzeri hastaların oranı %29,2 olarak elde edilmiştir. Yaş ile kanal patı arasında anlamlı bir bağlantı bulunmamıştır ($p>0,05$).

AH Plus grubunda diş tipi dağılımları incelendiğinde santral dişlerin oranı %25, lateral oranı %16,7, kanin oranı %20,8 ve premolar oranı %37,5 olarak elde edilmiştir. TotalFill BC grubunda santral dişlerin oranı %4,2, lateral oranı %16,7, kanin oranı %29,2 ve premolar oranı %50 olarak elde edilmiştir. Bio-C grubunda santral oranı %16,7, lateral oranı %20,8, kanin oranı %20,8 ve premolar oranı %41,7 olarak elde edilmiştir. Diş tipi ile kanal patı arasında anlamlı bir bağlantı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Üst çenede bulunan dişlerin %66,7'si AH Plus grubunda ve alt çenede bulunan dişlerin %70,8'i TotalFill BC grubunda yer almıştır. Bio-C grubunda alt ve üst çenede bulunma oranı %50 olarak elde edilmiştir. Çene ile kanal patı arasında anlamlı bir bağlantı tespit edilmiştir ($p<0,05$).

AH Plus grubunda çene bölgesi dağılımları incelendiğinde, çalışmaya dahil edilen hasta dişlerinin sağda bulunma oranı %58,3 iken, solda %41,7 olarak elde edilmiştir. TotalFill BC sağda bulunma oranı %70,8 iken, solda %29,2 olarak elde edilmiştir. Bio-C grubunda sağda bulunma oranı %58,3 iken, solda %41,7 olarak elde edilmiştir. Bölge ile kanal patı arasında anlamlı bir bağlantı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Diş numaralarının kanal patı gruplarına göre dağılımları incelendiğinde; AH Plus grubuna en fazla 11 numaralı diş [4 (%16,7)], TotalFill BC grubuna en fazla 45 numaralı diş [5 (%20,8)] ve Bio-C grubuna en fazla 35 numaralı diş [4 (%16,7)] dahil edilmiştir. Diş numarası ile kanal patı arasında anlamlı bir bağlantı bulunmamıştır ($p>0,05$).



Tablo 8. Demografik özellikler ile 6.saat ve 24. saat postoperatif ağrı durumu arasındaki bağlantının incelenmesi [frekans (yüzde)]

6. saat postoperatif ağrı	Ağrı yok	Ağrı var	Toplam	p
Kanal patı				
AH Plus	20 (83,3)	4 (16,7)	24 (33,3)	1,000 ^x
TotalFill BC	20 (83,3)	4 (16,7)	24 (33,3)	
Bio-C	20 (83,3)	4 (16,7)	24 (33,3)	
Cinsiyet				
Kadın	40 (80)	10 (20)	50 (69,4)	0,322 ^y
Erkek	20 (90,9)	2 (9,1)	22 (30,6)	
Yaş				
30'dan küçük	15 (88,2)	2 (11,8)	17 (23,6)	0,913 ^x
30 ve üzeri 50'ye kadar	30 (81,1)	7 (18,9)	37 (51,4)	
50 ve üzeri	15 (83,3)	3 (16,7)	18 (25)	
Çene				
Alt	29 (78,4)	8 (21,6)	37 (51,4)	0,399 ^z
Üst	31 (88,6)	4 (11,4)	35 (48,6)	
24. saat postoperatif ağrı	Ağrı yok	Ağrı var	Toplam	p
Kanal patı				
AH Plus	22 (91,7)	2 (8,3)	24 (33,3)	0,711 ^x
TotalFill BC	22 (91,7)	2 (8,3)	24 (33,3)	
Bio-C	20 (83,3)	4 (16,7)	24 (33,3)	
Cinsiyet				
Kadın	44 (88)	6 (12)	50 (69,4)	1,000 ^y
Erkek	20 (90,9)	2 (9,1)	22 (30,6)	
Yaş				
30'dan Küçük	16 (94,1)	1 (5,9)	17 (23,6)	0,882 ^x
30 ve üzeri 50'ye kadar	32 (86,5)	5 (13,5)	37 (51,4)	
50 ve üzeri	16 (88,9)	2 (11,1)	18 (25)	
Çene				
Alt	31 (83,8)	6 (16,2)	37 (51,4)	0,262 ^y
Üst	33 (94,3)	2 (5,7)	35 (48,6)	

^x Monte Carlo Düzeltmeli Fisher's Exact Testi; ^y Fisher's Exact Testi; ^z Yates Düzeltmesi

Tablo 8'de hastalara ait demografik özellikler ile 6. saat ve 24. saat postoperatif ağrı durumu arasındaki bağlantı incelenmiştir.

AH Plus, TotalFill BC ve Bio-C kanal patı gruplarında 6. saatte hastaların %16,7'si ağrı bildirmiştir. AH Plus ve TotalFill BC gruplarında 24. saatte hastaların %8,3'ü Bio-C grubunda %16,7'si ağrı bildirmiştir. Kanal patı ile 6. ve 24. saat ağrı varlığı arasında anlamlı bir bağlantı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Kadınlarda ve erkeklerde 6. saatte ağrı bildirme oranı sırasıyla %20 ve %9,1 olarak elde edilmiştir. Kadınlarda ve erkeklerde 24. saatte ağrı bildirme oranı sırasıyla %12 ve %9,1 olarak elde edilmiştir. Cinsiyet ile 6. ve 24. saat ağrı arasında anlamlı bir bağlantı bulunmamıştır ($p>0,05$).

30 yaşından küçük hasta, 30-50 yaş aralığında ve 50 yaş ve üzeri hasta grubunda 6. saat ağrı bildirme oranı sırasıyla, %11,8, %18,9 ve %16,7 olarak elde edilmiştir. 30 yaşından küçük hasta, 30-50 yaş aralığında ve 50 yaş ve üzeri hasta grubunda 24. saat ağrı bildirme oranı sırasıyla, %5,9, %13,5 ve %11,1 olarak elde edilmiştir. Yaş ile 6. ve 24. saat ağrı arasında anlamlı bir bağlantı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Alt çene ve üst çene dişlerde 6. saat ağrı olma oranı sırasıyla %21,6 ve %11,4 olarak elde edilmiştir. Alt çene ve üst çene dişlerde 24. saat ağrı olma oranı sırasıyla %16,2 ve %5,7 olarak elde edilmiştir. Üst çene grubunda 6. saat ağrı dağılımları incelendiğinde ağrı yok diyenlerin oranı %88,6 iken, ağrı var diyenlerin oranı %11,4 olarak elde edilmiştir. Çene ile 6. ve 24. saat ağrı arasında anlamlı bir bağlantı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 9. Postoperatif ağrı görülen 6. ve 24. saatlerde VAS skorlarının dağılımın gösterilmesi [frekans (yüzde)]

6. saat postoperatif ağrı												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
AH Plus	20 (83,3)	0 (0)	0 (0)	2 (8,3)	0 (0)	1 (4,2)	0 (0)	0 (0)	1 (4,2)	0 (0)	0 (0)	24 (100)
TotalFill BC	20 (83,3)	0 (0)	3 (12,5)	0 (0)	1 (4,2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	24 (100)
Bio-C	20 (83,3)	1 (4,2)	1 (4,2)	1 (4,2)	1 (4,2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	24 (100)
Total	60 (83,3)	1 (1,4)	4 (5,6)	3 (4,2)	2 (2,8)	1 (1,4)	0 (0)	0 (0)	1 (1,4)	0 (0)	0 (0)	72 (100)
24. saat postoperatif ağrı												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
AH Plus	22 (91,7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4,2)	0 (0)	0 (0)	1 (4,2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	24 (100)
TotalFill BC	23 (95,8)	0 (0)	0 (0)	1 (4,2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	24 (100)
Bio-C	20 (83,3)	2 (8,3)	1 (4,2)	1 (4,2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	24 (100)
Total	65 (90,3)	2 (2,8)	1 (1,4)	2 (2,8)	1 (1,4)	0 (0)	0 (0)	1 (1,4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	72 (100)

Tablo 9'da ağrı görülen 6. ve 24. saatlerde VAS skorlarının dağılımı gösterilmiştir. 6. saatte AH Plus grubunda 2 (%8,3) hastada 3 skoru, 1 hastada 5 skoru (%4,2), ve 1 (%4,2) hastada 8 skoru bildirilmiştir. TotalFill BC grubunda 3 (%12,5) hastada 2 skoru ve 1 hastada 4 skoru (%4,2) bildirilmiştir. Bio-C grubunda 1'er hastada (%4,2), 1,2,3,4 skorları bildirilmiştir.

24. saatte AH Plus grubunda 1 (%4,2) hastada 4 skoru ve 1 (%4,2) hastada 7 skoru skoru bildirilmiştir. TotalFill BC grubunda 1 (%4,2) hastada 3 skoru bildirilmiştir. Bio-C grubunda 2 (%8,3) hastada 1 skoru, 1 (%4,2) hastada 2 skoru ve 1 (%4,2) hastada 3 skoru bildirilmiştir.

5. TARTIŞMA

Endodontik tedavi sonrasında ortaya çıkan ağrı, hem diş hekimleri hem de hastalar açısından önemli bir kaygı unsuru olarak değerlendirilmektedir. Endodontik tedavi sonrası postoperatif ağrının, hastaların yaklaşık %3–58’inde görülebildiği raporlanmıştır (4). Postoperatif ağrının oluşumunda, periapikal dokularda gelişen akut enflamatuvar yanıtın mikrobiyal, mekanik veya kimyasal kaynaklı iritanlarla ilişkilendirildiği bildirilmektedir (161). Bu iritanlar arasında, kök kanal tedavisi sırasında kullanılan materyallerin periapikal dokularla teması sonucu gelişen kimyasal uyarının da önemli bir rol oynayabileceği düşünülmektedir (162). Bu nedenle, farklı kimyasal içeriklere sahip kanal patlarının postoperatif ağrı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi klinik açıdan önem taşımaktadır (163). Bu randomize klinik çalışmada amacımız, iki kalsiyum silikat esaslı (TotalFill BC ve Bio-C) ile bir epoksi rezin esaslı (AH Plus) kök kanal patının, tek seansta gerçekleştirilen kanal tedavisi sonrasında postoperatif ağrı üzerindeki etkilerinin karşılaştırılmasıydı.

Bu çalışmanın sıfır hipotezi (H0) postoperatif ağrı durumu üzerinde; cinsiyet, yaş, çene, bölge ve kanal patı türünün anlamlı bir etkisi bulunmayacağı yönündeydi. Çalışmaya katılan AH Plus grubundaki hastaların %66,7’si, TotalFill BC grubundakilerin %79,2’si ve Bio-C grubundakilerin %62,5’i kadındır. Regresyon analizine göre cinsiyet, ağrı olma durumu üzerinde anlamlı bir etkiye sahip değildi. Ayrıca çalışmamızda kadın katılımcılar 6. ve 24. saatte erkeklere göre daha yüksek oranlarda ağrı bildirmiş olsalar da, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Böylece H0 hipotezi cinsiyet için kabul edilmiş oldu. Literatürde cinsiyetin postoperatif ağrı üzerindeki etkisi konusunda tutarsız bulgular mevcuttur. Bazı araştırmalar, kadınlarda postoperatif ağrının hem süresinin daha uzun hem de ağrı insidansının daha yüksek olduğunu bildirmiştir (11, 59). Buna karşın, farklı bir çalışma ise erkeklerin postoperatif ağrı süresinin kadınlara kıyasla anlamlı derecede daha uzun olabileceğini ortaya koymuştur (164). Çalışmamıza paralellik gösteren başka çalışmalar ise cinsiyet ile postoperatif ağrı arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını ortaya koymaktadır (44, 165).

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş ortalamaları incelendiğinde, AH Plus grubunda 39,2; TotalFill BC grubunda 38,0 ve Bio-C grubunda 40,2 bulunmuştur. Yaş 3 ayrı kategoride (30 yaşından küçük, 30 ve 50 yaş arasındaki ve 50 yaş ve üzeri hastalarda) incelenmiş ve regresyon analizi sonucuna göre her üç kategorinin de postoperatif ağrı üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Böylece H0 hipotezi yaş değişkeni için kabul edilmiştir. Çalışmamızın bu sonucuyla paralel olarak postoperatif ağrı ile yaş değişkeni arasındaki ilişkinin anlamlı olmadığını rapor eden çalışmalar mevcuttur (9, 44, 165). Ancak sonuçlarımıza göre her ne kadar anlamlı bir fark görülme de, 50 ve üzeri yaştaki grup referans alındığında postoperatif ağrı görülme riski; 30 yaşından küçük hastalarda 2,682 kat ve 30-50 yaş aralığında 1,145 kat daha fazlaydı. Yani ağrı görülme eğilimi genç yaş grubunda daha fazlaydı. Bu bulgu, bazı çalışmalarda da benzer şekilde raporlanmıştır (34, 43, 166). Özellikle Yu ve ark. (166), yaştan postoperatif ağrı ile ilişkili olduğunu bildirmiş ve bu durumu, genç daimi dişlerde pulpa dokusunun daha yoğun bir sinir ağına sahip olması; buna karşılık yaş ilerledikçe pulpal innervasyonun azalması şeklindeki biyolojik süreçle açıklamışlardır (167, 168). Bir başka araştırma ise yaştan artışıyla birlikte postoperatif ağrı düzeyinin arttığını ortaya koymuştur (169). Bu bulgular, postoperatif ağrı ile yaş ve cinsiyet arasındaki ilişkinin karmaşık ve çok faktörlü olabileceğini göstermektedir.

Mandibular kemiğin yoğun kortikal ve trabeküler yapısı, kan akışını sınırlayarak enfeksiyonun yayılımını kolaylaştırabilmekte ve iyileşme sürecini geciktirebilmektedir. Bu durum, geleneksel kök kanal tedavisi sonrasında mandibular dişlerde daha yüksek ağrı insidansının görülmesinin olası nedenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (59). Öte yandan, bazı araştırmacılar ise mandibulanın daha kalın kortikal kemik yapısının postoperatif dönemde ağrının daha az sıklıkta görülmesine katkıda bulunabileceğini öne sürmektedir (59, 169). Çalışmamızda kanal patı gruplarının alt ve üst çenelerdeki dağılımı incelendiğinde, AH Plus'ın daha çok üst çenede, TotalFill BC'nin ise daha çok alt çenede kullanıldığı, Bio-C'nin ise her iki çenede dengeli dağıldığı görülmüştür. Regresyon analizi sonuçlarımıza göre çeneler arasında postoperatif ağrı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Böylece, çene değişkeni için H0 hipotezi kabul edilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da, 6. saatte alt çenede ağrı oranı üst çeneye göre yaklaşık iki kat ve 24. saatte yaklaşık 3 kat daha yüksek olarak gözlemlenmiş, bu sayısal fark literatürde alt çene dişlerde

postoperatif ağrının daha yüksek bildirildiği çalışmalarla uyumlu olarak görülmektedir (6, 169).

Çalışmamızda hem alt hem üst çene dişleri değerlendirilmiş, böylece farklı klinik bölgeleri kapsayan daha geniş bir hasta grubundan elde edilen veriler analiz edilmiştir. Bu durum, sonuçlarımızın genellenebilirliğini artırmakta ve çene faktörünün postoperatif ağrı üzerindeki etkisinin sınırlı olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, randomizasyon esasına dayalı çalışma tasarımıımızda kanal patlarının çenelere göre dağılımının tesadüfi olması, çene faktörünün sonuçlarımız üzerinde belirleyici olmadığını desteklemektedir. Bu bağlamda, çene farkını gözetmeden hem alt hem üst çeneyi dahil etmemiz, çalışmamız açısından bir kısıtlılık oluşturmamakta, aksine metodolojik olarak sonuçların güvenilirliğini ve klinik genellenebilirliğini güçlendirmektedir.

Yapılan çalışmalar, tedavi edilen kök kanal sayısı arttıkça postoperatif ağrı düzeyinin de yükseldiğini göstermektedir (169, 170). Bu nedenle, postoperatif ağrıların değerlendirilmesinde farklı kök ve kanal sayılarına sahip dişlerin birlikte analiz edilmesi araştırma sonuçlarını etkileyebilir. Bu tez çalışmasında da, Ferreira ve ark. çalışmasına benzer şekilde (171), yalnızca tek kök ve kanala sahip anterior ve premolar dişler değerlendirmeye alınmıştır. Bizim çalışmamıza metodoloji açısından benzer şekilde, tek köklü anterior ve premolar dişlerde gerçekleştirilen araştırmalarda, diş tipi ile postoperatif ağrı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (13, 171). Çalışmamızda dahil edilen dişlerin dağılımı sunulmuş olup, pat grupları arasında diş dağılımı açısından anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Çalışmamızın regresyon modeli kurulduğunda, diş tipinin ağrı üzerindeki etkisini gösterebilmek ve sonucu tahmin etmek için her diş tipinden en az bir örneğin o grupta yer alması gerekmektedir. Ancak gruplarda bazı diş tiplerinin hiç bulunmaması "sıfıra yakın varyans"a neden olmuş ve modelin kurulmasını matematiksel olarak imkansız hale getirmiştir. Bu nedenle diş tipi modele dahil edilmemiştir.

Çalışmamızda, dişin aynı çene içinde sağ veya sol bölgede bulunmasının postoperatif ağrı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi saptanmamış olup, H0 hipotezi çene bölgesi değişkeni için kabul edilmiştir. Bu sonuç, çene bölgesinin ağrı oluşumunda belirleyici bir rol oynamadığını düşündürmektedir.

Mandibulanın morfometrik incelemelerinde mandibular kanal ve foraminal yapıların bilateral olarak simetrik olduğu, sağ-sol arasındaki boyutsal farklılıkların ise 1-2 mm gibi klinik olarak önemsiz düzeyde kaldığı bildirilmiştir (172). Benzer şekilde, inferior alveolar sinirin iletim hızı üzerine yapılan bir normatif çalışmada sağ ve sol taraflar arasında anlamlı fark bulunmamıştır (173). Mandibulanın vasküler anatomisini inceleyen bir çalışmada, Şahman ve ark. lateral lingual vasküler kanal çaplarının her iki tarafta da benzer olduğunu ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadığını bildirmiştir (174). Maksilla açısından yapılan bir anatomik araştırmada, infraorbital kanal ve foramen gibi maksiller osteoanatomik yapıların konum ve boyutsal değişkenlikleri tanımlanmış olup, sağ ve sol taraflar arasındaki farklılıkların çoğunlukla klinik olarak önemsiz düzeyde kaldığı gösterilmiştir (175). İnsanlarda maksiller (infraorbital) sinir iletimine ilişkin elektrofizyolojik veriler sınırlı olmakla birlikte, hayvan modellerinde yapılan bir çalışmada lateraliteye bağlı belirgin bir iletim hızı farkı gözlenmemiştir (176). Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, hem mandibula hem de maksilla düzeyinde, sağ ve sol taraflar arasında belirgin bir anatomik, nörolojik veya vasküler farklılık bulunmadığı görülmektedir. Bu simetri, inflamasyonun ve iyileşme sürecini destekleyen damar ve sinir yapıların her iki tarafta da benzer olması nedeniyle, postoperatif ağrının her iki bölgede de benzer düzeyde hissedilmesini açıklayabilir.

Endodontik tedavi sonrası gelişen postoperatif ağrı, periapikal dokularda lokal inflamatuvar yanıtın tetiklendiğini göstermekte olup, bu süreç hem reaktif oksijen türleri (ROS) gibi biyokimyasal mediyatörlerin salınımıyla hem de endodontik patların sertleşme aşamasında açığa çıkardığı kimyasal iritanların dokuda yol açtığı inflamasyonla ilişkilendirilmektedir (10, 177). İnsan pulpa hücrelerinin in vitro koşullarda kanal patları ile temas ettirilmesi sonucunda, ROS üretiminin 4 ila 7 kat arttığı rapor edilmiştir (178). Rezin esaslı AH Plus, ISO 6876/2012 standardına uygun olarak güvenli ve biyolojik özellikler sergilemesine karşın, hafif düzeyde sitotoksikite gösterebilmekte ve bisfenol A digliseril eter gibi toksik monomerlerin salınımına yol açabilme potansiyeli taşımaktadır (179). Yüksek biyoyumluluklarıyla birlikte (140, 143) biyoseramik esaslı TotalFill BC ve Bio-C kanal patları da sitotoksik etki göstermiş, ancak bu etki AH Plus'tan anlamlı derecede düşük bulunmuştur (16). Bu nedenle AH Plus'a kıyasla daha düşük şiddette postoperatif ağrıya neden olmaları

beklenebilir; ancak çalışmamızda bu özelliklerin klinik yansımaları gözlenmemiştir. Kullanılan kök kanal patları arasında, ayrı ayrı her bir ölçüm zamanı için ağrı varlığı açısından anlamlı bir fark bulunmamış ve H0 hipotezi kanal patı türü için kabul edilmiştir. Bu durum, kök kanal patının periapikal dokularla sınırlı temas alanına sahip olmasına bağlanabilir; ayrıca, klinik koşullarda toksik bileşiklerin doku sıvısı ile seyreltilmesi de bu etkinin şiddetini azaltmış olabilir (180). Bunun yanı sıra, klinik belirtiler genellikle patın taşkın uygulanması gibi durumlarda ortaya çıkmaktadır (181, 182). Mevcut çalışmamızda kanal patı ekstrüzyonuna rastlanmamıştır; bu durum, olguların hiçbirinde preoperatif periapikal radyolusensinin olmamasına bağlanabilir. Literatürde, lezyon varlığında olguların %81'inde apikal inflamatuvar kök rezorpsiyonunun geliştiği ve bunun istemsiz kanal patı ekstrüzyonuna neden olabileceği gösterilmiştir (183). Ayrıca, bu tez çalışmasına dahil edilen olguların tamamı primer tedavi vakası olması nedeniyle kanalların aşırı enstrümantasyonu ihtimali de düşüktür. Postoperatif ağrı ile ekstrüze olmuş kanal dolgu materyali arasındaki pozitif ilişkinin literatürde bildirildiği göz önünde bulundurulduğunda, olgularımızda herhangi bir pat ekstrüzyonunun saptanmamış olması, nörositotoksisite potansiyeli daha yüksek olarak bildirilen AH Plus'ın (184), biyoseramik esaslı patlarla benzer postoperatif ağrı düzeyleri göstermesinde etkili bir faktör olabilir.

Çalışmamızda, değerlendirilen üç kanal patı grubu arasında postoperatif ağrı varlığı açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bu bulgunun olası bir nörobiyolojik açıklaması, patların sertleşme süreleri ve trigeminal nosiseptörler üzerindeki etkileriyle ilgili olabilir. Her ne kadar çalışmamızda radyografik bir pat taşkınlığı saptanmamış olsa da, radyografide tespit edilemeyen minimal ekstrüzyonların CGRP salınımını tetikleyerek ağrıya yol açabileceği bilinmektedir (185). Ancak bu nörolojik etkinin, patın türüne ve sertleşme durumuna bağlı olarak ciddi farklılıklar gösterdiği anlaşılmaktadır. Bir çalışmada, taze (sertleşmemiş) AH Plus'ın CGRP salınımını tetiklediği (ağrıya yol açtığı), buna karşın sertleşmiş AH Plus ve biyoseramik patların (hem taze hem de sertleşmiş formda) CGRP salınımını inhibe ettiği (baskıladığı) bildirilmiştir (185). Bizim çalışmamızda ilk ağrı değerlendirmesi 6. saatte yapılmıştır. AH Plus'ın ortalama sertleşme süresi (yaklaşık 6 saat 25 dk; 5,5-7,5 saat aralığında) bu zamanlamayla tam olarak örtüşmektedir. Bu nedenle, 6. saat itibarıyla AH Plus'ın da sertleşmiş forma geçerek, tıpkı biyoseramik patlar gibi CGRP salınımını sınırlayan

bir özellik kazanmış olması muhtemeldir. Bu durum, üç pat grubu arasındaki postoperatif ağrı varlığının neden benzer ve daha az olduğunu açıklayabilir.

Öte yandan literatürde, kanal patı ekstrüzyonunun endodontik tedavi sonuçları üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı bildirilmiş olmakla birlikte (9, 12), periradiküler dokunun yanıtı da kullanılan kanal patı tipine göre değişiklik göstermektedir. (186). Yakın tarihli bir vaka serisi, periapikal dokuyla temas eden taşkın kalsiyum silikat bazlı kanal patlarının histolojik incelemesinde, yabancı cisim reaksiyonu veya inflamatuvar yanıt oluşmadığını göstermektedir (187). Bir başka in vivo histolojik çalışma, intraosseöz dokunun hem rezin bazlı hem de kalsiyum silikat bazlı patlara karşı benzer bir yanıt verdiğini rapor etmiştir (188).

Çalışmamızda AH Plus ve TotalFill BC gruplarının ağrı olma olasılığı, referans grup olan Bio-C ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir. Ayrıca 6. ve 24. saatlerde ağrı dağılımları kanal patı tipine göre incelendiğinde de herhangi bir anlamlı farklılık saptanmamıştır. Bulgular, test edilen bu üç kanal patının erken dönemde ortaya çıkan postoperatif ağrının varlığı üzerinde belirleyici bir fark yaratmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, çoğu hastada ağrı gözlenmemiş; görülen ağrılar ise genellikle hafif düzeyde ve kısa süreli olmuştur. Bu sonuç, literatürde bildirilen benzer çalışmalarla uyumlu olarak (9, 12, 20, 165, 189), biyoseramik esaslı ve rezin esaslı kanal patlarının kısa dönem postoperatif ağrı üzerinde klinik olarak benzer etkiye sahip olduğunu desteklemektedir.

Bir çalışmada, bizim araştırmamızda da kullanılan AH Plus ve TotalFill BC kanal patları sıcak vertikal kondenzasyon tekniği ile uygulanmış olup, postoperatif ağrı açısından gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır (8). Benzer şekilde, başka bir araştırmada EndoSequence BC, Bio-C ve AH Plus kullanılmış; yine sıcak vertikal kondenzasyon yöntemi tercih edilmiş ve erken dönem ağrı düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık bildirilmemiştir (11). Her iki çalışma da, bizim araştırmamızda devamlı dalga kondenzasyon tekniği kullanılarak elde edilen bulgularla paralellik göstermekte ve sıcak güta perka dolum yöntemlerinin kısa dönem postoperatif ağrı üzerinde benzer klinik sonuçlar verdiğini desteklemektedir.

Bizim araştırmamızda olduğu gibi, diğer iki çalışmada da rezin esaslı kanal patı (AH Plus) devamlı dalga kondenzasyon tekniği ile uygulanmıştır. Ancak bu

çalışmalarda kullanılan biyoseramik patlar farklılık göstermekte; bunlardan birinde MTA esaslı EndoSeal MTA (21), diğesinde ise kalsiyum silikat fosfat içerikli EndoSeal TCS (20) tercih edilmiştir. Her iki biyoseramik pat tek kon tekniğı ile uygulanmış olmasına rağmen, postoperatif ağrı düzeyleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bildirilmemiştir.

Başka bir çalışmada bizim araştırmamızdan farklı olarak rezin esaslı kanal patı olarak ADseal kullanılmış ve tek kon tekniğıyle uygulanmıştır. Aynı çalışmada ayrıca AH Plus ile birlikte EndoSeal ve CeraSeal gibi biyoseramik patlar da değerlendirilmiştir (190). Kullanılan kanal patlarının kimyasal içerikleri ve dolum yöntemleri bizim çalışmamızdan farklı olmasına rağmen, bu araştırmada da postoperatif ağrı düzeyleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Biyoseramik pat olarak iRoot SP, rezin esaslı pat olarak ise AH Plus'ın değerlendirildiğı bir araştırmada dolum işlemleri, bizim çalışmamızda kullanılan devamlı dalga kondenzasyon tekniğinden farklı olarak, kor taşıyıcılı güta perka yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (189). Dolum tekniğı farklı olmasına rağmen bu yöntem de sıcak güta perka dolum yöntemi grubuna dahil edilmekte olup, çalışmada postoperatif ağrı düzeyleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bildirilmemiştir.

Ensina ve ark. (182) çok merkezli bir çalışmada NeoSealerFlo ve AH Plus kök kanal patlarının postoperatif ağrı üzerindeki etkilerini incelemiş ve 24 saatlik dönemde AH Plus grubunda daha yüksek ağrı bildirmişlerdir. Bu farklı sonucun nedenleri arasında hasta grubu özellikleri öne çıkmaktadır; Ensina ve ark. pulpal nekroz ve daha önce tedavi görmüş dişleri de dahil etmiş, bu dişler daha yüksek bakteriyel yük ve periapikal inflamasyon taşıyarak erken postoperatif ağrı riskini artırmış olabilir. Ayrıca, Ensina ve ark. çalışmalarında kanal patı ekstrüzyonu %44,1 oranında gözlenmiş olup, NeoSealerFlo grubunda %50,2 gibi yüksek bir ekstrüzyon sıklığı rapor edilmiştir; ekstrüzyonun inflamatuvar yanıtı artırarak ağrı üzerinde etkili olması muhtemeldir. Bizim çalışmamızda ise AİP'li vital tek köklü dişlerde ekstrüzyon gözlenmemiş ve tüm gruplar tek bir obtürasyon tekniğı ile doldurulmuştur, bu da ağrı düzeylerinin daha düşük ve benzer olmasına katkıda bulunmuş olabilir. Bu farklılık

esas olarak vaka tipi, vaka sayısı, ekstrüzyon varlığı ve obturasyon tekniği ile ilişkili olduğu değerlendirilebilir.

AH Plus ve CeraSeal kanal patlarının karşılaştırıldığı çalışmada ise (181), postoperatif ağrı açısından kanal patı türüne bağlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. AH Plus kullanılan gruplarda özellikle devamlı dalga kondenzasyon tekniğinde ağrı skorları en yüksek olarak gözlenmiş (VAS ortalama 1,4), buna karşın CeraSeal kullanılan gruplarda ağrı skorları daha düşük bulunmuştur. İlginç bir şekilde, kanal patı ekstrüzyon oranları gruplar arasında anlamlı farklılık göstermemiştir; CeraSeal-tek kon grubunda ekstrüzyon oranı %60 iken, CeraSeal-lateral kondenzasyon grubunda %40 ve devamlı dalga kondenzasyon gruplarında %50 olarak saptanmıştır. Bu bulgu, ekstrüzyon oranları benzer olmasına rağmen, rezin esaslı AH Plus'ın sitotoksik özellikleri nedeniyle biyoseramik esaslı CeraSeal'e kıyasla daha yüksek postoperatif ağrıya yol açabileceğini düşündürmektedir. Bizim çalışmamızda ekstrüzyon gözlenmediği için bu tür bir ağrı farkı ortaya çıkmamış olabilir.

Bu çalışmanın alternatif hipotezi (H1), postoperatif ağrının ilk 24 saat içinde, diğer ölçüm zamanlarına kıyasla daha yüksek oranda görüleceği yönündeydi. Bulgularımız, başlangıç değerlendirmesi olan 6. saatte hastaların %16,7'sinin, 24. saatte ise %11,1'inin ağrı bildirdiğini göstermekte; 48. saatten itibaren ağrı bildiren hasta bulunmamaktadır. İkili karşılaştırmalar sonucunda, 6. saatteki ağrı varlığı 48., 72. saat ve 7. güne kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiş, ancak 6. ve 24. saatler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu sonuç, alternatif hipotezin kabulünü desteklemektedir. Bu bulgu, postoperatif dönemde ağrı görülen hasta oranının 24. saatte en yüksek olduğunu bildiren çalışmalarla (8, 50, 182) uyumludur. Bununla birlikte, anlamlılık düzeyine ulaşmamakla beraber, çalışmamızda 6. saatte ağrı hisseden hasta sayısının 24. saate göre daha fazla olması, erken dönemde postoperatif ağrının daha sık rapor edildiğini bildiren araştırmalarla da paralellik göstermektedir (11, 189).

Ağrının 6. ve 24. saatlerde gözlemlendiği, ağrı bildiren hasta sayısının 24. saatte belirgin şekilde azaldığı, 48. saatten itibaren ise hiçbir hastanın ağrı bildirmediği görülmüştür. Bu bulgu, postoperatif ağrının erken dönemde klinik olarak daha belirgin seyrettiğini bildiren literatürle uyumludur. Literatürde bazı çalışmalarda postoperatif

ağrı şiddetinin 6. saatte (11, 13, 165), bazılarında ise 24. saatte en yüksek düzeye ulaştığı bildirilmiştir (8, 182). Ancak çalışmamızda ağrı şiddeti değil, ağrının görülme durumu değerlendirildiğinden bu sonuçlar yalnızca karşılaştırmalı bağlamda ele alınmıştır.

Literatürde, postoperatif ağrının şiddet ve sıklığı açısından en yüksek düzeyin 6. ve 24. saatlerde farklılık göstermesinin sebebi olarak değerlendirme zamanı seçiminin etkili olabileceği düşünülmektedir. Özellikle, 24. saatte en yüksek ağrı düzeyini bildiren çalışmaların çoğunda ilk değerlendirme 24. saatte yapılmıştır (8, 50, 182); bu durum, erken dönemdeki —örneğin 6. saat— ağrı pikinin gözden kaçmasına yol açmış olabilir. Çalışmamızda ise ilk değerlendirme 6. saatte yapıldığından, ağrı varlığının erken dönemde en yüksek düzeye ulaştığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle, değerlendirme zamanının seçimi, postoperatif ağrı profilinin yorumlanmasında önemli bir faktör olarak kabul edilmekte ve bulgularımız literatürdeki farklı sonuçlarla karşılaştırmalı olarak bu bağlamda açıklanabilmektedir.

Endodontik tedavi sonrasında görülen kısa süreli ağrı, kök kanal dolgu materyallerinin sertleşme sürecinin ilk 24 saati içerisinde polimerleşmemiş bileşenlerin sızması sonucu ortaya çıkan reaktif oksijen türleri (ROS) üretimi ile ilişkilendirilebilir. Bu durum, periapikal dokularda inflamatuvar bir yanıtın tetiklenmesine ve geçici rahatsızlığa neden olabilmektedir (10, 177, 191). Bunun yanı sıra, hastaların hissettiği ağrı; lokal anestezi uygulamasına, işlem süresince ağzın uzun süre açık tutulmasına veya rubber dam klempinin dişe uygulanmasına bağlı olarak da ortaya çıkabilmektedir (192).

Hastaların sistemik hastalıklarına bağlı olarak düzenli ilaç kullanmaları ya da diş ağrısı ve benzeri nedenlerle antienflamatuvar, analjezik veya antibiyotik almaları, postoperatif ağrı değerlendirmesini potansiyel olarak yanıltıcı kılabilir. Nitekim, bir meta-analiz çalışmasında premedikasyonun (NSAID ve kortikosteroid) postoperatif ağrıyı anlamlı düzeyde azalttığının bildirilmiş olması (67), önceki ilaç kullanımının ölçülen ağrı skorları üzerinde etkili olabileceğini desteklemektedir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, araştırmalara yalnızca tedavi öncesinde belirli bir süre boyunca herhangi bir ilaç kullanmamış olan hastaların dahil edildiği görülmektedir

(165, 189, 193). Bu süre çalışmadan çalışmaya farklılık göstermekle birlikte (90, 92), bizim çalışmamızda da belirtildiği üzere genel olarak bir hafta olarak rapor edilmiştir.

Yeşilsoy ve ark., tedavi öncesi ağrının postoperatif ağrı ile ilişkisini iki farklı açıdan açıklamaktadır. Birincisi, preoperatif dönemde mevcut olan ağrının, periapikal dokularda halihazırda var olan inflamatuvar süreci tedavi sırasında daha da yoğunlaştırabileceği öngörüsüdür. İkincisi ise, preoperatif ağrısı olan hastaların, tedavi sonrası da benzer bir ağrı yaşayacaklarını öngörmeleriyle ilişkili olabilir (194). Pek çok çalışmada, preoperatif ağrının varlığının postoperatif dönemde ağrı şiddetini artırdığı gösterilmiştir (6, 50, 58). Endodontik tedavi sonrası ağrı oluşumunu inceleyen bir çalışmada, semptomatik dişlerin %65'inde, asemptomatik dişlerin ise %23'ünde postoperatif ağrı gözlemlendiği bildirilmiştir (64). Başka bir çalışmada, preoperatif dönemde ağrı yaşayan hastaların %15,9'unda, ağrı hissetmeyen hastaların ise yalnızca %7,1'inde postoperatif ağrı gözlemlendiği bildirilmiştir (34). Mevcut bulgular, tedavi öncesi ağrının postoperatif dönemde şiddetli ağrı oluşumunda önemli bir belirleyici olduğunu göstermekte ve bu durum, klinik uygulamada hastalarla tedavi sonuçlarının tartışılmasında dikkate alınmalıdır (195). Bu doğrultuda, çalışmamızda yer alan tüm hastalar tedavi öncesinde asemptomatiktir; dolayısıyla preoperatif ağrı değeri tüm olgularda sıfır olarak kaydedilmiştir. Literatürde de postoperatif ağrı çalışmalarında genellikle asemptomatik hastalar tercih edilmektedir (9, 11, 181). Bu durum, preoperatif ağrının etkisini ortadan kaldırarak, çalışmamızın postoperatif ağrı verilerinin güvenilirliğini artırmaktadır.

Vital ve devital dişlerde ortaya çıkan postoperatif ağrı, farklı mekanizmaların etkisiyle gelişmektedir. Vital dişlerde bu ağrı, periapikal dokuda oluşan yaralanmaya bağlı olarak prostaglandin, serotonin, histamin ve bradikinin salınımından kaynaklanırken; devital dişlerde ise mikrobiyal floraya bağlı olarak konak savunma mekanizmalarının artışı ve buna bağlı gelişen inflamatuvar reaksiyonlar etkili olmaktadır (34, 62).

Literatür incelendiğinde, pulpa vitalitesinin postoperatif ağrı üzerindeki etkisini inceleyen çalışmaların sonuçlarının birbirinden farklı olduğu gözlemlenmektedir. Bazı araştırmalarda postoperatif ağrının vital dişlerde daha yoğun görüldüğü bildirilmişken (43, 62), diğer çalışmalarda ise devital dişlerde daha sık rastlandığı rapor edilmektedir

(34, 63). Bununla birlikte, bazı araştırmalarda postoperatif ağrının pulpa vitalitesi ile anlamlı bir ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (6, 59). Pulpa vitalitesi farklı olan dişlerin karşılaştırılması, sonuçları etkileyebileceği için, literatürdeki araştırmalara paralel olarak (9, 165, 166) bu tez çalışması kapsamında yalnızca vital dişler değerlendirmeye alınmıştır.

Daha yüksek konsantrasyonlu NaOCl çözeltilerinin, doku çözünürlüğü ve antimikrobiyal etkinlik açısından daha üstün olduğu bilinmektedir (196). Öte yandan, düşük konsantrasyonlu NaOCl çözeltilerinin daha yüksek hacimlerle uygulandığında benzer düzeyde etkinlik gösterebileceği de rapor edilmiştir (197). Etkinlik açısından yapılan bu değerlendirmelerin yanı sıra, NaOCl'nin periradiküler bölgeye taşması durumunda olumsuz etkilere yol açabileceği de bilinmektedir; bu nedenle yüksek konsantrasyonların postoperatif ağrı üzerinde etkili olabileceği düşünölmektedir (198). Güncel bir meta-analizin sonuçlarına göre, yüksek konsantrasyonlu NaOCl (≥ 5) kullanılan gruplarda postoperatif ağrı insidansı, düşük konsantrasyonlu NaOCl (≤ 3) uygulanan hastalara göre istatistiksel açıdan daha fazla bulunmuştur (29). Bununla birlikte, bir çalışmada yüksek konsantrasyonlu (%5,25) NaOCl kullanımının daha düşük postoperatif ağrı ile sonuçlandığı bildirilmiş olup, bu durum periapikal radyolusensi bulunmayan olgularda irrigant ve debris ekstrüzyonunun önlenmiş olması, NaOCl'nin yüksek doku çözme kapasitesi sayesinde pulpa dokularının etkili bir şekilde parçalanması ve böylece periapikal dokularda inflamasyonu artırabilecek sinyal moleküllerinin salınımının engellenmesi, işlem sonrası analjezik kullanımı ve katılımcılarda spontan ağrının bulunmaması gibi bir dizi faktörle açıklanmıştır (199). Çalışmamızda yer alan dişlerin vital olma durumu göz önüne alınarak, NaOCl'nin antibakteriyel etkinliğinden yararlanırken periapikal dokular üzerindeki potansiyel toksik etkilerini en aza indirmek amacıyla, kanal şekillendirme ve son irrigasyon aşamalarında %2,5 konsantrasyonlu NaOCl kullanılmıştır; bu yaklaşım, kanal patının postoperatif ağrı üzerindeki etkisini inceleyen benzer çalışmalarda uygulanan protokollerle uyum göstermektedir (9, 20, 182, 189, 190); aynı zamanda, yukarıda belirtilen avantajlar ve literatürde düşük konsantrasyonların da uygun olduğunu gösteren bulgular dikkate alınarak tercih edilmiştir.

NaOCl, kanal şekillendirme sırasında oluşan sert doku artıklarını ve smear tabakasının inorganik bileşenlerini çözme kapasitesine sahip değildir. Bu sınırlılık, kök

kanal sisteminde etkin bir temizlik sağlamak için ek bir demineralize edici ajanın kullanımını gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda EDTA, güçlü şelatlayıcı özelliği ve dentin yüzeyi üzerindeki etkisi nedeniyle en sık tercih edilen ajan olarak öne çıkmaktadır (200) ve önceki çalışmalarda da uygulandığı gibi (9, 182, 189) irrigasyon protokolümüzde %17 konsantrasyonlu EDTA kullanılmıştır.

Yandan açılan kapalı uçlu irrigasyon iğnelerinin, periapikal bölgeye solüsyon taşmasını önlemesi sayesinde periapikal dokuda oluşabilecek irritasyonları engellediği ve bu sebeple kök kanal tedavilerinde kullanım için özellikle tasarlandığı bilinmektedir. Bu özellikleriyle, uç kısmı açık olan iğnelere kıyasla yandan açılanların daha güvenli bir seçenek olduğu vurgulanmaktadır (201). Ayrıca, yandan açılan irrigasyon iğnelerinin, uç kısmı açık iğnelere kıyasla irrigasyon solüsyonunu kök kanalı içinde daha etkin bir şekilde dağıttığı ve kök kanalının temizliğini artırdığı gösterilmiştir (202). Kanal tedavisi sonrası postoperatif ağrıyı değerlendirirken, irrigasyon yöntemi ve kullanılan iğnelerin etkisi kritik bir faktördür. Çalışmamızda, kanal tedavisini standardize etmek ve irrigasyondan kaynaklanabilecek ağrıları minimize etmek amacıyla tüm vakalarda yandan delikli kapalı uçlu iğneler kullanılmıştır. Önceki çalışmalar da yandan delikli iğne kullanımının postoperatif ağrıyı azalttığını göstermektedir. Güncel bir çalışmada süt molarlarda pulpektomi sonrası yandan delikli iğne ile irrigasyon yapılan grupta ilk 24 saatte ağrı daha düşük bulunmuş (203), diğer bir çalışmada ise açık uçlu iğneye kıyasla yandan delikli iğne kullanımının, postoperatif ağrıyı ve NSAID kullanımını anlamlı şekilde azalttığı bildirilmiştir (204). Bu bulgular, çalışmamızda yandan delikli iğne kullanımını tercih etme nedenimizi desteklemektedir.

Yandan delikli iğnelerin kullanımına ek olarak, bu iğnelerin çalışma boyuna göre konumlandırılması da irrigasyonun güvenliği ve etkinliği açısından önemli bir unsurdur. Kanal patlarının postoperatif ağrı üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalarda, yandan delikli irrigasyon iğnelerinin çalışma boyundan farklı mesafelerde konumlandırıldığı çeşitli protokoller bildirilmiştir. Bazı araştırmacılar iğneyi çalışma boyundan 1 mm (181) veya 1,5 mm (13) geri yerleştirirken, bazıları irrigasyon çözeltisinin periapikal dokulara taşmasını önlemek amacıyla 2 mm geri konumlandırmayı tercih etmiştir (9, 205). Bizim çalışmamızda da irrigasyonun periapikal bölgeye taşma riskini azaltmak ve irrigasyondan kaynaklanabilecek

postoperatif ağrıyı azaltmak amacıyla iğne, çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde yerleştirilmiştir. Ayrıca, çalışmamızda tedavi edilen dişlerin vital olması ve enfekte kanal içeriği bulunmaması, aynı zamanda irrigasyon aktivasyonunun da uygulanacak olması nedeniyle, irrigasyon iğnesinin daha derine yerleştirilmesine gerek duyulmamıştır. Bu yaklaşım, irrigasyonun güvenliğini artırırken değerlendirilen kanal patlarının postoperatif ağrı üzerindeki etkisinin daha net gözlemlenmesini sağlamıştır.

Endodontik tedavilerde, kök kanal sistemine irrigantların etkin bir şekilde nüfuz etmesini ve daha önce ulaşılması güç bölgelerde bile temizlik sağlamasını destekleyecek ilave yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda, kök kanal dezenfeksiyonunu ve smear tabakası temizliğini artırmak amacıyla irrigant aktivasyonuna yönelik farklı teknikler uygulanmaktadır. Literatürde en yaygın olarak belgelenmiş yöntemler arasında manuel dinamik aktivasyon, sonik aktivasyon, pasif ultrasonik irrigasyon ve lazerle aktive edilen irrigasyon teknikleri öne çıkmaktadır (206).

Literatürde farklı irrigasyon aktivasyon tekniklerinin postoperatif ağrıyı hangi düzeyde azalttığı konusunda ortak bir görüş bulunmamakla birlikte, meta-analizler ve klinik çalışmalar göstermektedir ki, herhangi bir aktivasyon yöntemi uygulanması, geleneksel irrigasyona kıyasla postoperatif ağrıyı anlamlı şekilde azaltmaktadır (76-78). Özellikle güncel meta-analizlerden biri, sonik aktivasyonun geleneksel iğne irrigasyonuna göre postoperatif ağrıyı anlamlı biçimde azalttığını ortaya koymuş (77), böylece çalışmamızda tercih edilen teknik için literatürel bir dayanak sağlamıştır. Bu doğrultuda, mevcut çalışmada da literatürdeki benzer araştırmalarda olduğu gibi (12, 182) sonik aktivasyon tekniği tercih edilmiştir.

Kök kanal sisteminin etkin biçimde üç boyutlu olarak doldurulması, bakterilerin ve onların metabolik ürünlerinin periradiküler dokulara ulaşmasını engelleyerek yeniden enfeksiyon gelişimi ya da persistan apikal periodontitin ortaya çıkmasını önlemede temel bir gereklilik olarak kabul edilmektedir (207). Bununla birlikte, kök kanal sisteminin tam anlamıyla hermetik bir şekilde doldurulması günümüzde hâlâ önemli bir güçlük oluşturmaktadır; özellikle de kullanılan dolgu materyallerinin kök

kanal duvarlarına yeterli adezyon sağlayamaması bu zorluğun temel nedenlerinden biridir (208).

Tek kon tekniği, uygulanmasının görece basit olması, maliyet açısından avantajlı oluşu ve operatörün deneyiminden daha az etkilenmesi nedeniyle tercih edilen yöntemlerden biridir (17). Bununla birlikte, oval şekilli kök kanallarında siman ile doldurulan alanın daha geniş olması, boşlukların (void) oluşmasına yol açarak dolguda eksikliklere zemin hazırlayabilir (18). Bu bağlamda, güta perkanın termoplastik olarak şekillendirilmesini sağlamak amacıyla ısı enerjisi veya sürtünme temelli çeşitli kök kanal dolgu teknikleri geliştirilmiş olup, devamlı dalga kondenzasyon tekniği gibi sıcak kompaksiyon tekniklerinin homojen bir dolgu kütlesi sağladığı, kanal duvarlarına iyi adaptasyon gösterdiği ve lateral kanallar, istmus ile girintilere daha fazla penetrasyon sağladığı ortaya konmuştur (19). Bu bulgular, yakın tarihte gerçekleştirilen çok merkezli bir anket çalışmasının sonuçlarıyla da uyumludur; Portekiz, İtalya ve Türkiye gibi farklı ülkelerden endodonti uygulayıcılarının katılımıyla, obtürasyon tekniklerine ilişkin güncel eğilimler araştırılmış ve sonuçlar, en yaygın kullanılan dolum tekniğinin sıcak dolum yönünde olduğu bulunmuştur (209).

Termoplastik dolum yöntemleri ilk etapta, termokompresör cihazlarının 200 °C'ye kadar ısınmasının periodonsiyuma zarar verebileceği endişesiyle değerlendirilmiş olsa da, cihazların ayarlanan sıcaklık değerlerine rağmen, çoğu ısı iletim elemanı tarafından gerçek anlamda ulaşılan sıcaklığın çok daha düşük olduğu tespit edilmiştir (156, 210). Buna ek olarak, periodonsiyumdaki kan akışının, bu cihazların oluşturduğu ısıya karşı dokuyu koruyabileceğine dair hipotez de bulunmaktadır (211). Literatürde yapılan çalışmalar da sıcak dolum tekniklerinin postoperatif ağrıyı etkilemediğini göstermiştir (12, 20, 189). Bu nedenle çalışmamızda postoperatif ağrıya etkisi en az diğer dolum teknikleri kadar olan, ancak pat penetrasyonu, adaptasyonu ve hermetik kapamayı artırma konusunda daha başarılı olduğu ispatlanmış sıcak dolum tekniği tercih edilmiştir.

Kalsiyum silikat bazlı kanal patları, başlangıçta tek kon tekniği ile uygulanması önerilen materyaller olarak kabul edilmiştir; bunun nedeni, sıcak dolum teknikleri sırasında ortaya çıkan ısının patın sertleşme süresini, akışkanlığını ve bağlanma

kuvvetini azaltarak fiziksel performansını olumsuz yönde etkileyebileceği öngörüsüdür (142). Buna karşın, bazı çalışmalar kalsiyum silikat bazlı kanal patlarının ısı uygulamasından olumsuz etkilenmediğini göstermiş ve sıcak kompaksiyon teknikleri kullanıldığında bu patların kanal duvarına penetrasyon derinliği ile adaptasyonunun arttığını ortaya koymuştur (129, 142, 212). Çalışmamızda kullanılan TotalFill BC ve AH Plus kanal patları için yapılan güncel bir çalışma, 200 °C'ye kadar ısıya maruz bırakıldıklarında kimyasal ve fiziksel özelliklerinde kalıcı bir değişiklik oluşmadığını göstermektedir (142). Buna karşın, üretici firma sıcak dolum teknikleri için HiFlow BC adlı bir versiyon geliştirmiştir. Literatürde bildirilen verilere göre, HiFlow BC ve klasik TotalFill BC yalnızca organik taşıyıcı bileşen dışında benzer kompozisyona sahiptir ve ısıya maruz kaldıklarında performansları birbirine eşdeğerdir (142). Bu nedenle, performans açısından HiFlow BC'ye geçiş gerekmemiş ve maliyet avantajı da göz önünde bulundurularak çalışmamızda klasik TotalFill BC kullanılmıştır. Bio-C kanal patı için ise benzer kapsamda ayrıntılı bir çalışma bulunmamakla birlikte, üretici firmanın teknik talimatlarında 200 °C'ye kadar olan sıcaklıklarda yapısal bütünlüğünü koruduğu belirtilmektedir (145). Ayrıca, literatürde Bio-C kanal patının sıcak dolum teknikleri ile kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur (11, 213).

Kanal boyunun hatalı belirlenmesi, kök kanal tedavisinde istenmeyen komplikasyonlara yol açabilmektedir. Çalışmalar, bu durumda enfekte debris ve mikroorganizmaların yanı sıra irrigasyon solüsyonları ile kanal dolgu materyallerinin periapikal dokulara taşabileceğini göstermiştir. Bu taşma, ilgili bölgede inflamatuvar yanıtı tetikleyerek periapikal dokularda doku hasarına (214) ve buna bağlı olarak postoperatif ağrı gelişimine (6) neden olabilmektedir.

Avrupa Endodonti Derneği önerileri (215), kanal boyunun doğru belirlenmesi için önce apeks bulucu kullanılmasını, ardından bu ölçümlerin radyograf ile doğrulanmasını önermektedir. Bu çalışmada da kök kanal uzunlukları entegre bir endomotorun apeks bulucusunun yardımıyla belirlendi ve radyografik olarak doğrulandı.

Literatürde, kanal boyunun apikal foramenin 0,5-1 mm kısa seçilmesinin, semptomlu veya asemptomatik pulpitisli dişlerde postoperatif ağrının şiddet ve

süresini azaltmada etkili olduğu gösterilmiştir (216). Buna karşın, asemptomatik apikal periodontitisli devital dişlerde çalışma boyunun apikal foramen seviyesinde veya 1 mm ötesinde belirlenmesinin postoperatif ağrı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (217, 218). Başka bir çalışmada ise, pulpa nekrozu ve asemptomatik apikal periodontitis tanılı dişlerde kök kanal preparasyonu apikal konstrüksiyonda (apikal foramenden 0,5 mm kısa) tamamlanmış ve özellikle ilk 24 saatte postoperatif ağrının azaldığı; 48 ve 72 saatlik değerlendirmelerde ise gruplar arasında anlamlı fark gözlenmediği bildirilmiştir (219). Bu farklılıklar muhtemelen pulpal ve periapikal durumun etkisine bağlıdır: postoperatif ağrı açısından gruplar arası fark görülmeyen çalışmaların çoğunun devital, kronik apikal periodontitisli dişleri kapsamaması—kronik lezyonlu dokularda akut inflamatuvar patlamaların ve dolayısıyla işlem sonrası ağrı artışının daha sınırlı olması—apikal terminusun konumunun ağrı üzerinde belirgin bir etki göstermemesine yol açabilir. Oysa vital pulpitisli dişlerde apikal yaklaşımlar daha belirgin akut ağrı reaksiyonları tetikleyebilir. Çalışmamızda entegre endomotor apeks bulucusu apikal forameni belirlenen ve bu boydan 0,5 mm eksiltiyle, radyografi ile doğrulanmış çalışma boyu belirleme yaklaşımının; periapikal dokularda inflamatuvar yanıtı minimize ederek postoperatif ağrının kontrolünde literatürle uyumlu ve etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

El eğeleri ile gerçekleştirilen kanal şekillendirme işlemlerinin motorlu sistemlere kıyasla postoperatif ağrı düzeylerini artırabileceği gösterilmektedir. Shokraneh ve ark. farklı kanal şekillendirme sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, el aletleriyle yapılan tedavilerde hastalarda daha şiddetli postoperatif ağrı görüldüğünü bildirmiştir (82). Benzer şekilde, Caviedes-Bucheli ve ark. tarafından yürütülen bir araştırmada da el eğeleri ile yapılan işlemlerde ağrı düzeylerinin daha yüksek olduğu, bu durumun ise işlem sırasında apikal bölgeye taşınan debris miktarının artması ve buna bağlı gelişen inflamatuvar yanıtla ilişkili olabileceği belirtilmiştir (220). Mevcut literatür, tüm kök kanal şekillendirme yöntemlerinin belirli ölçüde apikal debris ekstrüzyonuna neden olduğunu; ancak döner ve resiprokal sistemler arasında hangisinin daha az postoperatif ağrıya yol açtığı konusunda fikir birliği bulunmadığını göstermektedir (82, 84, 221). Kök kanal şekillendirme aşamasında kullanılan alet tipinin postoperatif ağrı üzerinde etkili olabileceği yönündeki bu bulgular doğrultusunda, çalışmamızda

standardizasyonu sağlamak amacıyla tüm olgularda resiprokal hareket prensibiyle çalışan T-endo Must eğe sistemi tercih edilmiştir.

AAE, apikal patensi (AP), kanalın apikal bölümünün tıkaçlar ve artık maddelerden arındırılmasını sağlamak amacıyla küçük ve esnek bir eğe kullanılarak apikal foramen boyunca sürdürülen bir teknik olarak tanımlanmaktadır (22). Kanal içinde biriken artık maddeler, çalışma uzunluğunun korunamamasına yol açabilir ve bu durum, kök kanalında sapma oluşması veya perforasyon gibi komplikasyonlara neden olabilir. Bu nedenle, kök kanalının şekillendirilmesi ve temizlenmesi sürecinde AP'nin sürdürülmesi önerilmektedir. Buna ek olarak, AP'nin sağlanmasının ardından sodyum hipoklorit solüsyonunun apikal bölgeye daha etkili ve derinlemesine ulaşabildiği gösterilmiştir (222). Patenside kullanılan #10 K tipi eğe, küçük boyutu sayesinde artık maddelerin ekstrüzyonuna yol açmaz. Bu eğe, birikmiş artıkların delinmesini ve gevşetilmesini sağlayarak, irrigasyon çözeltileriyle etkin bir şekilde uzaklaştırılmasını mümkün kılar (223). Çalışmamızda da AP'yi sağlamak amacıyla, literatürde önerildiği gibi #10 K tipi eğe kullanılmıştır. Buna ek olarak, AP'nin tedavi başarısına etkisini inceleyen güncel bir meta-analiz (224), AP'nin sürdürülmesinin uzun dönem takiplerdeki iyileşme oranını iki kat artırdığını ve bu etkinin yukarıda açıklanan mekanizmalarla ilişkili olduğunu belirtmektedir. AP'nin kök kanal tedavisinden sonraki postoperatif ağrı üzerindeki etkisi, literatürde hâlâ çelişkili bulgular göstermektedir. Ancak, yakın tarihli bir meta-analiz, AP'nin 1. ve 2. günlerde postoperatif ağrısı anlamlı şekilde azalttığını ve tedaviyi takip eden 24 saat içinde ağrı görülme sıklığını düşürdüğünü ortaya koymaktadır (86). Buna karşılık, 2018 yılında yapılan iki sistematik derleme ve meta-analiz (193, 225), AP'nin postoperatif ağrı düzeyleri veya oral analjezik kullanım oranları üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını bildirmiştir. Bu farklılık, Xiqian ve ark. (86) tarafından yapılan daha güncel meta-analize iki yüksek kaliteli çalışma da dahil olmak üzere yedi yeni çalışmanın eklenmiş olmasına ve önceki meta-analizlerde (193, 225) ağrı yaşayan hasta sayısının analiz edilmemiş olmasına bağlanabilir.

Buchanan ve arkadaşları, apikal genişletmenin olabildiğince minimal düzeyde tutulmasını önermiş ve aşırı genişletmenin apikal transportasyon ile zipping gibi istenmeyen işlem hatalarına yol açabileceğini belirtmiştir (226). Yakın dönemde gerçekleştirilen bir araştırmada, optimal iyileşmenin sağlanabilmesi için apikal

preparasyonun, başlangıçta apikalde sıkışan eğeden en az üç boy daha geniş olacak şekilde yapılması önerilmiştir (227). Bu doğrultuda, çalışmamızda apikal genişletmeyi, apikalde ilk sıkışan eğeyi referans alarak üç boy daha büyük olacak şekilde planladık ve uygun resiprokal sistemdeki karşılığı ile sonlandırdık; ayrıca tedavi edilen dişlerin vital ve primer tedaviler olduğunu göz önünde bulundurarak, kanal morfolojisi ve dentin yapısına uygun bir yaklaşım benimsedik. Apikal genişletmenin tam olarak standardize edilememesi potansiyel bir sınırlılık olarak değerlendirilebilir; çünkü tüm vakalarda standart bir eğe ile sonlandırma yaklaşımı (örneğin m25) daha büyük foramene sahip kanallarda yetersiz preparasyon ve dezenfeksiyona yol açabilirken, m40 veya m50 gibi daha büyük eğelere sabitlemek, daha küçük foramene sahip dişlerde gereksiz dentin kaybına neden olarak dişin yapısal bütünlüğünü zayıflatabilirdi.

2024 yılında yayınlanan bir meta-analizde apikal genişletme boyutunun kök kanal tedavisi başarısını etkileyip etkilemediğini nicel olarak analiz edilmiştir (228). Bu çalışmanın sonuçlarına göre düşük kanıt kesinliğiyle, 30 numara ve üzeri bir master apikal preparasyon boyutunun, 30 numaradan küçük bir apikal boyuta kıyasla, anlamlı ölçüde daha olumlu bir sonuçla ilişkili olduğunu göstermektedir. Ancak bu meta-analize yalnızca %4 konisiteye sahip preparasyon uygulayan çalışmalar dahil edilmiştir. Ancak, daha geniş konikliğe sahip daha küçük apikal preparasyonlar, solüsyonların apikal üçlüye nüfuz etmesine olanak tanır ve artan irrigant hacmi daha fazla dezenfeksiyon sağlar (229). Çalışmamızda kullandığımız en küçük apikal çapa sahip (m25-0.25 mm) master preparasyon eğesinin taper'ının %6 olduğu ve solüsyonların bir sonik aktivatör ile aktive edildiği düşünüldüğünde, ve tüm bu tedaviler sonrası oldukça az sayıda hastada ve yalnızca ilk 24 saatte ağrı olduğu gözönüne alındığında, yaptığımız bu tedavilerin uzun dönem başarısının yüksek olacağı öngörülebilir.

Kök kanal tedavisinin tek seans veya çok seans şeklinde uygulanmasının, tedavi sonrasındaki postoperatif ağrı üzerindeki etkileri farklı çalışmalarda karşılaştırılmıştır. Çok seansta tamamlanan tedavilerde, seanslar arası uygulanan kanal içi medikasyonun postoperatif ağrıyı azalttığı bildirilmiştir (100), buna karşılık, diğer araştırmalar çok seanslı uygulamalarda seanslar arası flare-up olasılığının arttığını göstermektedir (101, 230). Tek seans ve çok seans olarak uygulanan kanal tedavilerinin uzun dönem klinik

ve radyografik iyileşme sonuçları açısından benzerlik gösterdiği ve postoperatif ağrı düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı da raporlanmıştır (231, 232). Bu tez çalışmasında, postoperatif ağrıyı tetikleyebilecek prosedürel aşamalardan ve kanal içi medikament kullanımından kaynaklanabilecek etkileri en aza indirmek amacıyla tedaviler tümüyle tek seansta tamamlanmıştır; bu yaklaşım, tek seanslı tedavi endikasyonu olan, periapikal lezyonu bulunmayan ve vital pulpalı dişleri içeren benzer çalışmalarda da uygulanmıştır (9, 165, 166, 189).

Postoperatif ağrı üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, operatörün deneyiminin bu duruma etkisi konusunda farklı bulgular bildirilmiştir. Yu ve ark. tarafından gerçekleştirilen çalışmada, endodonti asistanları tarafından geri dönüşümsüz pulpitis tanısı konulan dişlere tek seansta kök kanal tedavisi uygulanmış ve sıcak vertikal kondenzasyon ile pat esaslı dolgu teknikleri kullanılmıştır; sonuçlar, operatör deneyiminin postoperatif ağrı üzerinde belirleyici bir etkisi olmadığını göstermiştir (166). Benzer şekilde, Glennon ve ark. tarafından yapılan çalışmada, diş hekimleri, yüksek lisans mezunları ve endodontistlerden oluşan uygulayıcılar tarafından tek bir dişte iki seanslık kök kanal tedavisi uygulanmış, operatör değişkeni başlangıçta potansiyel bir prognostik faktör olarak değerlendirilmiş olmasına rağmen, regresyon analizinde postoperatif ağrı ile anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (50). Buna karşın, lisans ve lisansüstü öğrenciler tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada, operatör deneyiminin postoperatif ağrı üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir; bu fark, söz konusu çalışmada uygulayıcıların hâlen endodonti eğitimlerinin erken aşamasında olmalarına bağlanmıştır (233). Çok yakın tarihlerde yayınlanan bir diğer çalışmada ise, lisansüstü öğrenciler ve endodonti uzmanları tarafından gerçekleştirilen kök kanal tedavilerinde, standartlaştırılmış bir protokol uygulandığında operatör deneyiminin postoperatif ağrı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (234). Bu bağlamda, çalışmamızda tüm kök kanal tedavileri tek bir uygulayıcı tarafından gerçekleştirilmiş olup, postoperatif ağrı üzerine odaklanabilmek için diğer tüm değişkenler mümkün olduğunca standartlaştırılmıştır. Tek uygulayıcı ile çalışılması, literatürde operatör deneyiminin etkisini minimize eden çalışmalarla uyumlu olarak (9, 181, 189, 235), ölçülen farkların kanal tedavisi sonrası postoperatif ağrıya doğrudan bağlı olmasını sağlamaktadır.

Öte yandan, postoperatif ağrıyı bir sonuç değişkeni olarak ele alan araştırmalar, çoğu zaman veri analizi ve bulguların yorumlanması açısından güçlükler içermektedir (4). Analiz amacıyla, postoperatif ağrının değerlendirilmesinde en uygun ölçüm aracının VAS olduğu bildirilmekte olup; bu ölçek, sonuçların belirlenmesinde hem güvenilir hem de güvenli bir yöntem olarak kabul edilmekte ve endodonti literatüründe standartlaştırılmış bir araç olarak yerini almaktadır (4, 43, 236). Bu bağlamda, çoğu meta-analiz yalnızca VAS ölçeğini kullanan çalışmaları dahil edecek şekilde tasarlanmış ve böylece heterojenlik etkilerinin minimize edilmesi hedeflenmiştir (1, 77, 237). VAS, tüm ara değerleri kaydedebilen sürekli bir ölçektir. Ölçek, bir ucu “ağrı yok”, diğer ucu “maksimum ağrı”yı temsil eden 5, 10, 15 veya 20 cm uzunluğunda bir doğru çizgi şeklindedir (238). Ölçüm hatasının skala uzunluğuna bağlı olarak değiştiği göz önüne alınarak, Revell ve ark. bulgularından hareketle (239) çalışmamızda daha yüksek doğruluk sağladığı için 10 cm’lik VAS skala tercih edilmiştir. Bu skala, postoperatif ağrı çalışmalarında yaygın olarak kullanılan (73, 189) ve çalışmamızda da uyguladığımız 0-10 arası numerik değerler içermektedir; buna karşın, bazı araştırmalarda 0-100 arası bir cetvel kullanılmış (165, 205), bazı çalışmalarda ise bu 100 mm’lik cetvel dört eşit bölüme ayrılarak değerlendirme yapılmıştır (21, 227). Bu tez çalışmasında pek çok hastada ve özellikle 48. saat, 72. saat ve 7. günde hiç ağrı bulunmaması, VAS değerlendirmesinin ortalamalarını karşılaştırabilmemizi mümkün kılmadığından regresyon analizi ile değerlerimiz ağrı var/ağrı yok şeklinde genelleştirilerek değerlendirilmiştir.

Bu çalışmaya dahil edilen dişlerin asemptomatik olması, tüm tedavi prosedürünün literatür ile uyumlu olarak postoperatif ağrıya en az etki eden değişkenlere göre düzenlenmesi (çalışma boyunun belirlenme yöntemi, NaOCl yüzdesi, irrigasyon iğnesinin tipi ve çalışma boyuna mesafesi, dolum tekniği, sabit dolum sıcaklığı vb), yalnızca patların postoperatif ağrısını değerlendirmede karıştırıcı faktörleri elimine etmeyi sağlamış ve metodolojimizi güçlendirmiştir. Ancak dişlerin tipinin, çenenin ve preparasyon boyutunun standardize edilememesi, taşan debris miktarına ve dolayısıyla postoperatif ağrıya etki etmiş olabilir. Ayrıca split-mouth tasarımı kullanılmadığı için yaş, cinsiyet ve bireysel ağrı eşiği gibi hasta içi değişkenler tam olarak kontrol edilememiştir; buna ek olarak, ağrının doğası gereği subjektif olması, bu bireysel farklılıkların postoperatif ağrı ölçümlerine etkisini artırmış olabilir.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

1. Demografik ve klinik değişkenler (cinsiyet, yaş grubu, çene ve çene bölgesi) postoperatif ağrı varlığı üzerinde anlamlı etki göstermemiştir. Ancak genç yaş grubunda ağrı görülme eğilimi daha fazladır.
2. Tek seansta yapılan kök kanal tedavisinde AH Plus, TotalFill BC ve Bio-C kök kanal patlarının kullanımı, postoperatif ağrı varlığı açısından farklılık göstermemiştir.
3. Postoperatif ağrı genellikle tedaviyi takip eden ilk 24 saatte ortaya çıkmakta ve özellikle ilk 6 saatte en yüksek seviyeye ulaşmaktadır; 48. saatten itibaren neredeyse tamamen ortadan kalkmaktadır.

Gelecek araştırmalar için birkaç öneri sunulabilir:

- Öncelikle daha büyük hasta popülasyonunu içeren çok merkezli randomize kontrollü çalışmalar yapılmalıdır; bu sayede farklı merkezlerden elde edilen verilerle bulguların genellenebilirliği artırılacaktır.
- Ağrı verilerinin karşılaştırılabilirliğini sağlamak amacıyla standart bir ağrı ölçeği (ör. VAS/NRS) ve önceden belirlenmiş zaman noktalarının kullanılması önemlidir.
- Çalışmamızın tek köklü, tek kanallı, asemptomatik ve vital dişlere odaklanması ile materyal ve yöntemlerin titizlikle standartlaştırılması, kanal patının etkisini izole etme açısından önemli bir metodolojik güç sağlamaktadır; buna karşın, ileri çalışmalarda semptomatik/devital, çok köklü veya periapikal lezyonlu vakalar ile farklı kanal patı, obturasyon, irrigasyon ve preparasyon protokollerinin ayrı gruplarda sistematik olarak değerlendirilmesi, elde edilen bulguların gerçekten kanal patına mı yoksa diğer tedavi parametrelerine mi bağlı olduğunu daha kapsamlı biçimde ortaya koyacaktır.
- Son olarak, bireysel farklılıkların en etkili şekilde kontrolü için mümkünse split-mouth tasarımı çalışmaları tercih edilmelidir.

7. KAYNAKLAR

1. Seron MA, Nunes GP, Ferrisse TM, Strazzi-Sahyon HB, Victorino FR, Dos Santos PH, et al. Postoperative pain after root canal filling with bioceramic sealers: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Odontology*. 2023;111(4):793-812.
2. Wang C, Xu P, Ren L, Dong G, Ye L. Comparison of post-obturation pain experience following one-visit and two-visit root canal treatment on teeth with vital pulps: a randomized controlled trial. *Int Endod J*. 2010;43(8):692-7.
3. Gondim Jr E, Setzer FC, Dos Carmo CB, Kim S. Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial. *J Endod*. 2010;36(8):1295-301.
4. Sathorn C, Parashos P, Messer H. The prevalence of postoperative pain and flare-up in single-and multiple-visit endodontic treatment: a systematic review. *Int Endod J*. 2008;41(2):91-9.
5. Ng YL, Glennon J, Setchell D, Gulabivala K. Prevalence of and factors affecting post-obturation pain in patients undergoing root canal treatment. *Int Endod J*. 2004;37(6):381-91.
6. Ali A, Olivieri JG, Duran-Sindreu F, Abella F, Roig M, García-Font M. Influence of preoperative pain intensity on postoperative pain after root canal treatment: a prospective clinical study. *J Dent*. 2016;45:39-42.
7. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod*. 2004;30(7):476-81.
8. Graunaite I, Skucaite N, Lodiene G, Agentiene I, Machiulskiene V. Effect of resin-based and bioceramic root canal sealers on postoperative pain: a split-mouth randomized controlled trial. *J Endod*. 2018;44(5):689-93.
9. Coşar M, Kandemir Demirci G, Çalışkan MK. The effect of two different root canal sealers on treatment outcome and post-obturation pain in single-visit root canal treatment: a prospective randomized clinical trial. *Int Endod J*. 2023;56(3):318-30.
10. Lee BN, Hong JU, Kim SM, Jang JH, Chang HS, Hwang YC, et al. Anti-inflammatory and osteogenic effects of calcium silicate-based root canal sealers. *J Endod*. 2019;45(1):73-8.
11. Drumond JPS, Maeda W, Nascimento WM, Campos DL, Prado MC, de-Jesus-Soares A, et al. Comparison of postobturation pain experience after apical extrusion of calcium silicate-and resin-based root canal sealers. *J Endod*. 2021;47(8):1278-84.
12. Tan HSG, Lim KC, Lui JN, Lai WMC, Yu VSH. Postobturation pain associated with tricalcium silicate and resin-based sealer techniques: a randomized clinical trial. *J Endod*. 2021;47(2):169-77.
13. Türkyılmaz A, Barış SD, Hançerlioğulları D, Erdemir A. Post obturation pain of three novel calcium silicate-based sealers with asymptomatic irreversible pulpitis or necrotic pulp with chronic apical periodontitis: prospective clinical trial. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):1366.
14. Kooanantkul C, Shelton RM, Camilleri J. Comparison of obturation quality in natural and replica teeth root-filled using different sealers and techniques. *Clin Oral Investig*. 2023;27(5):2407-17.

15. Zordan-Bronzel CL, Torres FFE, Tanomaru-Filho M, Chávez-Andrade GM, Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM. Evaluation of physicochemical properties of a new calcium silicate-based sealer, Bio-C Sealer. *J Endod.* 2019;45(10):1248-52.
16. López-García S, Pecci-Lloret MR, Guerrero-Gironés J, Pecci-Lloret MP, Lozano A, Llena C, et al. Comparative cytocompatibility and mineralization potential of Bio-C Sealer and TotalFill BC Sealer. *Materials.* 2019;12(19):3087.
17. Heran J, Khalid S, Albaaj F, Tomson PL, Camilleri J. The single cone obturation technique with a modified warm filler. *J Dent.* 2019;89:103181.
18. Çelikten B, Uzuntaş CF, Orhan AI, Tüfenkçi P, Mısırlı M, Demiralp KO, et al. Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques. *J Oral Sci.* 2015;57(4):361-6.
19. Tagger M, Tamse A, Katz A, Korzen BH. Evaluation of the apical seal produced by a hybrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. *J Endod.* 1984;10(7):299-303.
20. Kim JH, Cho SY, Choi Y, Kim DH, Shin SJ, Jung IY. Clinical efficacy of sealer-based obturation using calcium silicate sealers: a randomized clinical trial. *J Endod.* 2022;48(2):144-51.
21. Shim K, Jang YE, Kim Y. Comparison of the effects of a bioceramic and conventional resin-based sealers on postoperative pain after nonsurgical root canal treatment: a randomized controlled clinical study. *Materials.* 2021;14(10):2661.
22. American Association of Endodontists. Glossary of endodontic terms. Available from: <http://www.aae.org/clinical-resources/aae-glossary-of-endodontic-terms.aspx> (Accessed: October 1, 2025)
23. Erdine S. Ağrı mekanizmaları ve ağrıya genel yaklaşım. Ed: Erdine S. Ağrı. 3. Baskı. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul; 2007, s: 37-49.
24. Hildebrand C, Fried K, Tuisku F, Johansson C. Teeth and tooth nerves. *Prog Neurobiol.* 1995;45(3):165-222.
25. Öztürk Z. The biology of pain-related endodontics and causes of pain. *Türkiye Klin Endod - Spec Top.* 2018;4(2):1-7.
26. Law AS, Nixdorf DR, Mattscheck D. Diagnosis of non-odontogenic pain. Eds: Berman LH, Hargreaves KM. In: Cohen's Pathways of the Pulp. 12. ed. St Louis: Mosby; 2020, p: 115-138.
27. Närhi M, Jyväsjärvi E, Virtanen A, Huopaniemi T, Ngassapa D, Hirvonen T. Role of intradental A-and C-type nerve fibres in dental pain mechanisms. *Proc Finn Dent Soc.* 1992;88(Suppl 1):507-16.
28. Gutmann JL, Baumgartner JC, Gluskin AH, Hartwell GR, Walton RE. Identify and define all diagnostic terms for periapical/periradicular health and disease states. *J Endod.* 2009;35(12):1658-74.
29. Prpić-Mehićić G, Galić N. Odontogenic pain. *Medical Sciences.* 2010;34:43-54.
30. Çalışkan MK. Endodontide tanı. In: Çalışkan MK, editör. Endodontide Tanı ve Tedaviler. İstanbul: Quintessence Yayıncılık; 2013. s. 29-60.
31. Närhi M, Hirvonen T, Hakumäki M. Activation of intradental nerves in the dog to some stimuli applied to the dentine. *Arch Oral Biol.* 1982;27(12):1053-8.
32. Henry MA, Hargreaves KM. Peripheral mechanisms of odontogenic pain. *Dent Clin.* 2007;51(1):19-44.
33. Siqueira JF. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J.* 2003;36(7):453-63.

34. ElMubarak AHH, Abu-bakr NH, Ibrahim YE. Postoperative pain in multiple-visit and single-visit root canal treatment. *J Endod.* 2010;36(1):36-9.
35. Torabinejad M, Dorn SO, Eleazer PD, Frankson M, Jouhari B, Mullin RK, et al. Effectiveness of various medications on postoperative pain following root canal obturation. *J Endod.* 1994;20(9):427-31.
36. Tsesis I, Faivishevsky V, Fuss Z, Zukerman O. Flare-ups after endodontic treatment: a meta-analysis of literature. *J Endod.* 2008;34(10):1177-81.
37. Law A, Logan H, Walton R. Identification of a psychosocial model as a predictor of flare-ups. *J Endod.* 1992;18(4):192-3.
38. Logan HL, Lutgendorf S, Kirchner HL, Rivera EM, Lubaroff D. Pain and immunologic response to root canal treatment and subsequent health outcomes. *Psychosom Med.* 2001;63(3):453-62.
39. Lin CS, Wu SY, Yi CA. Association between anxiety and pain in dental treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res.* 2017;96(2):153-62.
40. Qiao F, Zhang M, Zhang T, Zhu D. Dental anxiety is related to postoperative symptoms in third molar surgery. *Front Psychiatry.* 2022;13:956566.
41. Huynh R, Peters CI, Zafar S, Peters OA. Evaluating the stress of root canal treatment in patients and dentists compared to other dental treatments: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Oral Sci.* 2023;131(4):e12941.
42. Zilinskaite-Petrauskiene I, Haug SR. A comparison of endodontic treatment factors, operator difficulties, and perceived oral health-related quality of life between elderly and young patients. *J Endod.* 2021;47(12):1844-53.
43. Segura-Egea JJ, Cisneros-Cabello R, Llamas-Carreras JM, Velasco-Ortega E. Pain associated with root canal treatment. *Int Endod J.* 2009;42(7):614-20.
44. Vitali FC, Mafra G, Santos PS, da Fonseca Roberti Garcia L, da Silveira Teixeira C. Patient-related predictors of post-operative pain following root canal treatment: a structural model analysis. *Int Endod J.* 2024;57(12):1758-68.
45. Carter A, Carter G, George R. Pathways of fear and anxiety in endodontic patients. *Int Endod J.* 2015;48(6):528-32.
46. Alroomy R, Kim D, Hochberg R, Chubak J, Rosenberg PA, Malek M. Factors influencing pain and anxiety before endodontic treatment: a cross-sectional study amongst American individuals. *Eur Endod J.* 2020;5(3):199-204.
47. Fillingim RB, King CD, Ribeiro-Dasilva MC, Rahim-Williams B, Riley III JL. Sex, gender, and pain: a review of recent clinical and experimental findings. *J Pain.* 2009;10(5):447-85.
48. Brekke M, Hjortdahl P, Kvien TK. Severity of musculoskeletal pain: relations to socioeconomic inequality. *Soc Sci Med.* 2002;54(2):221-8.
49. Hagen K, Vatten L, Stovner L, Zwart J, Krokstad S, Bovim G. Low socioeconomic status is associated with increased risk of frequent headache: a prospective study of 22718 adults in Norway. *Cephalalgia.* 2002;22(8):672-9.
50. 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(1):29-37.
51. 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(1):43-51.

52. Torabinejad M, Kettering JD, McGraw JC, Cummings RR, Dwyer TG, Tobias TS. Factors associated with endodontic interappointment emergencies of teeth with necrotic pulps. *J Endod.* 1988;14(5):261-6.
53. Menke ER, Jackson CR, Bagby MD, Tracy TS. The effectiveness of prophylactic etodolac on postendodontic pain. *J Endod.* 2000;26(12):712-5.
54. Aminoshariae A, Kulild JC, Donaldson M, Hersh EV. Evidence-based recommendations for analgesic efficacy to treat pain of endodontic origin: a systematic review of randomized controlled trials. *J Am Dent Assoc.* 2016;147(10):826-39.
55. Applebaum E, Nackley AG, Bair E, Maixner W, Khan AA. Genetic variants in cyclooxygenase-2 contribute to post-treatment pain among endodontic patients. *J Endod.* 2015;41(8):1214-8.
56. Karataş E, Kahraman C, Akbıyık N. Association between polymorphisms in catechol-O-methyl transferase, opioid receptor Mu 1 and serotonin receptor genes with postoperative pain following root canal treatment. *Int Endod J.* 2021;54(7):1016-25.
57. Meyfarth SRS, Tavares JS, Guimarães LS, Silva EAB, Gaio DC, Ecker MB, et al. Association between single-nucleotide polymorphisms in serotonin receptor 2A and melatonin receptor 1A genes and pain after root canal treatment. *Int Endod J.* 2023;56(9):1077-91.
58. Sadaf D, Ahmad MZ. Factors associated with postoperative pain in endodontic therapy. *Int J Biomed Sci.* 2014;10(4):243-7.
59. Ali SG, Mulay S, Palekar A, Sejpal D, Joshi A, Gufran H. Prevalence of and factors affecting post-obturation pain following single visit root canal treatment in Indian population: a prospective, randomized clinical trial. *Contemp Clin Dent.* 2012;3(4):459-63.
60. Watkins CA, Logan HL, Kirchner HL. Anticipated and experienced pain associated with endodontic therapy. *J Am Dent Assoc.* 2002;133(1):45-54.
61. Mattscheck DJ, Law AS, Noblett WC. Retreatment versus initial root canal treatment: factors affecting posttreatment pain. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;92(3):321-4.
62. Gotler M, Bar-Gil B, Ashkenazi M. Postoperative pain after root canal treatment: a prospective cohort study. *Int J Dent.* 2012;2012(1):310467.
63. Albashaireh Z, Alnegrish A. Postobturation pain after single-and multiple-visit endodontic therapy. a prospective study. *J Dent.* 1998;26(3):227-32.
64. Genet J, Hart A, Wesselink P, Thoden van Velzen S. Preoperative and operative factors associated with pain after the first endodontic visit. *Int Endod J.* 1987;20(2):53-64.
65. Patel N, Khan I, Jarad F, Zavattini A, Koller G, Pimentel T, et al. The short-term postoperative pain and impact upon quality of life of pulpotomy and root canal treatment, in teeth with symptoms of irreversible pulpitis: a randomized controlled clinical trial. *Int Endod J.* 2025;58(1):55-70.
66. Teja KV, Ramesh S. Analgesic effect of pre-emptive oral nsoids on post-endodontic pain levels in single visit endodontics-a systematic review. *Cumhuriyet Dent J.* 2021;24(3):286-98.
67. Jose J, Teja KV, Palanivelu A, Khandelwal A, Siddique R. Analgesic efficacy of corticosteroids and nonsteroidal anti-inflammatory drugs through oral route in the reduction of postendodontic pain: a systematic review. *J Conserv Dent Endod.* 2022;25(1):9-19.

68. Ahmad MZ, Sadaf D, Merdad KA, Almohaimed A, Onakpoya IJ. Calcium hydroxide as an intracanal medication for postoperative pain during primary root canal therapy: a systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis of randomised controlled trials. *J Evid Based Dent Pract.* 2022;22(1):101680.
69. Fahim MM, Saber SEM, Elkhatib WF, Nagy MM, Schafer E. The antibacterial effect and the incidence of post-operative pain after the application of nano-based intracanal medications during endodontic retreatment: a randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2022;26(2):2155-63.
70. Luo Z, He Y, Wu H, Li Y, Shen L, Cheng L, et al. Efficacy of laser adjuvant therapy in the management of post-operative endodontic pain: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2024;57(12):1700-16.
71. Sadaf D, Ahmad MZ, Onakpoya IJ. Effectiveness of intracanal cryotherapy in root canal therapy: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *J Endod.* 2020;46(12):1811-23.
72. Keskin C, Aksoy A, Kalyoncuoğlu E, Keleş A, İlik AA, Kömeç O, et al. 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(8):932-42.
73. Özlek E, Gündüz H, Kadı G, Taşan A, Akkol E. The effect of solution and gel forms of sodium hypochlorite on postoperative pain: a randomized clinical trial. *J Appl Oral Sci.* 2021;29:e20200998.
74. Prasad N, Bajaj PD, Shenoy R, Dutta A, Thomas MS. Sodium hypochlorite concentration and postendodontic pain-unveiling the optimal balance: a systematic review and meta-analysis. *J Endod.* 2024;50(9):1233-44.
75. Lalfakawmi S, Gupta A, Duraisamy AK, Abraham D, Mrinalini M, Mane AP. Impact of cryotreated and warm sodium hypochlorite on postoperative pain in teeth with symptomatic irreversible pulpitis: a randomized controlled trial. *J Endod.* 2024;50(11):1543-50.
76. Chalub LO, Nunes GP, Ferrisse TM, Strazzi-Sahyon HB, Dos Santos PH, Gomes-Filho JE, et al. Postoperative pain in root canal treatment with ultrasonic versus conventional irrigation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Oral Investig.* 2022;26(4):3343-56.
77. Govula K, Prasad G, Kumar YP, Kowmudi M, Swapna S, Mungara N. Efficacy of EndoActivator on the postoperative pain in the teeth with symptomatic irreversible pulpitis: a systematic review and meta-analysis. *J Int Oral Health.* 2023;15(4):319-27.
78. McGillivray A, Dutta A. The influence of laser-activated irrigation on post-operative pain following root canal treatment: a systematic review. *J Dent.* 2024;144:104928.
79. Grigsby Jr D, Ordinola-Zapata R, McClanahan SB, Fok A. Postoperative pain after treatment using the GentleWave system: a randomized controlled trial. *J Endod.* 2020;46(8):1017-22.
80. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation-literature review and case reports. *Int Endod J.* 2000;33(3):186-93.
81. Ruksakiet K, Hanák L, Farkas N, Hegyi P, Sadaeng W, Czumbel LM, et al. Antimicrobial efficacy of chlorhexidine and sodium hypochlorite in root canal disinfection: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Endod.* 2020;46(8):1032-41. e7.

82. Shokrane A, Ajami M, Farhadi N, Hosseini M, Rohani B. 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(1):413-8.
83. Lakshmanan L, Somasundaram S, Jeevanandan G, Subramanian E. Evaluation of postoperative pain after pulpectomy using different file systems in primary teeth: a systematic review. *Contemp Clin Dent*. 2021;12(1):3-8.
84. Kandemir Demirci G, Miçoogulları Kurt S, Şerefoğlu B, Kaval ME, Çalışkan MK. The influence of different NiTi instrumentation techniques on postoperative pain after single-visit root canal treatment. *Aust Endod J*. 2021;47(3):559-68.
85. Cunha TC, Matos FS, Paranhos LR, Bernardino IM, Moura CCG. Influence of glide path kinematics during endodontic treatment on the occurrence and intensity of intraoperative and postoperative pain: a systematic review of randomized clinical trials. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):175.
86. Xiqian L, Ying Z, Mian M. The effect of apical patency on postoperative pain following endodontic therapy: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Oral Sci*. 2024;132(3):e12986.
87. de Freitas Portela FSM, de Martin AS, Pelegri RA, Gutmann JL, Kato AS, da Silveira Bueno CE. Effect of foraminal enlargement on postoperative pain in necrotic single-rooted teeth: a randomized clinical trial. *J Endod*. 2021;47(7):1046-51.
88. Gandhe P, Aravelli S, Penigalapati S, Kasam S, Ramachandruni N, Alam S. Effect of apical foraminal enlargement on postoperative pain and inflammatory markers in asymptomatic single-rooted mandibular teeth with apical periodontitis-an in vivo randomized controlled trial. *J Conserv Dent Endod*. 2024;27(6):584-90.
89. Zamparini F, Lenzi J, Duncan HF, Spinelli A, Gandolfi MG, Prati C. The efficacy of premixed bioceramic sealers versus standard sealers on root canal treatment outcome, extrusion rate and post-obturation pain: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J*. 2024;57(8):1021-42.
90. Saini A, Dheeraj M, Johar S, Goyal S, Chahal S, Garg D. Evaluation of different root canal sealers on post operative pain in single visit rct-a comparative study. *J Pharm Bioallied Sci*. 2024;16(Suppl 2):S1679-S84.
91. Alzoubi F, Alajmi S, Alkandari A, Alqahtani S, Alanezi A, Setzer FC. Post-operative pain in non-surgical root canal treatment after sealer-based obturation versus warm vertical compaction: a randomized clinical trial. *Int Endod J*. 2024;57(9):1168-79.
92. Koçer A, Özkan HD, Türk T. Postoperative pain intensity and incidence following single visit root canal treatment with different obturation techniques: a randomized clinical trial. *PeerJ*. 2022;10:e13756.
93. Bugea C, Cerutti F, Ongaro F, Sforza F, Scarano A, Rampino M, et al. Postoperative pain and one year follow up success rate of warm vertical compaction, single cone, coneless and bioconeless obturation methods. *J Osseointegration*. 2022;14(4):209-16.
94. Shamszadeh S, Shirvani A, Asgary S. Does occlusal reduction reduce post-endodontic pain? a systematic review and meta-analysis. *J Oral Rehabil*. 2020;47(4):528-35.
95. Nguyen-Nhon D, Nagendrababu V, Pulikkotil SJ, Rossi-Fedele G. Effect of occlusal reduction on post endodontic pain: a systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *Aust Endod J*. 2020;46(2):282-94.

96. Ahmed Y, Emara R, Sarhan S, El Boghdadi R, El-Bayoumi M, El-Far H, et al. Post-treatment endodontic pain following occlusal reduction in mandibular posterior teeth with symptomatic irreversible pulpitis and sensitivity to percussion: a single-centre randomized controlled trial. *Int Endod J*. 2020;53(9):1170-80.
97. Keiser K, Hargreaves KM. Building effective strategies for the management of endodontic pain. *Endod Topics*. 2002;3(1):93-105.
98. Su N, Wang H, Zhang S, Liao S, Yang S, Huang Y. Efficacy and safety of bupivacaine versus lidocaine in dental treatments: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Int Dent J*. 2014;64(1):34-45.
99. Aggarwal V, Singla M, Gupta A, Saatchi M, Nabi S, Rastogi S, et al. Effect of back-pressure anesthesia on postoperative pain after the endodontic treatment in patients with symptomatic irreversible pulpitis: randomized double-blind clinical trial. *J Endod*. 2024;50(8):1037-43.
100. Izadpanah A, Javaheripour A, Maleki A, Alipour M, Hosseinifard H, Sharifi S, et al. The comparison of short-term postoperative pain in single-versus multiple-visit root canal treatment: a systematic review and meta-analysis study. *Pain Res Manag*. 2021;2021(1):5574995.
101. Gupta H. Evaluation of postoperative pain perception incidence after single-visit versus multiple-visit root canal therapy: a randomized controlled trial. *J Pharm Bioallied Sci*. 2024;16(Suppl 2):S1711-S5.
102. Güzel E, Uyan M, Erşahan S, Gündoğar M, Özçelik F. Comparison of electronic apex locator and simultaneous working length detection methods with radiological method in terms of postoperative pain. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):1408.
103. Arslan H, Güven Y, Karataş E, Doğanay E. Effect of the simultaneous working length control during root canal preparation on postoperative pain. *J Endod*. 2017;43(9):1422-7.
104. Dorner TE, Muckenhuber J, Stronegger WJ, Ràsky É, Gustorff B, Freidl W. The impact of socio-economic status on pain and the perception of disability due to pain. *Eur J Pain*. 2011;15(1):103-9.
105. Sirintawat N, Sawang K, Chaityasamut T, Wongsirichat N. Pain measurement in oral and maxillofacial surgery. *J Dent Anesth Pain Med*. 2017;17(4):253-63.
106. Melzack R, Katz J. The mcgill pain questionnaire: appraisal and current status. Eds: Turk DC, Melzack R, In: *Handbook of Pain Assessment*. 2. ed. New York: The Guilford Press; 2011, p: 1-15.
107. Flaherty SA. Pain measurement tools for clinical practice and research. *J Am Assoc Nurse Anesth*. 1996;64(2):133-40.
108. Briggs M, Closs JS. A descriptive study of the use of visual analogue scales and verbal rating scales for the assessment of postoperative pain in orthopedic patients. *J Pain Symptom Manage*. 1999;18(6):438-46.
109. Saunders W, Saunders E, Herd D, Stephens E. The use of glass ionomer as a root canal sealer-a pilot study. *Int Endod J*. 1992;25(5):238-44.
110. Aminoshariae A, Johnson WT, Kulild JC, Tay F. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. Eds: Berman LH, Hargreaves KM. In: *Cohen's Pathways of the Pulp*. 12. ed. St Louis: Mosby; 2020, p: 304-342.
111. Grossman LI, Oliet S, Del Rio CE. Obturation of the radicular space. In: Gopikrishna V, eds. *Grossman's Endodontic Practice*. 13. ed. Philadelphia; Wolters Kluwer Health. p: 315-339.

112. Nguyen BH, Brave DG. Obturation of the root canal system. In: Ingle JJ, Bakland LK, Baumgartner JC, eds. *Ingle's Endodontics*. 6. ed. Raleigh: PMPH USA; 2008. p. 1033-98.
113. Tarhan SÇ, Uzunoğlu E. Root canal filling materials. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci-Special Topics*. 2010;1(3):1-15.
114. Schroeder A. *Endodontics: science and practice: a textbook for students and practitioners*. Chicago: Quintessence Publishing; 1981. p. 21-73.
115. Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod*. 2007;33(7):856-8.
116. Brezhnev A, Neelakantan P, Tanaka R, Brezhnev S, Fokas G, Matinlinna JP. Antibacterial additives in epoxy resin-based root canal sealers: a focused review. *Dent J*. 2019;7(3):72.
117. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Extended setting shrinkage behavior of endodontic sealers. *J Endod*. 2008;34(1):90-3.
118. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod*. 2013;39(10):1281-6.
119. Duarte MAH, Ordinola-Zapata R, Bernardes RA, Bramante CM, Bernardineli N, Garcia RB, et al. Influence of calcium hydroxide association on the physical properties of AH Plus. *J Endod*. 2010;36(6):1048-51.
120. Dentsply DeTrey GmbH. AH Plus® Scientific Compendium. <https://www.dentsplysirona.com/content/dam/master/product-procedure-brand-categories/endodontics/product-categories/obturation-materials/sealers-root-repair/ah-plus/scientific-support-clinical-education/END-scientific-information-AH-Plus-Scientific-Compendium.pdf>. (Accessed: October 5, 2025).
121. Koulaouzidou E, Papazisis K, Beltes P, Geromicholos G, Kortsarls A. Cytotoxicity of three resin-based root canal sealers: an in vitro evaluation. *Dent Traumatol*. 1998;14(4):182-5.
122. Azar NG, Heidari M, Bahrami ZS, Shokri F. In vitro cytotoxicity of a new epoxy resin root canal sealer. *J Endod*. 2000;26(8):462-5.
123. Assmann E, Scarparo RK, Böttcher DE, Grecca FS. Dentin bond strength of two mineral trioxide aggregate-based and one epoxy resin-based sealers. *J Endod*. 2012;38(2):219-21.
124. Marciano MA, Guimarães BM, Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Cavenago BC, Garcia RB, et al. Physical properties and interfacial adaptation of three epoxy resin-based sealers. *J Endod*. 2011;37(10):1417-21.
125. Álvarez-Vásquez JL, Erazo-Guijarro MJ, Domínguez-Ordoñez GS, Ortiz-Garay ÉM. Epoxy resin-based root canal sealers: an integrative literature review. *Dent Med Probl*. 2024;61(2):279-91.
126. Atmeh AR, AlShwaimi E. The effect of heating time and temperature on epoxy resin and calcium silicate-based endodontic sealers. *J Endod*. 2017;43(12):2112-8.
127. Sonntag D, Ritter A, Burkhart A, Fischer J, Mondrzyk A, Ritter H. Experimental amine-epoxide sealer: a physicochemical study in comparison with AH Plus and EasySeal. *Int Endod J*. 2015;48(8):747-56.
128. Elyassi Y, Moïnzadeh AT, Kleverlaan CJ. Characterization of leachates from 6 root canal sealers. *J Endod*. 2019;45(5):623-7.
129. Donnermeyer D, Schemkämper P, Bürklein S, Schäfer E. Short and long-term solubility, alkalizing effect, and thermal persistence of premixed calcium silicate-

based sealers: AH Plus bioceramic sealer vs. Total Fill BC sealer. *Materials*. 2022;15(20):7320.

130. Best S, Porter A, Thian E, Huang J. Bioceramics: past, present and for the future. *J Eur Ceramic Soc*. 2008;28(7):1319-27.

131. Raghavendra SS, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in endodontics-a review. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2017;51(3 Suppl 1):128-37.

132. Koch KA, Brave D. EndoSequence: melding endodontics with restorative dentistry, part 1. *Dent Today*. 2009;28(1):102, 4, 6-7.

133. Kossev AD. Ceramics-based sealers as new alternative to currently used endodontic sealers. *Roots*. 2009;1:42-8.

134. Donnermeyer D, Bunne C, Schäfer E, Dammaschke T. Retreatability of three calcium silicate-containing sealers and one epoxy resin-based root canal sealer with four different root canal instruments. *Clin Oral Investig*. 2018;22(2):811-7.

135. Hess D, Solomon E, Spears R, He J. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. *J Endod*. 2011;37(11):1547-9.

136. Camilleri J. Will bioceramics be the future root canal filling materials? *Curr Oral Health Rep*. 2017;4(3):228-38.

137. Debelian G, Trope M. The use of premixed bioceramic materials in endodontics. *G Ital Endod*. 2016;30(2):70-80.

138. Loushine BA, Bryan TE, Looney SW, Gillen BM, Loushine RJ, Weller RN, et al. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Endod*. 2011;37(5):673-7.

139. FKG. TotalFill User Manual. Available from: <https://fkg.ch/totalfill/>. (Accessed: October 5, 2025).

140. Koyuncu S. Bioceramic based root canal sealers. *J Int Dent Sci*. 2023;8(3):71-6.

141. von Loetzen SCS, Hülsmann M. Root perforation repair concepts and materials: a review. *Endod Pract Today*. 2018;12(2):87-100.

142. Hadis M, Camilleri J. Characterization of heat resistant hydraulic sealer for warm vertical obturation. *Dent Mater*. 2020;36(9):1183-9.

143. Silva ECA, Tanomaru-Filho M, da Silva GF, Delfino MM, Cerri PS, Guerreiro-Tanomaru JM. Biocompatibility and bioactive potential of new calcium silicate-based endodontic sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. *J Endod*. 2020;46(10):1470-7.

144. Angelus. Bio-C sealer FAQ. Available from: <https://angelus.ind.br/en/produto/bio-c-sealer/>. (Accessed: October 5, 2025).

145. Angelus. Bio-C sealer instructions for users. Available from: <https://angelus.ind.br/en/produto/bio-c-sealer/>. (Accessed: October 5, 2025).

146. Camilleri J. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*. 2008;41(5):408-17.

147. Ingle J. Obturation of the radicular space. In: Ingle JI, Bakland LK. *Endodontics*. 4. ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 2002, p: 571-668.

148. Jacobson HJ, Xia T, Baumgartner JC, Marshall JG, Beeler WJ. Microbial leakage evaluation of the continuous wave of condensation. *J Endod*. 2002;28(4):269-71.

149. Buchanan L. The continuous wave of condensation technique: a convergence of conceptual and procedural advances in obturation. *Dent Today*. 1994;13(10):80-85.

150. Bowman CJ, Baumgartner JC. Gutta-percha obturation of lateral grooves and depressions. *J Endod*. 2002;28(3):220-3.

151. Perry C, Kulild JC, Walker MP. Comparison of warm vertical compaction protocols to obturate artificially created defects in the apical one-third. *J Endod.* 2013;39(9):1176-8.
152. Eriksson A, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. *J Prosthet Dent.* 1983;50(1):101-7.
153. Yücel AÇ, Çiftçi A. Effects of different root canal obturation techniques on bacterial penetration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;102(4):e88-e92.
154. İnan U, Aydemir H, Taşdemir T. Leakage evaluation of three different root canal obturation techniques using electrochemical evaluation and dye penetration evaluation methods. *Aust Endod J.* 2007;33(1):18-22.
155. Lea CS, Apicella MJ, Mines P, Yancich PP, Parker MH. Comparison of the obturation density of cold lateral compaction versus warm vertical compaction using the continuous wave of condensation technique. *J Endod.* 2005;31(1):37-9.
156. Silver G, Love R, Purton D. Comparison of two vertical condensation obturation techniques: Touch'n Heat modified and System B. *Int Endod J.* 1999;32(4):287-95.
157. Venturi M, Pasquantonio G, Falconi M, Breschi L. Temperature change within gutta-percha induced by the System-B heat source. *Int Endod J.* 2002;35(9):740-6.
158. Lipski M, Wozniak K. In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperature rises during Thermafil retreatment using System B. *J Endod.* 2003;29(6):413-5.
159. American Association of Endodontists. Colleagues for excellence endodontic diagnosis. Available from: <https://www.aae.org/specialty/newsletter/endodontic-diagnosis/>. (Accessed: August 27, 2025).
160. Dentsply Sirona. Irrigation Needle™. Available from: <https://www.dentsplysirona.com/tr-tr/kesfet/markaya-goere-kefet/irrigation-needle.html>. (Accessed: November, 9 2025).
161. Siqueira Jr J, Barnett F. Interappointment pain: mechanisms, diagnosis, and treatment. *Endod Topics.* 2004;7(1):93-109.
162. Rosen E, Goldberger T, Taschieri S, Del Fabbro M, Corbella S, Tsesis I. The prognosis of altered sensation after extrusion of root canal filling materials: a systematic review of the literature. *J Endod.* 2016;42(6):873-9.
163. Ørstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Topics.* 2005;12(1):25-38.
164. Comparin D, Moreira E JL, Souza EM, De-Deus G, Arias A, Silva EJNL. Postoperative pain after endodontic retreatment using rotary or reciprocating instruments: a randomized clinical trial. *J Endod.* 2017;43(7):1084-8.
165. Aslan T, Dönmez Özkan H. The effect of two calcium silicate-based and one epoxy resin-based root canal sealer on postoperative pain: a randomized controlled trial. *Int Endod J.* 2021;54(2):190-7.
166. Yu YH, Kushnir L, Kohli M, Karabucak B. 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(8):5033-42.
167. Bernick S, Nedelman C. Effect of aging on the human pulp. *J Endod.* 1975;1(3):88-94.

168. Johnsen D, Harshbarger J, Rymer H. Quantitative assessment of neural development in human premolars. *Anat Rec.* 1983;205(4):421-9.
169. Arias A, De la Macorra J, Hidalgo J, Azabal M. Predictive models of pain following root canal treatment: a prospective clinical study. *Int Endod J.* 2013;46(8):784-93.
170. Goreva L, Azh P. Postobturation pain associated with endodontic treatment. *Stomatologia.* 2004;83(2):14-6.
171. Ferreira NS, Gollo EKF, Boscato N, Arias A, Silva EJNL. Postoperative pain after root canal filling with different endodontic sealers: a randomized clinical trial. *Braz Oral Res.* 2020;34:e069.
172. Captier G, Lethuillier J, Oussaid M, Canovas F, Bonnel F. Neural symmetry and functional asymmetry of the mandible. *Surg Radiol Anat.* 2006;28(4):379-86.
173. Colin WB. Conduction velocity of the human inferior alveolar nerve: normative data. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1997;123(2):185-9.
174. Şahman H, Şekerci AE, Ertaş ET. Lateral lingual vascular canals of the mandible: a CBCT study of 500 cases. *Surg Radiol Anat.* 2014;36(9):865-70.
175. Açar G, Özen KE, Güler İ, Büyükmumcu M. Computed tomography evaluation of the morphometry and variations of the infraorbital canal relating to endoscopic surgery. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2018;84(6):713-21.
176. Nessler JN, Delarocque J, Kloock T, Twele L, Neudeck S, Meyerhoff N, et al. Sensory nerve conduction stimulus threshold measurements of the infraorbital nerve and its applicability as a diagnostic tool in horses with trigeminal-mediated headshaking. *BMC Vet Res.* 2024;20(1):201.
177. West AP, Shadel GS, Ghosh S. Mitochondria in innate immune responses. *Nat Rev Immunol.* 2011;11(6):389-402.
178. Camargo CHR, Camargo SEA, Valera MC, Hiller K-A, Schmalz G, Schweikl H. The induction of cytotoxicity, oxidative stress, and genotoxicity by root canal sealers in mammalian cells. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(6):952-60.
179. Lodienė G, Kopperud HM, Ørstavik D, Bruzell EM. Detection of leachables and cytotoxicity after exposure to methacrylate-and epoxy-based root canal sealers in vitro. *Eur J Oral Sci.* 2013;121(5):488-96.
180. Okiji T, Yoshida K. Reparative dentinogenesis induced by mineral trioxide aggregate: a review from the biological and physicochemical points of view. *Int J Dent.* 2009;2009(1):464280.
181. Mahmoud Hamdy Abada H, Abd El Rahman El Shreif M, Mohamed Ahmed Ghonimy F, Osama Abo El-Mal E. The effect of different obturation techniques on post-obturation pain and sealer extrusion in single-visit root canal treatment: a prospective clinical randomized study. *Clin Oral Investig.* 2025;29(10):1-12.
182. Ensinas P, Aranguren J, Tosco V, Franco C, Pineda K, Malvicini G, et al. The Impact of calcium silicate-and resin-based root canal sealers on postoperative pain and sealer extrusion: a multicenter randomized clinical study. *J Endod.* 2025.
183. Laux M, Abbott P, Pajarola G, Nair P. Apical inflammatory root resorption: a correlative radiographic and histological assessment. *Int Endod J.* 2000;33(6):483-93.
184. Michot B, Yıldırım G, Alzahrani L, Gibbs JL. Comparison of the neurocompatibility of 3 different classes of endodontic materials, resin based (AH-Plus), calcium silicate (BC-Sealer) and hydrogel based (OdneTMFill). 2025;51(11):1508-18.

185. Ruparel NB, Ruparel SB, Chen PB, Ishikawa B, Diogenes A. Direct effect of endodontic sealers on trigeminal neuronal activity. *J Endod.* 2014;40(5):683-7.
186. Scarparo RK, Grecca FS, Fachin EVF. Analysis of tissue reactions to methacrylate resin-based, epoxy resin-based, and zinc oxide-eugenol endodontic sealers. *J Endod.* 2009;35(2):229-32.
187. Ricucci D, Grande NM, Plotino G, Tay FR. Histologic response of human pulp and periapical tissues to tricalcium silicate-based materials: a series of successfully treated cases. *J Endod.* 2020;46(2):307-17.
188. Zhang W, Peng B. Tissue reactions after subcutaneous and intraosseous implantation of iRoot SP, MTA and AH Plus. *Dent Mater J.* 2015;34(6):774-80.
189. Atav Ateş A, Dumani A, Yoldaş O, Ünal İ. Post-obturation pain following the use of carrier-based system with AH Plus or iRoot SP sealers: a randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2019;23(7):3053-61.
190. Song M, Park MG, Kwak SW, Kim RH, Ha JH, Kim HC. Pilot evaluation of sealer-based root canal obturation using epoxy-resin-based and calcium-silicate-based sealers: a randomized clinical trial. *Materials.* 2022;15(15):5146.
191. Camargo RV, Silva-Sousa YTC, Rosa RPF, Mazzi-Chaves JF, Lopes FC, Steier L, et al. Evaluation of the physicochemical properties of silicone-and epoxy resin-based root canal sealers. *Braz Oral Res.* 2017;31:e72.
192. Saini H, Sangwan P, Sangwan A. Pain following foraminal enlargement in mandibular molars with necrosis and apical periodontitis: a randomized controlled trial. *Int Endod J.* 2016;49(12):1116-23.
193. Yaylalı IE, Demirci GK, Kurnaz S, Çelik G, Kaya BÜ, Tunca YM. 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(8):1228-36.
194. Yeşilsoy C, Koren LZ, Morse DR, Rankow H, Bolanos OR, Furst ML. Post-endodontic obturation pain: a comparative evaluation. *Quintessence Int.* 1988;19(6):431-8.
195. Law A, Nixdorf D, Aguirre A, Reams G, Tortomasi A, Manne B, et al. Predicting severe pain after root canal therapy in the National Dental PBRN. *J Dent Res.* 2015;94(suppl 3):37-43.
196. Dutta A, Saunders WP. Comparative evaluation of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite on soft-tissue dissolution. *J Endod.* 2012;38(10):1395-8.
197. Siqueira Jr JF, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod.* 2000;26(6):331-4.
198. Mostafa M, El-Shrief Y, Anous W, Hassan M, Salamah F, El Boghdadi R, et al. Postoperative pain following endodontic irrigation using 1.3% versus 5.25% sodium hypochlorite in mandibular molars with necrotic pulps: a randomized double-blind clinical trial. *Int Endod J.* 2020;53(2):154-66.
199. Farzaneh S, Parirokh M, Nakhaee N, Abbott P. Effect of two different concentrations of sodium hypochlorite on postoperative pain following single-visit root canal treatment: a triple-blind randomized clinical trial. *Int Endod J.* 2018;51(suppl 1):2-11.
200. Dutner J, Mines P, Anderson A. Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. *J Endod.* 2012;38(1):37-40.

201. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009;35(6):791-804.
202. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2. *J Endod.* 1982;8(11):487-92.
203. Topçuoğlu G, Topçuoğlu HS, Delikan E, Çalışkan S. The effect of two different irrigation needles on post-operative pain after pulpectomy in primary molar teeth: a randomized clinical study. *Int J Paediatr Dent.* 2020;30(6):758-63.
204. Vishwakarma S, Shenoy A. Comparative evaluation of postoperative pain after using open ended, closed ended endodontic needles and endoactivator during final root canal irrigation procedure: a randomised controlled trial. *J Clin Diagn Res.* 2020;14(12): ZC34-ZC38.
205. Bükür M, Sümbüllü M, Ali A, Ünal O, Arslan H. The effects of calcium silicate- and calcium hydroxide-based root canal sealers on postoperative pain: a randomized clinical trial. *J Endod.* 2023;49(12):1588-94.
206. Raducka M, Piszko A, Piszko PJ, Jawor N, Dobrzyński M, Grzebieluch W, et al. Narrative review on methods of activating irrigation liquids for root canal treatment. *Appl Sci.* 2023;13(13):7733.
207. Giacomino CM, Wealleans JA, Kuhn N, Diogenes A. Comparative biocompatibility and osteogenic potential of two bioceramic sealers. *J Endod.* 2019;45(1):51-6.
208. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod.* 2007;33(4):391-8.
209. Vasconcelos I, Manilha C, Ginjeira A. A survey on root canal obturation trends: warm versus cold obturation technique. *G Ital Endod.* 2021(1);35:151-162.
210. Atmeh AR, Hadis M, Camilleri J. Real-time chemical analysis of root filling materials with heating: guidelines for safe temperature levels. *Int Endod J.* 2020;53(5):698-708.
211. Cen R, Wang R, Cheung GS. Periodontal blood flow protects the alveolar bone from thermal injury during thermoplasticized obturation: a finite element analysis study. *J Endod.* 2018;44(1):139-44.
212. Dasari L, Anwarullah A, Mandava J, Konagala RK, Karumuri S, Chellapilla PK. Influence of obturation technique on penetration depth and adaptation of a bioceramic root canal sealer. *J Conserv Dent Endod.* 2020;23(5):505-11.
213. Girelli CFM, de Lima CO, Silveira FF, Lacerda MFLS, Nunes E. Marginal gaps and voids using two warm compaction techniques and different sealers: a micro-CT study. *Clin Oral Investig.* 2023;27(6):2805-11.
214. Cunningham CJ, Mullaney TP. Pain control in endodontics. *Dent Clin of North America.* 1992;36(2):393-408.
215. European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J.* 2006;39(12):921-30.
216. Zhai F, Zhang H, Zhang C, Hou B. The effect of three different apical termini on postoperative pain in teeth with irreversible pulpitis: a prospective clinical study. *Head Face Med.* 2025;21(1):53.
217. de Oliveira Escócio A, Hamasakia SK, Mendes É, Angeli BM, Matta ACG, de Jesus Soares A, et al. Postoperative pain after foraminal enlargement in teeth with

- necrosis and apical periodontitis: a prospective and randomized clinical trial. *G Ital Endod.* 2023;37(1):85-94.
218. Souza MA, Bonacina LV, Trento A, do Carmo Bonfante F, Porsch HF, Ricci R, et al. Influence of the apical limit of instrumentation and photodynamic therapy on the postoperative pain of lower molars with asymptomatic apical periodontitis. *Photodiagnosis Photodyn.* 2021;36:102489.
 219. Machado R, Moreira G, Comparin D, Barroso AP, Nascimento J, Ferraz CCR, et al. Postoperative pain after single-visit root canal treatments in necrotic teeth comparing instruments' kinematics and apical instrumentation limits-a prospective randomized multicenter clinical trial. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):481.
 220. Caviedes-Bucheli J, Moreno J, Carreno C, Delgado R, Garcia D, Solano J, et al. The effect of single-file reciprocating systems on Substance P and Calcitonin Gene-Related Peptide expression in human periodontal ligament. *Int Endod J.* 2013;46(5):419-26.
 221. Kurnaz S. Comparison of postoperative pain after foraminal enlargement of necrotic teeth using continuous rotary system and reciprocating instrument: a randomized clinical trial. *Niger J Clin Pract.* 2020;23(2):212-8.
 222. Vera J, Hernández EM, Romero M, Arias A, van der Sluis LW. Effect of maintaining apical patency on irrigant penetration into the apical two millimeters of large root canals: an in vivo study. *J Endod.* 2012;38(10):1340-3.
 223. Tay FR, Gu LS, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, Zhang K, et al. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *J Endod.* 2010;36(4):745-50.
 224. Kuzhanchinathan M, Dhakshinamurthi B, Rajendran MR, Kalaiselvam R. Influence of apical patency in endodontic treatment outcome-a systematic review of clinical studies. *J Conserv Dent Endod.* 2024;27(11):1091-7.
 225. Abdulrab S, Rodrigues JC, Al-Maweri SA, Halboub E, Alqutaibi AY, Alhadainy H. Effect of apical patency on postoperative pain: a meta-analysis. *J Endod.* 2018;44(10):1467-73.
 226. Buchanan L. The standardized-taper root canal preparation-Part 1. Concepts for variably tapered shaping instruments. *Int Endod J.* 2000;33(6):516-29.
 227. Fatima S, Kumar A, Andrabi SMUN, Mishra SK, Tewari RK. Effect of apical third enlargement to different preparation sizes and tapers on postoperative pain and outcome of primary endodontic treatment: a prospective randomized clinical trial. *J Endod.* 2021;47(9):1345-51.
 228. Sabeti MA, Ihsan MS, Aminoshariae A. The effect of master apical preparation size on healing outcomes in endodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Endod.* 2024;50(3):292-8.
 229. Brunson M, Heilborn C, Johnson DJ, Cohenca N. Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system. *J Endod.* 2010;36(4):721-4.
 230. Shibu TM. Post operative pain in endodontics: a systemic review. *J Dent Oral Hyg.* 2015;7(8):130-7.
 231. Wong AW, Tsang CS, Zhang S, Li KY, Zhang C, Chu CH. Treatment outcomes of single-visit versus multiple-visit non-surgical endodontic therapy: a randomised clinical trial. *BMC Oral Health.* 2015;15(1):162.

232. Figini L, Lodi G, Gorni F, Gagliani M. Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth: a cochrane systematic review. *J Endod.* 2008;34(9):1041-7.
233. García-Font M, Duran-Sindreu F, Calvo C, Basilio J, Abella F, Ali A, et al. Comparison of postoperative pain after root canal treatment using reciprocating instruments based on operator's experience: a prospective clinical study. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(7):869-74.
234. Merfea M, Pop-Ciutrla IS, Badea ME, Delean AG, Cimponeriu O, Pop RC, et al. An observational study on pain occurrence after root canal treatment: role of operator experience when using a bioceramic sealer. *J Clin Med.* 2025;14(13):4558.
235. Pontoriero DIK, Ferrari Cagidiaco E, Maccagnola V, Manfredini D, Ferrari M. Outcomes of endodontic-treated teeth obturated with bioceramic sealers in combination with warm gutta-percha obturation techniques: a prospective clinical study. *J Clin Med.* 2023;12(8):2867.
236. Sung YT, Wu JS. The visual analogue scale for rating, ranking and paired-comparison (VAS-RRP): a new technique for psychological measurement. *Behav Res Methods.* 2018;50(4):1694-715.
237. Mittal N, Thangamuthu T, Gupta S, Gupta S, Aggarwal H, Kharat S. Comparative evaluation of resin-based sealers and bioceramic sealers for postoperative pain after endodontic treatment: a systematic review. *Dent Med Probl.* 2024;61(2):293-300.
238. Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet.* 1974;9(7889):1127-31.
239. Revill S, Robinson J, Rosen M, Hogg M. The reliability of a linear analogue for evaluating pain. *Anaesthesia.* 1976;31(9):1191-8.

8. EKLER

EK-1: Etik Kurul Onayı

HARRAN ÜNİVERSİTESİ	
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI	
TARİH	: 26.08.2024
OTURUM	: 12
SAAT	: 13. ³⁰

HRÜ/24.12.04	Karar: Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Merve YENİÇERİ ÖZATA'nın yürütücüsü olduğu "Epoksi Rezin Esaslı ve Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Dolgu Patlarının Postoperatif Ağrı Üzerindeki Etkisi: Bir Randomize Kontrollü Klinik Çalışma" başlıklı çalışmasına Etik Kurul Onayı verilmesine Oy birliğiyle karar verilmiştir. ASLI GİBİDİR Prof. Dr. Nuray ALTAY Kurul Başkanı
--------------	--

HARRAN ÜNİVERSİTESİ	
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI	
TARİH	: 21.10.2024
OTURUM	: 16
SAAT	: 13. ³⁰

HRÜ/24.16.46	Karar: Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Merve YENİÇERİ ÖZATA'nın yürütücüsü olduğu 26.08.2024 tarih, 12'Nolu Oturum ve 04 sayılı kararımız ile onaylanan, "Epoksi Rezin Esaslı ve Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Dolgu Patlarının Postoperatif Ağrı Üzerindeki Etkisi: Bir Randomize Kontrollü Klinik Çalışma" başlıklı çalışmada ürün değişikliğine ilişkin talebinin uygun olduğuna ve Etik Kurul Onayı verilmesine Oy birliğiyle karar verilmiştir. ASLI GİBİDİR Prof. Dr. Nuray ALTAY Kurul Başkanı
--------------	--

EK-2: Güç Analiz Raporu (Priori)

G*Power V. 3.1.9.6 programı kullanılarak örnek genişliği hesaplanmıştır. Literatürde (21) yer alan ağırlık değerleri dikkate alındığında, %95 güven ($1-\alpha$), %95 test gücü ($1-\beta$), $f=0,412$ etki büyüklüğü ile her bir grupta 20 olmak üzere toplamda 60 vaka ile çalışma planlanmasına karar verilmiştir. Olası vaka kayıpları %20 olarak dikkate alındığında her bir grup için nihai vaka sayısı 24 olacaktır.

21. Shim K, Jang YE, Kim Y. Comparison of the effects of a bioceramic and conventional resin-based sealers on postoperative pain after nonsurgical root canal treatment: a randomized controlled clinical study. Materials (Basel). 2021;14:2661.

G*Power Protokolü

F tests - ANOVA: Repeated measures, between factors

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input: Effect size f = 0.4119197

α err prob = 0.05

Power ($1-\beta$ err prob) = 0.95

Number of groups = 3

Number of measurements = 5

Corr among rep measures = 0.5

Output: Noncentrality parameter λ = 16.9677839

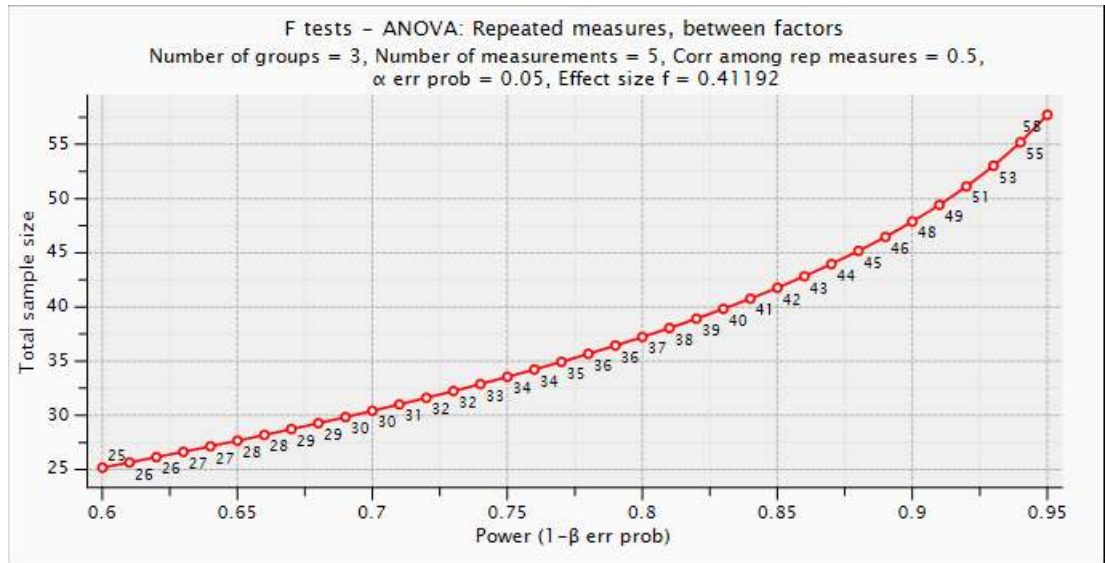
Critical F = 3.1588427

Numerator df = 2.0000000

Denominator df = 57.0000000

Total sample size = 60

Actual power = 0.9576398



EK-3: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU (BGOF)

CALIŞMANIN ADI: Epoksi Rezin Esaslı ve Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Dolgu Patlarının Postoperatif Ağrı Üzerindeki Etkisi: Bir Randomize Kontrollü Klinik Çalışma

*Aşağıda bilgileri yer almakta olan bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını, bilgilerinizin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neleri içerdiğini, olası yararları ve risklerini ya da rahatsızlık verebilecek yönlerini anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. Eğer çalışmaya katılma kararı verirsiniz, **Çalışmaya Katılma Onayı** Formu'nu imzalayınız. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Çalışmaya katıldığınız için size herhangi bir ödeme yapılmayacak ya da sizden herhangi bir maddi katkı/malzeme katkısı istenmeyecektir.*

CALIŞMANIN KONUSU VE AMACI:

Kök kanal tedavisi gerektiren dişlerde kanalın dolumu sırasında farklı dolgu malzemeleri kullanılmaktadır. Özellikle günümüzde bu malzemelerin toksik etkileri azaltılmış ve biyolojik olarak uyumu arttırılmıştır. Bu malzemeler sayesinde ağrı oluşma ihtimali oldukça azalmış hasta konforu arttırılabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, üç adet güncel kök kanal patı ile tedavi edilen dişlerde, tedavi sonrası oluşan ağrı seviyesinin ölçülmesi ve kanal patları arasında işlem sonrası ağrı açısından fark bulunup bulunmadığının belirlenmesidir.

CALIŞMA İŞLEMLERİ:

Kanal tedavisi gerektiren dişinizin içindeki sinir ve damardan zengin dokuyu gerekli aletlerle çıkaracağız ve dişin içini biyolojik dokuya uyumlu malzemelerle dolduracağız. Ardından dişinizin çürük nedeniyle kayba uğrayan kısmı dolgu ile tamamlanacaktır. Kök kanal tedaviniz tek seansta bitirilmiş olacaktır. Tedavi sonrasında doldurmanız için anket formu verilecektir. Anket formunda ise işlem sonrası 6., 24., 48., 72. saatler ve 7. gündeki ağrı durumunuzu ilgili alanlara işaretleme yapıp, 7. günün sonunda anketle birlikte kliniğimize tekrar gelmeniz istenecektir.

CALIŞMAYA KATILMAMIN OLASI YARARLARI NELERDİR?

Yapılan kanal tedavisi sonucunda; dişinizde ağrıya sebep olabilecek hastalıklı dokunun alınıp, güncel ve biyoyumlu malzemelerle kanal tedavinizin bitirilmesi sonucunda, çiğneme konforunuzun artması ve dişinizin eski fonksiyonunun

kazandırılması bu çalışmanın yararlarındandır. Ayrıca ağrı durumunuz takip edilerek işlem sonrası ihtiyaç duyulduğu takdirde ağrı kesici kullanımı ile ağrı seviyesinin düşürülmesi sağlanacaktır.

KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile, kimlik bilgileriniz paylaşılmayacaktır. Ancak etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

SORU VE PROBLEMLER İÇİN BAŞVURULACAK KİŞİLER:

1. Arş. Gör. Merve DEFİŞET
2. Doç. Dr. Merve YENİÇERİ ÖZATA

Çalışmaya Katılma Onayı

Yukarıdaki bilgileri ilgili araştırmacı ile ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Araştırmacı, saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllü Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Telefon:		

Vasi (var ise) Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Telefon:		

Araştırmacıların Adı Soyadı:	Doç. Dr. Merve YENİÇERİ ÖZATA Dt. Merve DEFİŞET	Tarih ve İmza:
Adres ve Telefon:	Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi 04122411000 - 3382	

9. ORJİNALLİK RAPORU

 Dicle Üniversitesi

Document Details

Submission ID

trn:oid::3117:524920181

Submission Date

Nov 8, 2025, 9:44 AM GMT+3

Download Date

Nov 8, 2025, 9:51 AM GMT+3

File Name

Merve_Defişet_Uzmanlık_Tezi.docx

File Size

3.0 MB

86 Pages

25,961 Words

172,546 Characters



Page 2 of 95 - Integrity Overview

Submission ID trn:oid::3117:524920181

11% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography

Top Sources

- 9%  Internet sources
- 8%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

10. ÖZGEÇMİŞ

Adı	Merve	Soyadı	DEFİŞET
------------	-------	---------------	---------

Eğitim Düzeyi	Kurum Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık	Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti A.B.D.	2026
Lisans	Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2021
Lise	Ali Rıza Karaata Anadolu Lisesi	2016

İş Deneyimi

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl -Yıl)
	Araştırma Görevlisi	Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2023-2026
	Diş Tabibi	Karaköprü Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi	2022-2023