

T.C. AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**FARKLI KANAL PATLARININ KÖK KANAL TEDAVİSİ
SONRASI POST OPERATİF AĞRIYA OLAN ETKİSİNİN
İNCELENMESİ: BİR RANDOMİZE KLİNİK ARAŞTIRMA**

Hazırlayan

Alperen Doğan

Tez Numarası:45

Danışman

Prof. Dr. Mehmet Sinan EVCİL

2024-AFYONKARAHİSAR

T.C. AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**FARKLI KANAL PATLARININ KÖK KANAL TEDAVİSİ
SONRASI POST OPERATİF AĞRIYA OLAN ETKİSİNİN
İNCELENMESİ: BİR RANDOMİZE KLİNİK ARAŞTIRMA**

Alperen DOĞAN

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

Danışman

Prof. Dr. Mehmet Sinan EVCİL

2024-AFYONKARAHİSAR

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Çalışmamızın etik kurul onayı Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı'ndan alınmıştır (05.05.2023 tarihli 2023/72 sayılı karar). (EK-1)



TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile beni yönlendirerek destek olan ve yardımını esirgemeyen değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Mehmet Sinan EVCİL'e ve çalışmamın şekillenmesinde tecrübe ve desteklerini esirgemeyen sayın Doç. Dr. Ahmet Demirhan Uygun'a, sayın Uzm. Dt. Fatih Uçar'a ve sayın Uzm. Dt. Ayşenur Kuşuçar hocalarıma teşekkür ederim.

Klinik çalışma sürecimdeki tüm manevi destekleri için bütün araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince desteklerini hiç esirgemeyen canım annem Ayşe Doğan'a, babam Muhterem Doğan'a, abim Furkan Gani Doğan'a ve kardeşlerim Emre Doğan ve Enes Doğan'a çok teşekkür ederim.

Hayatımın her alanında ve anında olduğu gibi tez yazma sürecinde de tüm sevgisini ve desteğini esirgemeyen canım eşim Duygu Atay Doğan'a ve biricik oğlum Buğra Alp Doğan'a sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

**FARKLI KANAL PATLARININ KÖK KANAL TEDAVİSİ SONRASI POST
OPERATİF AĞRIYA OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ: BİR
RANDOMİZE KLİNİK ARAŞTIRMA**

Araştırma Görevlisi Alperen Doğan

**Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti
Anabilim Dalı Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi**

Mayıs 2024

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Sinan Evcil

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı farklı kanal patları kullanarak kök kanal tedavisi uyguladıktan sonra postoperatif ağrı seviyesini değerlendirmek ve kanal patlarının ağrı üzerine etkilerini karşılaştırmaktır. Kök kanal tedavisi uygulamasına bağlı ağrının öngörülmesi ve tedavi sonrasında ağrı hissedilmesi hastalar için önemli bir korku kaynağıdır. Diş hekimleri de kanal tedavisi sonrası hastalarının ağrı seviyesi hakkında endişelidir. Tedavi sonrası ağrı hastalar tarafından beklenir, deneyimlenir, hatırlanır ve paylaşılır. Bu nedenle çalışmamızın amacı, kanal tedavisinin ağrı prevalansı ve şiddeti üzerine farklı kanal patlarının etkilerini belirlemek ve kanal tedavisi uygulanan hastalarda tedavi sonrası ağrının prevalansını ve şiddetini tahmin etmektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamız klinik bir çalışma olarak tasarlanmış olup Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Hastanesi Endodonti Anabilim Dalı'na başvuran toplam 80 hastanın kanal tedavisi endikasyonu konmuş alt ve üst premolar dişleri üzerinde uygulandı. 80 hasta 4 eşit gruba ayrıldı ve her gruba VDW Gold endomotor yardımıyla V Taper Gold (Fanta Dental Material, Şangay, Çin) eğeleriyle 2 nm torkta ve 300 rpm hızda (devamlı) saat yönünde 360° rotasyon modunda kanal tedavisi uygulandı. Sealapex, AH Plus, MTA Fillapex ve Dia-Root Bioselar patları kullanılarak bitirilen tedavi sonrası ağrı seviyeleri numaralandırılmış ağrı skalası (NRS) ile 6-24-48-72. Saat ve 1. Haftada takip edildi. İstatistiksel analiz için SPSS 26.0 paket program kullanılmış olup, çalışmamız dâhilindeki her bir zaman aralığı için grupların karşılaştırılmasında parametrik testlerden 'Tek Faktörlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA)' ve parametrik olmayan testlerdeki karşılığı olan 'Kruskal Wallis, Friedman' testi kullanılmıştır. Grupların kendi aralarındaki karşılaştırma analizlerinde ise çoklu karşılaştırma testi olan 'Tukey' analizi kullanılmıştır. Ölçümler arasındaki ikili karşılaştırmalar ise 'LSD' testi ile analiz edilmiştir

Bulgular: Tüm pat gruplarında cinsiyet ile postoperatif ağrı açısından istatistiksel anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Pat grupları ile yaş ve ilaç

kullanımının dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Pat gruplarındaki ağrı ortalamaları karşılaştırıldığında AH Plus patında 6. saat, 48. saat ve 72. saat zaman dilimlerinde, diğer pat gruplarına göre daha yüksek ve anlamlı farklı ağrı ortalamaları bulundu ($p<0,05$). Her bir pat grubu kendi içerisinde zaman dilimlerine göre analiz edildiğinde Sealapex pat grubunda 6. saat ile 24. saat arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). AH Plus patında bütün zaman dilimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). DiaRoot Biosealer patı kullanılan hastalarda işlem sonrası 6. saat ağrı seviyeleriyle 24. saat, 48. saat ve 72. saat ağrı seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). MTA Fillapex pat grubundaki ağrı düzeyleri kendi arasında karşılaştırıldığında 6. saat ile 48. saat, 72. saat ve 1. hafta arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). 24. saatteki ağrı düzeyleri diğer zaman dilimleriyle karşılaştırıldığında ise 48. saat ve 1. hafta ağrı ortalamaları ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

Sonuç: Kanal tedavisi sonrası hissedilen ağrı, hastalarda işlem sonrası konforu azaltan en önemli sorunlardan biridir. AH Plus patı kullanımı sonrası ve diğer patlarla tedavilerden sonraki ilk 48 saat için, hastaların süreçle ilgili daha fazla bilgilendirilmesi ve analjezik ilaç konusunda değerlendirilmesini önermekteyiz.

Anahtar Kelimeler: AH Plus, Dia-Root Bioseramik kök kanal patı, kök kanal tedavisi, MTA Fillapex, postoperatif ağrı, Sealapex

**INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT ROOT CANAL
SEALER ON POST OPERATIVE PAIN AFTER ROOT CANAL
TREATMENT: A RANDOMIZED CLINICAL STUDY**

Research Assistant Alperen Doğan

Afyonkarahisar University of Health Sciences

Faculty of Dentistry Department of Endodontics Thesis

May 2024

Advisor: Prof. Dr. Mehmet Sinan Evcil

SUMMARY

Purpose: The aim of this study is to evaluate the postoperative pain level after root canal treatment using different root canal sealers and to compare the effects of root canal sealer on pain. Anticipating pain due to root canal treatment and feeling pain after treatment is an important source of fear for patients. Dentists are also concerned about their patients' pain levels after root canal treatment. Post-treatment pain is expected, experienced, remembered and shared by patients. Therefore, the aim of our study is to determine the effects of different root canal sealers on the prevalence and severity of pain after root canal treatment and to estimate the prevalence and severity of post-treatment pain in patients who underwent root canal treatment.

Materials and Methods: Our study was designed as a clinical study and was performed on the lower and upper premolar teeth of a total of 80 patients who applied to the Endodontics Department of Afyonkarahisar Health Sciences University Faculty of Dentistry Hospital, where root canal treatment was indicated. 80 patients were divided into 4 equal groups, and root canal treatment was applied to each group with V Taper Gold (Fanta Dental Material, Shanghai, China) files, with the help of VDW Gold endomotor, in clockwise 360° rotation mode at 2 nm torque and 300 rpm speed (continuous). Pain levels after the treatment using Sealapex, AH Plus, MTA Fillapex and Dia-Root Bioselar pastes were measured on a numbered pain scale (NRS) of 6-24-48-72. hours and were followed at 1 week. SPSS 26.0 package program was used for statistical analysis, and in comparing the groups for each time period in our study, the parametric tests 'Single Factor Variance Analysis (One-Way ANOVA)' and its equivalent in non-parametric tests 'Kruskal Wallis, Friedman' test were used. In the comparison analyses between the groups, the multiple comparison test 'Tukey' analysis was used. Pairwise comparisons between the measurements were analyzed with the 'LSD' test.

Results: No statistically significant difference was found in all paste groups in terms of gender and postoperative pain ($p>0.05$). No statistically significant

difference was found in terms of age and medication use distribution by paste groups ($p>0.05$). When the pain averages in the paste groups were compared, higher and significantly different pain averages were found in AH Plus paste at the 6th hour, 48th hour and 72nd hour time periods compared to the other paste groups ($p<0.05$). When each paste group was analyzed within themselves according to time periods, a statistically significant difference was found between the 6th hour and 24th hours in the Sealapex paste group ($p<0.05$). A statistically significant difference was found between all time periods in AH Plus paste ($p<0.05$). In patients using DiaRoot Biosealer paste, a statistically significant difference was found between the pain levels at the 6th hour and the 24th hours, 48th hours and 72nd hours after the procedure ($p<0.05$). When the pain levels in the MTA Fillapex paste group were compared among themselves, a statistically significant difference was found between the 6th hour and the 48th hour, the 72nd hour and the 1st week ($p<0.05$). When the pain levels at the 24th hour were compared with other time periods, a statistically significant difference was found with the 48th hour and 1st week pain averages ($p<0.05$).

Conclusion: Pain after root canal treatment is one of the most important problems that reduce post-procedure comfort in patients. After the use of AH Plus paste and for the first 48 hours after treatment with other paste, we recommend that patients be further informed about the process and evaluated for analgesic medication.

Keywords: AH Plus, Dia-Root Bioceramic root canal paste, MTA Fillapex, postoperative pain, Sealapex, root canal treatment

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK.....	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
KISALTMALAR.....	xiii
TABLolar DİZİNİ.....	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvi
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	3
2.1.Kök Kanal Dolgu Patları.....	3
2.1.1. Çinko Oksit İçerikli Patlar	5
2.1.1.1. Çinko Oksit Öjenol İçerikli Patlar.....	5
2.1.1.2. Paraformaldehit İçerikli Patlar.....	7
2.1.1.3. Paraformaldehit İçermeyen Patlar.....	9
2.1.1.4. Öjenolsüz Çinko Oksit İçerikli Patlar.....	9
2.1.2. Polimer Yapılı Kök Kanal Patları.....	9
2.1.2.1. Epoksi Rezın İçerikli Kanal Patları.....	9

2.1.2.1.1. AH 26 Kök Kanal Patı.....	9
2.1.2.1.2. AH Plus Kök Kanal Patı	11
2.1.2.2. Metakrilat Rezin İçerikli Kanal Patları.....	12
2.1.2.2.1. Epiphany Kök Kanal Patı.....	12
2.1.2.3. Poliketon (Polivinil) Polimer İçerikli Kanal Patları...	13
2.1.2.3.1. Diaket Kök Kanal Patı.....	13
2.1.2.4. Silikon Polimer İçerikli Kanal Patları.....	14
2.1.2.4.1. RoekoSeal Kök Kanal Patı.....	14
2.1.2.4.2. GuttaFlow Kök Kanal Patı.....	14
2.1.3. Kalsiyum Hidroksit İçerikli Patlar.....	15
2.1.3.1. Sealapex Kök Kanal Patı.....	16
2.1.4. Cam İyonomer İçerikli Kanal Patları.....	18
2.1.5. Biyoseramik Esaslı Kanal Patları.....	19
2.1.5.1. Kalsiyum-Silikat-Fosfat İçerenler.....	21
2.1.5.1.1. Dia-Root Bio Sealer.....	22
2.1.5.2. Mineral Trioksit Agregat (MTA) içerenler.....	22
2.1.5.2.1. MTA Fillapex.....	23
2.1.5.3. Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Patlarının Özellikleri.....	25
2.1.5.3.1. Biyouyumluluk.....	25
2.1.5.3.2. Sertleşme Süresi.....	25

2.1.5.3.3. Akışkanlık.....	26
2.1.5.3.4. Çözünürlük.....	27
2.1.5.3.5. Radyoopasite.....	28
2.1.5.3.6. Adezyon.....	28
2.1.5.3.7. Diş Dokusunda Renklenme.....	30
2.2. Ağrının Nörofizyolojisi.....	31
2.2.1. Nöroseptörler.....	33
2.2.2. Nörolojik Sistemde Ağrının Algılanması.....	33
2.2.3. Akut ve Kronik Ağrı.....	34
2.2.3.1. Akut Ağrı.....	34
2.2.3.2. Kronik Ağrı.....	34
2.2.4. Pulpada Bulunan Sinir Lifleri.....	34
2.3. Postoperatif Ağrı.....	35
2.3.1. İşlem Öncesi Postoperatif Ağrıyı Etkileyen Faktörler.....	35
2.3.1.1. Yaş.....	36
2.3.1.2. Cinsiyet.....	36
2.3.1.3. Preoperatif Ağrı Varlığı.....	37
2.3.1.4. Pulpanın Durumu.....	37
2.3.1.5. İlgili Dişin Tipi ve Lokalizasyonu.....	38
2.3.1.6. İşlem Öncesi Endişe/Anksiyete Durumu.....	38

2.3.1.7. Periapikal Lezyon Varlığı.....	39
2.3.1.8. Preoperatif İlaç Kullanımı.....	39
2.3.2. İşlem Sırasında Postoperatif Ağrıyı Etkileyen Faktörler.....	40
2.3.2.1. Çalışma Uzunluğu ve Şekillendirme Prosedürleri.....	40
2.3.2.2. Kullanılan İrrigasyon Solüsyonları.....	41
2.3.2.3. Tek veya Çok Seansta Kanal Tedavisi Uygulaması.....	42
2.3.2.4. Kanal İçi Medikament Uygulaması.....	43
2.3.2.5. Postoperatif İlaç Kullanımı.....	43
2.3.2.6. Çalışma Süresi.....	43
2.4. Ağrı Skalaları.....	44
2.4.1. Görsel Analog Skalası (VAS).....	44
2.4.2. Sayısal Derecelendirme Skalası (NRS).....	44
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	46
3.1. Hasta Seçimi	46
3.2. Hastaların Tedavi Öncesi Kayıtları.....	47
3.3. Grupların Oluşturulması.....	47
3.4. Tedavi Yöntemi.....	47
3.5. Tedavi Sonrası Postoperatif Ağrı Değerlendirmesi.....	50
3.6. İstatistiksel Analizler.....	51

4.BULGULAR.....	53
4.1. Sealapex Grubu Ağrı Değerlendirmesi.....	56
4.2. AH Plus Grubu Ağrı Değerlendirmesi.....	57
4.3. MTA Fillapex Grubu Ağrı Değerlendirmesi.....	57
4.4. DiaRoot BioSealer Grubu Ağrı Değerlendirmesi.....	58
4.5. Pat Grupları ve Zaman Dilimlerine Göre Ağrı Değerlendirmesi.....	59
4.6. İlaç Kullanan Hastalarda Ağrı Değerlendirmesi.....	61
4.7. Yaş ve Ağrı İlişkisi Değerlendirmesi.....	61
4.8. Cinsiyet ve Ağrı Değerlendirmesi.....	62
4.8.1. Sealapex Grubu.....	63
4.8.2. AH Plus Grubu.....	64
4.8.3. MTA Fillapex Grubu.....	65
4.8.4. Dia-Root Bio Sealer Grubu.....	65
5.TARTIŞMA.....	67
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	77
KAYNAKLAR.....	79
EKLER	

KISALTMALAR

NaOCl: Sodyum Hipoklorit

EDTA: Etilen diamin tetraasetik asit

CHX: Klorheksidin

Ca(OH)₂: Kalsiyum hidroksit

MTA: Mineral trioksit aggregate

ZOE: Çinko oksit öjenol

R/E: Resilon/Epiphany

Bis-GMA: Bis fenol A Glisidil dimetakrilat

UDMA: Üretan dimetakrilat

SEM: Tarayıcı Elektron Mikroskopu

Ncm: Newton santimetre

Rpm: Dakikadaki tur sayısı (rounds per minute)

E. Faecalis: Enterococcus faecalis

C. Albicans: Candida albicans

P. Gingivalis: Porphyromonas Gingivalis

P. Endodontalis: Porphyromonas endodontalis

GI: Cam iyonomer

GIC: Cam iyonomer siman

ZRO₂: Zirkonyum oksit

HA: Hidroksi apatit

TNF-A: Tümör Nekrozis Faktör Alfa

IL-6: İnterlökin 6

ISO: International Organization for Standardization

GABA: Gama-Aminobütirik Asit

BK: Bradikinin

NSAİD: Non-steroidal Antiinflamatuvar İlaç

VAS: Görsel Analog Skalası

NRS: Sayısal Derecelendirme Skalası

°C: Santigrat derece

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1: Sealapex, AH Plus, MTA Fillapex Patlarının İçerikleri.....	31
Tablo 2: Sealapex, AH Plus, MTA Fillapex Patlarının Fiziksel özellikleri.....	31
Tablo 3: Tüm hastaların yaşlarına ait demografik veriler.....	53
Tablo 4: Her bir çalışma grubu için cinsiyet ve yaşa göre dağılım.....	56
Tablo 5: Sealapex grubu ağrı skorları.....	56
Tablo 6: AH Plus grubu ağrı skorları.....	57
Tablo 7: MTA Fillapex grubu ağrı skorları.....	57
Tablo 8: DiaRoot Biosealer grubu ağrı skorları.....	58
Tablo 9: Tüm pat gruplarının ve zaman dilimlerinin postoperatif ağrı açısından analizi.....	60
Tablo 10: Erkek Hastaların NRS (0-10) skorları.....	62
Tablo 11: Kadın Hastaların NRS (0-10) skorları.....	62
Tablo 12: Cinsiyet ile Postoperatif Ağrı Arasındaki İlişki.....	63
Tablo 13: Sealapex grubu cinsiyet ve postoperatif ağrı karşılaştırması.....	64
Tablo 14: AH Plus grubu cinsiyet ve postoperatif ağrı karşılaştırması.....	64
Tablo 15: MTA Fillapex grubu cinsiyet ve postoperatif ağrı karşılaştırması.....	65
Tablo 16: DiaRoot Biosealer grubu cinsiyet ve postoperatif ağrı karşılaştırması.....	66

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Tubli-Seal Kanal patı.....	6
Şekil 2: Pulp Canal Sealer Kanal Patı.....	7
Şekil 3: Endofil Kanal Patı.....	7
Şekil 4: Endomethasone Kanal Patı.....	8
Şekil 5: Nogenol Kanal Patı.....	9
Şekil 6: AH 26 Kanal Patı.....	10
Şekil 7: AH Plus Kanal Patı.....	12
Şekil 8: Epiphany Kanal Patı.....	13
Şekil 9: GuttaFlow Kanal Patı.....	15
Şekil 10: Sealapex Kanal Patı.....	17
Şekil 11: Sealapex Xpress Kanal Patı.....	18
Şekil 12: Ketac Endo Kanal Patı.....	19
Şekil 13: Activ GP Kanal Patı.....	19
Şekil 14: Dia-Root Bioseramik Kanal Patı.....	21
Şekil 15: iRoot SP Biyoseramik Kanal Patı.....	22
Şekil 16: ProRoot Biyoseramik Kanal Patı.....	23
Şekil 17: MTA Fillapex Kanal Patı.....	24
Şekil 18: VAS Skalası.....	44
Şekil 19: NRS.....	45
Şekil 20: Çalışmamızda kullandığımız Woodpecker Woodpex V Gold elektronik apeks bulucu.....	49
Şekil 21: Çalışmamızda kullandığımız VDW Gold Endomotor.....	49
Şekil 22: Çalışmamızda kullandığımız V-Taper Gold döner eğe seti.....	49
Şekil 23: Çalışmamızda kullandığımız EndoEze irigasyon iğnesi.....	50
Şekil 24: Çalışmamızın ilk grubunda kullanılan Sealapex patı.....	50

Şekil 25: Çalışmamızın ikinci grubunda kullanılan AH Plus patı.....	50
Şekil 26: Çalışmamızın üçüncü grubunda kullanılan MTA Fıllapex patı.....	51
Şekil 27: Çalışmamızın dördüncü grubunda kullanılan Dia-Root Biyoseramik pat...51	
Şekil 28: Çalışmanın akış şeması.....	54
Grafik 1: Kadın ve erkek hastaların dağılımı.....	55
Grafik 2: Tedavi edilen dişlerin alt çene-üst çene dağılımı.....	55
Grafik 3: İlaç Kullanan-Kullanmayan Hasta Dağılımı.....	61



GİRİŞ VE AMAÇ

Kök kanal tedavisi, vital ve nekrotik pulpa dokusunun uzaklaştırılmasını ve kök kanal boşluğunun üç boyutlu olarak doldurulmasını amaçlamaktadır. Bu adımlar sonrası süreç minimum rahatsızlıkla tamamlanmalıdır (1). Endodontik postoperatif ağrı, kök kanal tedavisinden sonra ortaya çıkan, herhangi bir derecedeki ağrının hoş olmayan hissi olarak tanımlanır (2). Postoperatif ağrı genellikle periradiküler dokuların mekanik, kimyasal veya mikrobiyolojik hasarlarıyla ilişkilidir (3).

Endodontik tedavide postoperatif ağrının, endodontik prosedürler sırasında kök kanalı irrigasyonlarının, materyallerinin veya kontamine dentin kalıntılarının prosedürler sırasında apikal foramenden olası ekstrüzyona bağlı olarak periapikal bölgedeki inflamatuvar sürecin alevlenmesinden kaynaklanabileceğini ileri sürmektedir (4). Ancak periapikal dokuların travması, bakteriyel ekstrüzyon veya kalan bakteriler gibi bazı faktörler de postoperatif ağrıya neden olabilir (1).

Son zamanlarda yapılan klinik çalışmalarda, hastaların yaklaşık %40 ila %80'i endodontik müdahalelerden sonra ağrı rahatsızlığını bildirmektedir. Postoperatif ağrı gelişimi 24 saatte maksimuma ulaşır, ikinci günden sonra azalmaya başlar ve 7 günde minimum düzeye ulaşır (4).

Kök kanal tedavisi sonrası ağrının yoğunluğu ve süresi subjektiftir ve birçok faktörden etkilenebilir. Preoperatif ağrının şiddeti, diş tipi, yaş, cinsiyete bağlı olarak değişiklik gösterebilirken, kök kanal tedavisi sırasında kullanılan endodontik aletin fiziksel özellikleri, kimyasal solüsyonlar ve konsantrasyonları gibi irrigasyon protokolünün özellikleri, mikrobiyolojik stabilite ve direnç, dışı çevreleyen dokuların histopatolojik durumu vb. gibi intraoperatif faktörler de postoperatif ağrıya etki edebilir (6).

Kök kanal tedavisinin son aşamasında kanal dolum patı, apikal foramen ve ek lateral kanallar yoluyla periapikal dokularla lokal veya doğrudan temas eder (7). Kanal dolum patı apikal foramen yoluyla periodontal dokularla temas ettiğinde periodonsiyumdaki iyileşme sürecini potansiyel olarak değiştirebilir ve postoperatif ağrı oluşumuna neden olabilir (8).

Apikal bölgedeki inflamatuvar reaksiyonların yoğunluğunu etkileyen faktörlerden biri de patın bileşimidir. Sitotoksisite çalışmaları, kanal dolum

patlarının, insan hücrelerinde oksidatif stresi artırabilen toksik monomerler saldığını, bunun da doku enflamasyonu nedeniyle ağrıyı tetikleyen reaktif oksijen türlerinin salınımıyla ilişkili olabileceğini bulmuştur (9). Buna göre patın pH seviyesi, kıvamı vb. gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri de postoperatif endodontik ağrının şiddetini etkilemektedir (7).

İdeal bir kök kanal tedavisi ve minimum postoperatif ağrı için kanal dolum patları kök kanal sisteminin tüm düzensizliklerini dolduracak uygun bir akışkanlık sunmalıdır. Periapikal dokularla biyouyumluluğu yüksek düzeyde olmalıdır. Kök kanal sistemi içerisinde çözünürlüğu düşük olmalı ve sızdırmazlığa katkıda bulunmalıdır (10). Çalışmamızda kullanılan kanal dolum patları şunlardır: Sealapex (SybronEndo Corporation, Orange, CA, ABD), AH Plus (Densply, Konstanz Almanya), MTA Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brezilya), Dia Root Bio Sealer (DiaDent, Kumgang Dental Industrial Co. LTD., Güney Kore). Sealapex patı, kullanım yaygınlığı ve iyileştirici özelliğinden dolayı çalışmamıza eklendi. AH Plus patı, altın standart olarak kabul edilen ve düşük çözünürlük, düşük polimerizasyon büzülmesi nedeniyle kullanımı çok yaygın bir pattır. Çalışmamıza postoperatif ağrıya olan etkisini araştırmak için eklendi. Biyoseramik içerikli patlar ise endodontide son zamanlarda popüler hale geldi ve kullanımı yaygınlaştı. Çalışmamızda iki adet biyoseramik pat kullanıldı. MTA Fillapex patı, biyoseramik patlara MTA eklenmesiyle elde edilen bir pat iken Dia-Root BioSealer patı kalsiyum silika fosfat içerikli bir biyoseramik pattır ve çalışmamıza postoperatif ağrıya olan etkileri araştırılmak istenildiğinden eklendi.

O halde postoperatif ağrı ile ilgili değışkenleri bilmek, klinisyenin ağrı insidansını azaltacak teknik ve materyalleri seçmesine olanak tanır (11). Çalışmamızın amacı, postoperatif ağrıya neden olan faktörlerden biri olan kanal dolum patları ve bileşenleri hakkında bilgi sahibi olmak ve araştırmada kullanılan kanal dolum patlarının postoperatif ağrı insidanslarını araştırmaktır.

O hipotezimiz ise farklı kanal patlarının postoperatif ağrıya etkisinin anlamlı derecede farklı olmadığı yönündeydi.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. KÖK KANAL DOLGU PATLARI

Endodontik tedavi, mikroorganizmaların ve bunların yan ürünlerinin periapikal dokulara girişini önlemek için hermetik bir sızdırmazlık oluşturmak amacıyla kök kanal sisteminin her üç boyutta da kapsamlı bir şekilde temizlenmesini, şekillendirilmesini ve tamamen doldurulmasını sağlamayı amaçlamaktadır (12,13).

Kök kanalını doldurmak için güta-perka materyali ve bir pat içeren çeşitli endodontik yöntemler kullanılmıştır (14–16).

Güta-perka, biyolojik olarak uyumlu, kimyasal olarak aktif olmayan, boyutsal olarak stabil ve şekillendirilebilir bir malzeme olma özelliklerinden dolayı kullanılmış ve hala en çok tercih edilen malzeme olarak tanınmaktadır (17).

Uygun bir endodontik tedavi ve sızdırmazlık için güta-perka ile beraber kök kanal dolum materyallerinin de ideal özellikte olması gerekir. Bu özellikler ise şunlardır (17):

- 1-Kolay uygulanabilmeli ve yeterli çalışma süresi sağlamalıdır.
- 2-Doku sıvılarından etkilenmemeli ve çözünmemelidir
- 3-Radyopak olmalıdır.
- 4-Steril olmalı ve/veya kolaylıkla steril edilebilmelidir.
- 5-Gözenekli olmamalı ve nemden etkilenmemelidir.
- 6-Periapikal dokuları irrite etmemelidir.
- 7- Kanalı apikal ve lateral olarak örtülebilir.
- 8-Diş sert dokularının renklenmesine neden olmamalıdır.
- 9- Büzülme göstermemeli ve boyutsal olarak stabil olmalıdır.
- 10-Gerektiğinde kanaldan kolayca uzaklaştırılabilir.

Kök kanal dolum patlarının farklı sınıflandırmaları vardır:

- 1-Grossman ve ark (1988) göre:

a) Çinko oksit öjenol esaslılar

- b) Kalsiyum hidroksit içerenler
- c) Reçine destekliler

2-Cohen & Burns'a (1987) göre:

- a) Çinko oksit öjenol içerikli patlar
- b) Rezin içerikli patlar
- c) Polikarboksilat simanlar
- d) Öjenol içermeyen çinko oksit patlar
- e) Kalsiyum hidroksit esaslı patlar
- f) Silikon içerikli patlar

3- Alaçam'a (2000) göre:

- a) ZOE içerenler
- b) Kalsiyum hidroksit içerenler
- c) Paraformaldehit içerenler
- d) Plastik esaslılar
- e) Cam iyonomer esaslılar
- f) Rezorbe olan patlar

4- Johnson'a (2002) göre:

- a) Öjenol içeren patlar
- b) Kalsiyum hidroksit içeren patlar
- c) Cam iyonomer içeren patlar
- d) Rezin içerikli patlar

5- Çalt Tarhan ve Uzunoğlu'na (2010) göre ise şu şekildedir:

- a) Çinko oksit esaslılar
 - a.1.) Çinko oksit öjenol içerenler
 - a.2.) İlaçlı olanlar

a.2.1.) Paraformaldehit içerenler

a.2.2.) Paraformaldehit içermeyenler

a.3.) Çinko oksit öjenol içermeyenler

b) Polimerler

b.1.) Epoksi rezin içerikli

b.2.) Metakrilat rezin içerikli

b.3.) Poliketon (polivinil) polimer içerikli

b.4.) Silikon polimer içerikli

c) Kalsiyum hidroksit esaslılar

d) Cam iyonomer esaslılar

e) Biyoseramik esaslılar

e.1.) Kalsiyum-silikat-fosfat içerenler

e.2.) Mineral trioksit agregat (MTA) içerenler

2.1.1. Çinko Oksit İçerikli Patlar

2.1.1.1 Çinko Oksit Öjenol İçerikli Patlar

Çinko oksit öjenol (ZOE) içerikli patlar diş hekimliğinde uzun süre kullanılmıştır ve dünyanın birçok yerinde hala tercih edilen bir pattır (18). Biyouyumluluk ve klinik sonuçlar açısından ZOE bazlı kanal patlarının etkinliği iyi bir şekilde gösterilmiştir (19). Boyutsal stabilitesinin olması, sertleşme sırasında düşük hacimsel değişiklik göstermesi ve güçlü bir antibakteriyel etkiye sahip olması önemli avantajlarındandır (20,21). Bununla birlikte, yumuşak dokuda hidrolizi, parçalanmayı ve toksik maddelerin salınmasını tetikler. Periapikal dokuya temas ettiğinde olumsuz doku reaksiyonları, inflamasyon ve nekroz meydana gelir (18).

ZOE'nin en büyük dezavantajlarından biri de, diğer patlara göre daha uzun olan sertleşme süresidir. Sertleşmemiş veya kısmen sertleşmiş bir kanal dolum patı, tahriş edici maddelerin ve bunların yan ürünlerinin daha hızlı nüfuz etmesine izin verebilir. Bazılarının içeriğinde bulunan gümüş ise diş kuronunda renklenmeye neden olur (22).

Çinko oksit öjenol içerikli patlar toz ve likit yapıdan oluşmaktadır. Bu patın likiti öjenoldür. Toz kısmı, çinko oksit ağırlıklı olup içine antibakteriyel özelliklerinin artırılması için paraformaldehit, paramonoklorofenol, iyodoform, ortofenilfenol gibi maddeler; adezyonun ve antienflamatuar etkinin sağlanması için de rezin ve kortikosteroid türevleri eklenmiştir (23). Çinko oksit öjenol, çinko oksit öjenolat kristalleri matriksi arasına gömülmüş ve sertleşmiş çinko oksit kristalleri oluşturarak donan bir bileşiktir. Sertleşme reaksiyonu tek yönlüdür (24). Isı ve nemdeki artış donma süresini azaltırken, küçük çinko oksit partikülleri donma süresini arttırabilir.

Yapılan araştırmalarda en güçlü nörotoksik etki, etkilenen bölgede ağrı, hassasiyet ve şişme ZOE bazlı patlarda bulunmuştur (25). Bu nedenle, ZOE içerikli endodontik patların ve bunların bileşenlerinin özellikleri iyi bilinmeli, kullanımı kritik bir şekilde değerlendirilmelidir.

Bu gruba örnek kanal patları: Rickert Patı, Tubliseal, Wach Patı (Roth International), Grossman Patı, Proco-Sol (Star Dental), U/P Root Canal Cement (Sultan), Roth-801 (Roth Int.), Pulp Canal Sealer (SybronEndo), Pulpdent Root Canal Sealer, Sealite Ultra (Pierre Roland), Argoseal (Ogna Laboratori), Endomet Plain (Septodont), Endofill'dir.



Şekil 1: Tubli-Seal Kanal patı



Şekil 2: Pulp Canal Sealer Kanal Patı



Şekil 3: Endofil Kanal Patı

2.1.1.2. Paraformaldehit İçerikli Patlar

Formaldehit, 1893'den itibaren, irrite ve enfekte pulpa ve kök kanallarının dezenfeksiyonu için uygulanmıştır (26). Dezenfektanlar, ilaçlar ve dental materyaller dahil olmak üzere tıbbi uygulamalarda yaygın olarak kullanılır. Çinko oksit öjenol içerikli patlara antibakteriyel etkiyi artırmak için eklenmişlerdir. Düşük moleküler ağırlıklı bir organik kimyasal olan formaldehit, iyi bilinen bir tahriş edicidir, ancak aynı zamanda haptten görevi gören bir alerjendir (27).

Paraformaldehit, formaldehitin polimerik hidrat (polimerize) yapısındaki halidir. Paraformaldehit (trioksimetilen), %90-99 arasında formaldehit içeren bir tozdur (28).

Paraformaldehit içerikli patlar antimikrobiyal özelliktedir. Toz kısmını çinko oksit likidini ise öjenol oluşturur. Formaldehit gazı salınımı ile dokuyu fikse ederler (29).

Hasheminia ve ark. (30) tarafından yürütülen çalışmalara göre reçine bazlı kanal patlarından (AH Plus) daha yüksek bir antibakteriyel aktiviteye sahiptir. Antibakteriyel aktivitesinin bu patın bileşiminde paraformaldehit, timol iyodür ve çinko oksit gibi bileşenlerin varlığından kaynaklandığını belirtmiştir. Bundan dolayı diş hekimliğinde uzun süre kullanılmıştır. Fakat yapılan araştırmalarda bu patların çoğu hafif veya orta derecede sitotoksiktir ve bazıları alt alveolar sinirin parestezisi gibi klinik komplikasyonlarla ilişkilendirilmiştir (31).

Paraformaldehit içerikli patlar pulpa sınırları içinde kalmayıp yumuşak ve sert dokulara sızarak sinirlerin destrüksiyonuna, alerjik yanıtlara sebep olarak parestezilere ve lokalize nekrozlara neden olurlar (32).

Periapikal dokulara sızan veya taşan paraformaldehitin tümüyle uzaklaştırılabilmesi için dokudaki toksik materyalli kısım ve/veya sekestrasyon lokal olarak çıkartılmalıdır (33). Yapılan araştırmalarda, paraformaldehit içeren devitalizan ajanların uygulandığı alerjiye duyarlı hastalarda kardiyovasküler semptomların da eşlik ettiği anafilaktik reaksiyonlar dahi görülmüştür (34).

Güçlü antibakteriyel etkisinin yanı sıra birden çok olumsuz özelliği ve yan etkileri bünyesinde barındıran paraformaldehitli kanal patlarının kullanımı tavsiye edilmemektedir (35).

Bu gruba örnek kanal patları: Endomethasone, Kri patı, Riebler's patı, N2 Universal, N2 Normal, Spad ve Oxpara'dır.



Şekil 4: Endomethasone Kanal Patı

2.1.1.3. Paraformaldehit İçermeyen Patlar

Paraformaldehit içermeyen patlar

1. Rocanal 2
2. Rocanal 3
3. Medicated Canal Sealer MCS
4. Endoflas FS
5. Endoseal

2.1.1.4. jenolsz inko Oksit İçerikli Patlar

1. Nogenol kanal patı
2. Canals-N



Şekil 5: Nogenol Kanal Patı

2.1.2. Polimer Yapılı Kök Kanal Patları

2.1.2.1. Epoksi Rezin İçerikli Kanal Patları

2.1.2.1.1. AH 26 Kök Kanal Patı

AH 26 patı Schröder tarafından 1957 yılında piyasaya sürülmüştür. Toz-likit veya çift pat olarak kullanılırlar. AH 26'nın içeriği şu şekildedir:

Toz: %60 Bizmut oksit (radyoopaklık verir)

% 25 Hekzametilen tetramin (germisid etkilidir)

% 10 Gümüş (dişi boyar)

% 5 Titanyum dioksit (pata rengini verir)

Likit: Bisfenol-A-diglisidileter

Epoksi rezin bazlı kapatıcılar (AH Plus gibi) sıcak dolum tekniklerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Antimikrobiyaldır, yavaş donan bir pattır ve sertleşme reaksiyonu sırasında formaldehit salınımı yapar. Epoksi rezin bazlı bu pata antimikrobiyal özelliğini veren de formaldehit ajanı olduğu rapor edilmiştir (36). Düşük çözünürlük ve uzun vadeli boyutsal stabilite sergileyen, yaygın olarak kullanılan epoksi rezin bazlı bir kanal patıdır (37). Yapılan bir çalışmada AH 26; MTA Fillapex ve biyoseramik kanal patına göre en düşük bakteri sızıntısını göstermiştir (38). Kelmendi ve ark. (39,40) tarafından yapılan çalışmada ise AH 26'nın sızdırmazlık özelliğinin MTA Fillapex ve biyoseramikten daha düşük olduğu; çinko oksit öjenol içerikli kanal patlarından ise daha yüksek olduğu gösterilmiştir.

Dezavantaj olarak bu patlar oldukça hidrofobiktir ve kök kanalında nemin bulunmamasını gerektirir. Farklı patların renk solma potansiyeli üzerine yapılan hemen hemen tüm çalışmalar, bu patların yüksek renk değişikliği potansiyeline sahip olduğunu doğrulamıştır (41). En yaygın kullanılan epoksi rezin içerikli pat AH Plus'tır (42).



Şekil 6: AH 26 Kanal Patı

2.1.2.1.2. AH Plus Kök Kanal Patı

AH Plus, AH 26 adlı patın geliştirilmesi ile elde edilmiştir (43). AH Plus AH 26'ya kıyasla formaldehit salmaz (42). Formaldehit içermeyen yapısı nedeniyle AH Plus'ın sitotoksik yanıtının AH 26'ya göre daha az olduğu bulunmuştur (44). Yapısındaki kovalent bağların neden olduğu yüksek mikro-mekanik kilitleme nedeniyle bağ mukavemeti yüksekken, polimerizasyon büzülmesi azdır (45,46).

AH Plus, AH 26'dan daha radyoopaktır ve daha kısa sürede sertleşir. Çalışma süresi 4 saattir. AH Plus'ın kısa ve uzun dönem toksisitesinin ve genotoksitesinin AH 26'dan daha düşük olduğu yapılan araştırmalarda gösterilmiştir. Her iki patın örtücülük özelliği birbirine benzerdir fakat AH Plus'ın    n rl ğ  AH 26'dan daha düşüktür ve daha akıcıdır (47).

Fiziksel, biyolojik ve antimikrobiyal özellikleri olumludur. Ayrıca, daha yüksek kimyasal bağlanma ve itme bağ kuvvetine sahip olduğu bildirilmektedir (48–50). AH Plus gibi epoksi reçine bazlı kanal patları iyi bir antibakteriyel etkiye sahiptir ancak bu etki yeni hazırlanmış ve karıştırılmış rezin patta en iyisidir. Bunun nedeni, antibakteriyel bileşenlerin, materyal hazırlandığı anda dentin tübülünün derinliklerine kolay difüzyonu olabilir (42,51).

Souza ve ark.'nın (52) fareler üzerinde yaptığı araştırmada intraosseöz ve dental implante edilen AH Plus kanal patının, lökositlerin ve makrofajların infiltrasyonunu tetiklediğini ve bununla birlikte patın şiddetli akut inflamasyona yol açabileceğini göstermiştir. Silva ve ark. (53) ise AH Plus'ın kemik dokuda uzun süreli bulunmasının, lenfosit ve plazma hücrelerinin varlığıyla kronik inflamasyonu indüklediğini de göstermiştir.

Bu gruba örnek kanal patları: AH 26 (Dentsply Int), AH Plus (Dentsply Int), Sealer 26 (Dentsply Brazil), 2Seal (VDW), Thermaseal Plus (Dentsply), Topseal (Dentsply), Adseal (Meta), Smartpaste (Smartseal)'tır.



Şekil 7: AH Plus Kanal Patı

2.1.2.2. Metakrilat Rezin İçerikli Kanal Patları

2.1.2.2.1. Epiphany Kök Kanal Patı

Epiphany kanal patı bu grupta bulunur. Resilon/Epiphany (R/E) sistemi olarak da bilinen Epiphany patı, dual sertleşen rezin kompozit pattır. Son zamanlarda umut verici bir tübüler adezyon sağlayan Resilon-Epiphany sistemi olarak tanıtılmıştır (54,55).

Epiphany patının içeriğinde; bisfenol-A glisidil-dimetakrilat (BisGMA), Etoksilat BisGMA ve üretan dimetakrilat (UDMA), hidrofilik difonksiyonel metakrilatlar, kalsiyum hidroksit doldurucular, baryum sülfat ve silika içerir. Epiphany/Resilon'un gelişmiş koronal sızdırmazlık sağladığı, mikrosızıntıya karşı direnç gösterdiği ve endodontik tedavi görmüş bir dişin kırılma direncini arttırdığı gösterilmiştir (56,57).

Poliester polimer esaslı resilon; termoplastik, sentetik yapıda olup pat ve katı kor materyal arasında adhesiv bir bağlantı oluşturmak amacıyla geliştirilmiştir. Metakrilat rezin yapıda olan ve dentin dokusuna adhesiv olarak bağlanabilen Epiphany ile birlikte kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Epiphany ve resilon eşit şekilde yapışarak bir “Monoblok” oluşturur. 25 dakika içinde sertleşir. Radyoopaktır. Primer yapısı (Monomer HEMA) su içerir. Sodyum hipokloritin (NaOCl) varlığından olumsuz etkilenir. Bu patların kullanımından önce mutlaka bağlantıyı olumsuz yönde etkileyen smear tabakası uzaklaştırılmalıdır (55).

SEM (Tarayıcı Elektron Mikroskobu) analizi ile yapılan bir çalışma, Epiphany patının dentin tübüllerine başarılı bir şekilde bağlandığını bulmuştur (54). Hidrofilik doğası ve düşük film kalınlığı göz önüne alındığında, primer yapı (Monomer HEMA) ve resilon yapısı etkili bir şekilde dentin tübüllerinin daha derinlerine nüfuz edebilir (58).

Bu gruba örnek patlar: EndoRez (Ultradent), Epiphany (Pentron Clinical Technologies), InnoEndo (Heraeus-Kulzer), RealSeal (SybronEndo), Resinate SE (Obtura Spartan), Simplifill SE (Discus Dental) Fiberfill (Pentron), MetaSEAL (Parkell), Superbond RC Sealer (Sun Medical)' dir.



Şekil 8: Epiphany Kanal Patı

2.1.2.3. Poliketon (Polivinil) Polimer İçerikli Kanal Patları

2.1.2.3.1. Diaket Kök Kanal Patı

Diaket; çinko oksit ve bizmut fosfat ile karıştırıldığında yapışkan bir örtücü yapı oluşturan ve vinil polimerleri içeren bir poliketon kalsiyum şelat yapısıdır (59). Bu yapı in vitro olarak oldukça toksiktir ve periapikal dokuda çok yavaş çözünür (60). Diaket sertleştikten sonra hacim kaybına uğramaz ve kanal duvarlarına iyi adapte olur. Nemden, kandan ve sekresyondan etkilenmez. Bakteriyostatiktir, ortaya çıkabilen hafif doku reaksiyonları 2 hafta içinde hafifler. Sertleşme süresinin çok kısa olması nedeniyle uzun çalışma süresi gerektiren kanal dolum tekniklerinde kullanımı uygun değildir (20,61,62).

2.1.2.4. Silikon Polimer İçerikli Kanal Patları

Silikon polimer yapılı patlarda polidimetilsiloksan, silikon yağı, parafin yağı, heksaklorplatinasidi (katalizör görevi) ve zirkondioksit (radyoopaklık verir) bulunur (63).

2.1.2.4.1. RoekoSeal Kök Kanal Patı

RoekoSeal (Coltène/Whaledent, Langenau, Almanya), en çok bilinen silikon yapılı patlardan biridir. Sertleşme sırasında hafif genişlemenin benzersiz özelliğini sunan bir polidimetil siloksandır (64). Homojen karışım olarak bulunan patın, küçük boyutta dolgu maddesi parçacıkları, bu malzemenin mükemmel akış özelliklerine sahip olmasını ve daha az film kalınlığı elde edebilmesini sağlar (65,66).

15 dakika çalışma süresi vardır ve 25-30 dakika sonra sertleşme tamamlanır. Yapılan araştırmalar bu patın biyolojik olarak uyumlu olduğunu göstermiştir; ancak sertleşme süresi tutarsızdır ve sodyum hipoklorit ile son irrigasyon nedeniyle gecikebilir (67,68). RoekoSeal, biyoyumlu bir malzeme olarak tanımlanan silikon bazlı bir kapatıcıdır (69). In vitro olarak AH Plus patı ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha az bakteri penetrasyonuna izin verdiği gösterilmiştir (70).

2.1.2.4.2. GuttaFlow Kök Kanal Patı

GuttaFlow (Coltène/Whaledent Inc, Cuyahoga Falls, OH, ABD), RoekoSeal'e eklenen ince öğütülmüş güta-perka parçacıklarına sahip bir polivinilsiloksan pattır. Biyoaktif bir cam (sodyum oksit, fosfor oksit, kalsiyum oksit ve silika), platin ve zirkonyum oksit ve koruyucu olarak nano-gümüş ve renklendirici bir ajan içermektedir (71,72).

GuttaFlow içeriğindeki biyoaktif cam, (Ca^{+2} ve OH^-) gibi biyoaktif iyonları serbest bırakır ve bu, osteoblastların çoğalmasına ve yapışmasına neden olarak sert doku yaralanmalarının daha hızlı onarılmasına neden olabilir. GuttaFlow ayrıca bileşimindeki rezin yapı ile pH artırıcı bir etkiye sahiptir ve bu alkalilik etkisi, osteojenik potansiyeline, biyoyumluluğuna ve antibakteriyel özelliklerine katkıda bulunabilir (72,73).

Silikon bazlı patların renk değiştirme potansiyeline ilişkin çalışmalarda, GuttaFlow ile doldurulan dişlerde, AH-26 ve Epiphany ile karşılaştırılabilecek düzeyde klinik açıdan anlamlı bir renk değişikliğinin olmadığını gösterilmiştir (74,75).

Yapılan diğer çalışmalara göre, Guttaflow patıyla yapılan obturasyon sistemlerinin, AH Plus patına kıyasla mikrobiyolojik infiltrasyona karşı daha iyi bir bariyer sunduğu görülmüştür (76,77).

Bu gruba örnek kanal patları; RoekoSeal, Gutta Flow, Lee Endofill'dir.



şekil 9: GuttaFlow Kanal Patı

2.1.3. Kalsiyum Hidroksit İçerikli Patlar

Kalsiyum hidroksit; sönmemiş kirece su ilave edilmesiyle elde edilen kimyasal bileşiktir. Kristal beyaz renkli toz halde bulunur. Suda çözündüğünde hamurumsu görüntü veren bir alkalidir. Geleneksel adı sndrlmş kireç veya hidratik kireçtir. Su içerisindeki atıkları temizlemede ve toprağı ntralleştirmede, ağartıcılarda, tabaklama endüstrisinde, petrol arıtma endüstrisinde, gıdalarda ve alkollü içeceklerde ve yaygın olarak diş hekimliğinde tedavi materyali olarak kullanılır. Diş hekimliğinde kullanıldığı alanlar şunlardır:

- Direkt ve indirekt pulpa kuafajı
- Eksternal kök rezorpsiyonlarında
- Apeksogeneziste
- Periapikal lezyonlu dişlerin tedavisinde

-Kök kırıklarında ve

-Perforasyonların tedavisinde kullanılır (78,79).

Kalsiyum hidroksit bazlı patlar antimikrobiyal özelliklere ve osteojenik-sementojenik potansiyele sahiptir (17,66,80,81). Kalsiyum hidroksit, hidroksil iyonlarını serbest bırakarak ve ortamın pH seviyesini artırarak antibakteriyel etki gösterir (82–84). Kalsiyum hidroksit içerikli patlar, kalsiyum iyonlarına ve hidroksil iyonlarına parçalanarak pH'nın 12,5'e kadar yükselmesine neden olur, bu da mikrobiyal sitoplazmik membrana zarar verir. Bu yüksek pH 1 saat içinde elde edilir ve iyon salınımı 30 gün sürebilir (80,85).

Hidroksil iyonları, sitoplazmik membran biyomoleküllerine karşı oldukça reaktif olan, dolayısıyla bakterilerin sitoplazmik membranının bütünlüğünü tehlikeye atan ve gram-negatif bakterilerin lipopolisakkaritlerini inhibe eden yüksek derecede oksidan serbest radikallerdir. Ayrıca kalsiyum iyonları karbondioksitle reaksiyona girdiğinde anaerobik bakterilerin solunum kaynağını yok ederek etki gösterebilir (86–88). Yapılan bir çalışmada kalsiyum hidroksitin, *E. faecalis* ve *C. albicans*'a karşı MTA içerikli kök kanal patlarından daha güçlü etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (89,90).

Önceki çalışmalar, kalsiyum hidroksitin kök kanalında etkin ve geniş bir antibakteriyel etkiye sahip olduğunu ve diğer patlara göre daha düşük sitotoksisteye sahip olduğunu göstermiştir. Ancak dezavantajları, kanal içinde daha kolay çözünmeleri ve boşluklar oluşturmalarıdır. Dolayısıyla bu patlar Grossman'ın ideal kök kanal patı kriterlerini karşılamamakta fakat günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır (80,91,92).

2.1.3.1. Sealapex Kök Kanal Patı

En yaygın kullanılan kalsiyum hidroksit içerikli kök kanal patı Sealapex'tir (66,80). Baz ve katalizör yapıdadır. Baz kısmını çinko oksit (%6,5) ve kalsiyum hidroksit (%25) oluştururken, katalizör kısmını ise baryum sülfat (%18,6), titanyum dioksit (%5,1), izobutil salisilat oluşturur. Çalışma süresi uzundur ve kanal içinde sertleşme süresi yaklaşık 40 dakikadır (20).

Sealapex'in hazırlanması ve uygulanması kolaydır, radyoopasiteleri yeterlidir fakat dentine adezyonu zayıftır. Uzun dönemde yapılan bazı araştırmalarda, bu patların yüksek hacimsel genişlemeye ve yüksek çözünürlüğe sahip olduğu tespit edilmiştir (93,94).

Sealapex'in en yüksek pH'a ve kalsiyum iyonu salınımına sahip kalsiyum hidroksit içerikli kök kanal patı olduğu bulunmuştur (95–97). Patın antibakteriyel etki göstermesi için kalsiyum hidroksitin Ca^{+2} ile OH^- iyonlarına ayrılması gerekmektedir. Bu nedenle kalsiyum hidroksit içerikli bir kök kanal dolgu patının, kalsiyum hidroksit salması için çözünmesi gereklidir (98–100). Fakat hidroksil iyonlarının etkinliği; kök kanal sistemi içerisindeki tamponlama sistemleri, asitler, proteinler ve karbondioksit tarafından sınırlandırılabilir ve bu da kalsiyum hidroksitin antibakteriyel etkinliğinin azalmasına neden olur. Ayrıca kalsiyum hidroksit, kök kanal sistemi içerisinde çözündüğünde kök kanal dolgusunda boşluklar oluşabilir ve bu durum patın fonksiyonunu ve kök kanal tedavisinin başarısını etkileyebilir (101–103).

Kullanım kolaylığı ve patın homojen karışımını sağlama amacıyla enjekte edilebilir kıvamda ve şırınga formunda “Sealapex Xpress” ticari adıyla da üretilmiştir (104).

Kalsiyum hidroksit içerikli patlara Sealapex (SybronEndo/Kerr) , Calcibiotic Root Canal Sealer (CRCS), Apexit Plus (Ivoclar Vivadent), Acroseal (Septodont) örnek verilebilir.



Şekil 10: Sealapex Kanal Patı



Şekil 11: Sealapex Xpress Kanal Patı

2.1.4. Cam İyonomer İçerikli Kanal Patları

Endodontideki en son gelişmelerden biri, kök kanal dolgusunun koronal ve apikal bölgede sızdırmazlığını sağlamak için kök kanalı duvarındaki dentine yapışabilen kanal patlarının geliştirilmesi üzerinedir. Hibrit tabaka oluşturma; restoratif diş hekimliği yoluyla endodontiye uyarlanmış ve kanal patlarının dentine bağlanma özelliklerinin uygulanması için kullanılmıştır (105,106). Minimum düzeyde antimikrobiyal aktiviteye sahiptirler ve flor salınımı yaparlar (107).

Cam iyonomer (GI) bazlı kök kanal patlarının üretimi, aynı zamanda, bir iyon değişimi süreci ve dentine teması boyunca bir bağlantı katmanının geliştirilmesi yoluyla dentine kimyasal olarak bağlanan cam iyonomer simanının (GIC) kullanımını da kapsamaktadır (108).

Sonuç olarak cam iyonomer bazlı patlar (Ketac Endo gibi) biyouyumluluk ve dentine bağlanma yeteneği göstermiştir, ancak kök kanal yüzeyinden tamamen uzaklaştırılamamaları, kök kanalında parçalanmaları, nemden etkilenmeleri ve mikrosızıntı yapmaları nedeniyle artık yaygın olarak kullanılmamaktadır (66,109,110).

Ketac Endo kanal patının tozu; kalsiyum alüminyum lanthanum florosilikat cam, kalsiyum volframat, silisik asit, pigmentlerden oluşmaktadır. Likiti ise; kopolimer su, tartarik asit, polietilen polikarbonik asit/ maleik asitten oluşur. Dentine bağlanma gösteren patın yüzey gerilimi düşüktür.

Avantajları; Uzun çalışma süresi, yüksek miktarda radyoopasite

Dezavantajı; Patın sökülmesini kolaylaştıran herhangi bir çözücü yoktur. Kanal içinde sertleşmiş materyalin sökümü oldukça zordur (109).

Cam iyonomer içerikli diğer kanal patlarına örnek: Ketac Endo, Endion (VOCO), Activ GP (Brasseler), Vitrabond, Fuji Ionomer ve Chembond verilebilir.



Şekil 12: Ketac Endo Kanal Patı



Şekil 13: Activ GP Kanal Patı

2.1.5. Biyoseramik Esaslı Kanal Patları

Seramik malzemeler terimi inorganik, metalik olmayan, çoğunlukla kristal oksit, nitrür veya karbür materyali ifade eder. Biyouyumlu seramikler yani biyoseramikler ise, belirli biyolojik veya fizyolojik işlevler için kullanılan bir tür seramik materyali ifade eder (111,112). Biyoseramik malzemeler, temas ettiği

dokuyula etkileşimlerine bağı olarak biyoinert veya biyoaktifler olarak sınıflandırılabilir (113,114).

Zirkonya biyoinert bir malzemedir; yapay olarak üretilen zirkonyum oksit (ZrO_2), zirkonyum ve hafniyum kristallerinin doğal yollarla oluşan mineraller olarak birlikte ortaya çıktığını ifade eder. Öte yandan, hidroksiapatit (HA), kalsiyum silikatlar ve kalsiyum fosfatlar gibi biyoaktif malzemeler, HA katmanının çökmesini teşvik eder ve dentinle kimyasal bir bağ oluşturmak için çevre dokularla aktif olarak etkileşime girebilir (115–118).

Biyoseramik esaslı patların dentine bağlanma mekanizması kesin olarak kanıtlanmamakla birlikte aşağıdaki ihtimallerle gerçekleşiyor olabileceği öne sürülmektedir (114).

1- Pat partiküllerinin dentin tübüllerine difüzyonu (tübüler difüzyon) ile mekanik kilitli bağların oluşumu (1)

2- Kök kanal patının mineral içeriğinin intertübüler dentine infiltrasyonu sayesinde mineral infiltrasyon bölgesi oluşumu (119)

3- Dentinin nemi sayesinde kalsiyum silikatların reaksiyona girmesi sonucunda oluşan kalsiyum silikat hidrojeni ve kalsiyum hidroksit maddelerinin fosfat ile kısmi reaksiyona girmesi sonucu oluşan hidroksiapatit ve mineral infiltrasyon bölgesi oluşumu (120)

Başlangıçta endodontide apikal cerrahide retrograd dolgu malzemesi olarak kullanılmışlardır. Gelişmiş sızdırmazlık yetenekleri ve biyouyumlulukları, perforasyon onarımı, vital pulpa tedavisi, apeksifikasyon, revaskülarizasyon ve kök kanal dolgusu için klinik uygulamalarının genişlemesine yol açmıştır (121–123) (63,114).

Biyoseramik içerikli ilk kök kanal patı, 2008 yılında ProRoot Endo Sealer (Dentsply Tulsa Dental Specialities, Charlotte, NC, ABD) markası altında piyasaya sürülmüştür. O tarihten bu yana, aralarında TotalFill BC Sealer (FKG, La Chaux de Fonds, İsviçre), Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brezilya), EndoSequence Bioceramic Sealer (Brasseler USA, Savannah, GA, ABD) ve iRoot SP Sealer (Innovative BioCeramix Inc., Vancouver, BC, Kanada) ticari isimleriyle biyoseramik

patların üretimi devam etmiş ve yaygınlaşmıştır. Biyoseramik bazlı patlar ana kimyasal bileşimlerine göre iki ana kategoriye ayrılır:

1-Kalsiyum silikat-fosfat bazlı patlar ve

2-Mineral trioksit agregat (MTA) içerenler

Ayrıca biyoseramik esaslı kök kanal patlarının fizikokimyasal özelliklerini geliştirmek için başka dolgu maddeleri ile de çalışmalar yapılmaktadır (63,114).

2.1.5.1. Kalsiyum-Silikat-Fosfat İçerenler:

a) iRoot SP

b) EndoSequence BC Sealer

c) Sankin Apatite kök kanal patı

d) Capseal

e)Dia-Root Bio Sealer



Şekil 14: Dia-Root Bioseramik Kanal Patı



Şekil 15: iRoot SP Biyoseramik Kanal Patı

2.1.5.1.1. Dia-Root Bio Sealer

Dia-Root Bio Sealer (DiaDent, Chungcheongbuk-do, Korea), önceden hazır bioseramik kalsiyum silikat bazlı bir daimi kanal dolgu patıdır.

Yapısında polidimetilsiloksan (polimer), doğal rezin, dikalsiyum fosfat dihidrat (DCPD), kalsiyum fosfat ve silika, metal oksitler, biyoaktif camlar, alümina ve zirkonya bulunur.

Büzülmeme ve güçlü bağlanma özelliği, kalıcı dolum için ideal bir pat yapar ve güta perkali tüm dolum teknikleri için uygundur.

Biyouyumludur, dokuları iyileştirici etkisi vardır ve hidrofilitir. Kullanıldığı andaki pH seviyesi 12 civarındadır ve güçlü antibakteriyel özellikler gösterir. Dentin ve güta perkaya bağlanma yeteneği yeterlidir. Düşük çözünürlüğe sahip olan biyoseramik içerikli patın sertleşme reaksiyonunda sıfır büzülme gösterdiği düşünülmektedir. Hidrofilitir ve mikro sızıntıyı önleme gücü yani sızdırmazlığı yeterlidir. Dentin tübüllerine penetrasyon gücü küçük parçacıklı silika yapısı nedeniyle oldukça güçlüdür (124).

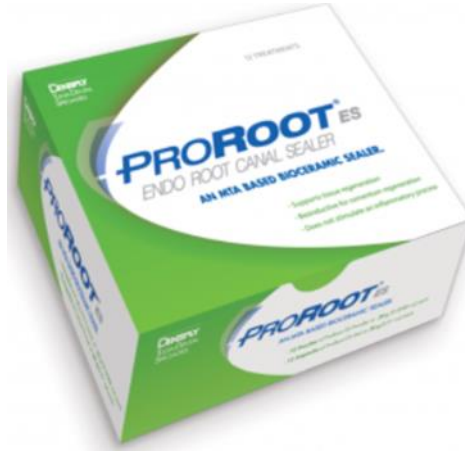
2.1.5.2. Mineral Trioksit Agregat (MTA) içerenler

a) ProRoot EndoSealer

b) MTA Angelus

c) Endo CPM Sealer

d) MTA-Fillapex



Şekil 16: ProRoot Biyoseramik Kanal Patı

2.1.5.2.1. MTA Fillapex

En çok kullanılan biyoseramik esaslı kanal patlarından biri MTA Fillapex'tir (121). İlk olarak 1993 yılında Torabinejad tarafından geliştirilen MTA, başlangıçta periapikal cerrahi uygulamalarında kök ucu dolgu maddesi olarak geliştirilmiştir. Üstün fizikokimyasal ve mekanik özelliklerinden dolayı endodontik patlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (125). MTA Fillapex; salisilat reçinesi, doğal reçineler, nano parçacıklı silikalar, MTA, bizmut oksit ve pigmentlerden oluşur. Yapı olarak ağırlıkça %75 Portland çimentosu, %20 bizmut oksit ve %5 kalsiyum sülfat dihidrat oluşturur. (Dentsply, Tulsa Dental, 2002). Portland çimentosunun içerisinde; trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, trikalsiyum aluminat, tetrakalsiyum aluminoferrit, kalsiyum sülfat, alkali asitler ve diğer bileşikler bulunur. Radyoopasite sağlaması ve bizmut oksitin dişi boyaması sebebiyle zirkonyum dioksit ilave edilmiştir (126).

MTA Fillapex, biyoyumludur ve kök dentinine kimyasal olarak bağlanır. Sertleşme reaksiyonu için kanal içerisindeki hafif nemi kullanır. 2-4 saat arasında sertleşme reaksiyonun başladığı ve sonlandığı görülmüştür. İçeriğindeki MTA, dentin sıvılarındaki fosfatla birleşerek hidroksi apatit yapı oluşumunu uyarır. Osteojenik aktivite sonucu pat-dentin adezyonu artar. Sürekli kalsiyum iyonu salınımı sağlar ve antibakteriyel etki sağlayan pH'ı korur ve aynı zamanda hidroksil

iyonlarının salınımına karşı güçlü bir afiniteye sahiptir. MTA Fillapex'in başlangıçtaki yüksek pH'ı (10,3) ve sertleşme tamamlandıktan sonra pH'nın 12,5'e yükselmesi ve bu değerinde stabil kalması bakteriyel hücre zarı ve protein yapısı üzerinde etki gösterebilmesi nedeniyle önemli bir avantajdır (127–129).

Dokudaki etki mekanizmaları histolojik açıdan şu şekilde bulunmuştur: TNF- α ve IL-6 gibi proinflatuar sitokinleri aşağı regüle ederek hücrelerin inflamasyon yanıtını inhibe eder ve osteojenik farklılaşmayı teşvik ederek hidroksi apatit yapımını uyarır (130).

Torabinejad ve ark. MTA'nın düşük çözünürlük özelliğine sahip olduğunu belirtse de yapılan başka çalışmalarda MTA Fillapex'in çözünürlüğünün %14'ten fazla olduğu ve zamanla artma eğilimi gösterdiği bulunmuştur (121,131). Yüksek sıcaklıklarda patın yapısında bozulma gözlenir. Daniel ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada Adseal, MTA-Fillapex, RoekoSeal, GuttaFlow 2 ve EndoRez karşılaştırılmış ve artan sıcaklıktan en çok MTA-Fillapex'in etkilendiğini (230°C'de %32,4 kütle kaybı) görülmüştür (132).

Materyalin maliyetinin yüksek olması, karıştırma güçlüğü, uzun sertleşme süresi, uygulama alanında dağılması, karıştırıldığı andaki yüksek sitotoksitesi ve kanal içerisinde yüksek çözünürlük gibi dezavantajlarının, klinik kullanımını sınırladığı bildirilmektedir (133–135).



Şekil 17: MTA Fillapex Kanal Patı

2.1.5.3. Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Patlarının Özellikleri

2.1.5.3.1. Biyouyumluluk

Biyouyumludurlar, yani toksik özellik göstermezler ve kullanıldıkları ortamda kimyasal olarak stabil kalırlar. Kök kanal sistemi içerisinde büzülme göstermezler ve taşkınlık durumunda çok az miktarda iltihabi cevap oluştururlar. Kalsiyum iyonları salan ve yüksek alkali pH'a sahip biyoseramik esaslı kök kanal patları, artan biyoaktiviteye sahip oldukları için tercih edilir. İçeriğindeki kalsiyum ve fosforun varlığının patın biyoaktif potansiyeli ile doğrudan ilişkili olduğu düşünülmektedir (10,136,137). Biyoseramik esaslı kanal patının alkalın pH'ı, apikal iyileşmeyi ve doku mineralizasyonunu destekleyebilir. Yapılan araştırmalarda hasarlı periradiküler dokulara endodontik dolgu maddesi olarak kullanımından sonra dokularda rejeneratif potansiyeli gösterdiği rapor edilmiştir (114,119,129,138).

Biyoseramik esaslı patların sağladığı alkalinitenin bakteriyostatik etki de sağladığı bildirilmektedir. Yapılan araştırmalarda gram pozitif *E. faecalis*'in yanı sıra gram negatif *porphyromonas gingivalis* (*P. Gingivalis*) ve *porphyromonas endodontalis* (*P. Endodontalis*) bakterilerine karşı güçlü bir antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu bildiren sonuçlar rapor edilmiştir (139–141).

Yapılan farklı araştırmalarda biyoseramik esaslı kanal patları iRoot SP, Endosequence BC; hücre kültürlerinde biyouyumlu özellik göstermiştir ve osteojenik faktör üretimini uyarmıştır. Diğer çalışmalarda ise trikalsiyum silikat bazlı bir endodontik pat olan BioRoot'un da sert doku birikimini, osteojenik büyüme faktörlerinin üretimini ve antimikrobiyal aktiviteyi indüklediği rapor edilmiştir (142–144). MTA-Fillapex ile yapılan bir araştırmada ise, yeni hazırlanmış materyalin yüksek sitotoksosite gösterdiği izlenmiştir. Bu durumun zamanla azalmadığı da dikkat çekmiştir. Yeni hazırlanmış patlarda görülebilen bu sitotoksosite; bu materyallerin içerisinde bulunan az miktarda toksik maddenin salınmasına bağlı olabileceği düşünülmektedir (145).

2.1.5.3.2. Sertleşme Süresi

Hidrofilik özellikte olan biyoseramik esaslı kanal patları sertleşme reaksiyonunu tamamlamak için kanal içindeki nemi kullanır. Üretici firmalar, aşırı

kuru kanallarda sertleşme süresinin uzadığını, bununla birlikte aşırı ıslak kanallar da sertleşme süresinin etkilenebileceği ve özellikle sertleşme sonrası patın mikrosertliğinin olumsuz etkilenebileceği öne sürmüşlerdir. Ayrıca, ıslak kanallarda pat sertleştiğinde daha gözenekli bir matrisin ortaya çıkması ve bu durumun, pattan dokuyu irrite edici maddelerin sızıntısına yol açabileceği dikkate alınmalıdır (145).

Biyoseramik esaslı kanal patları sertleşme sırasında büzülme göstermezler aksine hafifçe genişleme gösterirler. Kanal içinde genişleme eğilimi ile, intertübüler dentine sızarak hidroksiapatit oluşumuna neden olur ve bu da mikromekanik bir mekanizma yoluyla bağ kuvvetini artırır (114,146). Fakat yapılan bir araştırmada MTA Fillapex'te salisilatın sertleşme reaksiyonu başlangıcında hacimsel büzülmesi artan gözenekliliğe neden olur (147).

Üretici firmaya göre iRoot patı kanaldaki nem ile sertleştiğinden kanalı tam olarak kurutmaya gerek yoktur. Sertleşme sırasında büzülme göstermez ve patın sertleşme süresi 4 saattir. Sertleşme reaksiyonunun 16 saate kadar uzadığı da düşünülmektedir (63). EndoSequence enjekte edilebilir formda bulunan önceden karıştırılmış bir kanal patıdır. Çalışma ve sertleşme süresi 4 saattir. Sertleşme reaksiyonunda dentin tübüllerinden gelen nem kullanılır (148).

MTA Fillapex'in özelliklerinin incelendiği araştırmalarda ise 2-4 saat arasında sertleşme reaksiyonun başladığı ve sonlandığı görülmüştür (145,149,150). MTA Fillapex'in 1 hafta sonra bile tamamen sertleşme göstermediğini bulan çalışmalar da vardır (150,151). Bio-C Sealer kanal patının ölçülen 16,3 dakikalık sertleşme süresine uygun olarak 14 dakika boyunca ekzotermik reaksiyon verdiği gösterilmiştir (63). Isının kanal patlarına etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada ise 100°C'ye ısıtıldığında Bio-C Sealer'ın sertleşme süresinin önemli ölçüde uzadığı; iRoot patının 140°C'ye ısıtıldığında ise sertleşme süresinin önemli ölçüde kısaldığı bulunmuştur (152).

2.1.5.3.3. Akışkanlık

Akışkanlık, kanal patının dentindeki dar düzensizlikler, istmus, aksesuar kanallar ve ana ve yan konlar arasındaki boşluklar gibi erişilmesi zor alanları doldurmasını sağlayan önemli bir kriterdir. Bir kök kanal patının akış hızı 20 mm'den az olmamalıdır (66).

MTA Fillapex kök kanal patının akışkanlık hızının ortalama 25 mm ve EndoSequence BC kök kanal patının akışkanlık hızının ortalama 23-27 mm aralığında olduğu saptanmıştır. Bu düzeyler ideal bir kök kanal patının akışkanlık kriterlerine uygundur (145).

2.1.5.3.4. Çözünürlük

Kanal patlarının çözünürlükleri kök kanal tedavisinin uzun dönem başarısı için önemli bir etkidir. Çözünürlük, sertleşme süresi, doku sınırları, ortamın pH'ı, materyal bileşimi ve temasta bulunduğu çevre gibi birçok faktörden etkilenebilir (153). Grossman'ın ideal kök kanal patı özelliklerine göre sızdırmazlık ve çözünürlük özellikleri patlar için önemli bir durumdur (154). Daha önceki çalışmalara göre kanal patlarının çözünürlüğü ISO'nun önerdiği eşiği (%3 kütle oranı) aşmamalıdır (153,155–159).

Kök kanal dolgu malzemelerinin uzun vadede stabilitesi ve parçalanmaya karşı dirençli olması beklenir. Kanal patının parçalanmasının ardından oluşan boşlukların, kalan bakteriler için bir besin yolu oluşturabileceği, yan kanallarda veya istmuslarda önceden devre dışı bırakılmış biyofilmlerin aktivasyonuna veya dentin tübülleri içindeki bakterilerin aktivasyonuna yol açabileceği gösterilmiştir (160).

Yapılan araştırmalarda BioRoot ve EndoSequence patlarının çözünürlük değerleri, ısıtıldıktan sonra bile patlar için önerilen çözünürlük dâhilinde bulunurken Bio-C Sealer'ın çözünürlük değerinin idealin dışına çıktığı bulunmuştur (159,161). BioRoot kanal patının çözünürlük değerleri deneysel çalışmalarda %11,05 ile %37,6 arasında değiştiği bulunmuştur (10,142). MTA Fillapex çözünürlüğü yüksek bulunmuş bir kanal patıdır. Çözünürlük bu materyalin bir dezavantajı olsa da çözünürlük aralığının ISO 6876:2001 tarafından önerilen aralık (%3'ten az) içerisinde olduğu görülmüştür (150).

Klinik pratikte biyoseramik esaslı kanal patları tek kon tekniği ile kullanılmaktadır (162). Bio-C Sealer, BioRoot RCS, MTA Fillapex, Sealer Plus ve TotalFill BC Sealer gibi patların yüksek çözünürlük oranlarına sahip olmaları, aynı zamanda tek kon tekniği ile uzun vadeli klinik araştırmaların bulunmaması, özellikle bu materyaller kullanıldığında ciddi olarak ele alınması gereken bir durumdur (163,164).

Biyoseramik esaslı patların çözünürlüğüne biyolojik açıdan bakıldığında ise, daha yüksek çözünürlüğün, daha yüksek iyon kalsiyum salınımı ve dolayısıyla daha yüksek biyoaktivite ile ilişkili olabildiği görülse de kanal tedavisinin başarısını hangi ölçüde etkilediği hala araştırılmaktadır (162).

2.1.5.3.5. Radyoopasite

ISO 6876/2001'e göre, bir kök kanal patı için minimum radyoopasite, 3,00 mm alüminyum olarak standartize edilmiştir (80,114). Biyoseramik esaslı tüm patlarda uygun radyoopasite sağlayan ve bu patların hidrasyonunu engellemeyen zirkonyum içeriği bulunmuştur. Zirkonyum oksit daha iyi biyoyumluluk ve gelişmiş fiziksel ve mekanik özellikler sunar ve diş renginin bozulmasını önler (142).

EndoSequence BC 3,83 mm ve MTA-Fillapex 7 mm değerlerinde radyoopasitelik kriterlerine sahiptir.(145) Bir araştırmada ise BioSeal'in radyoopasite değeri 5,6 mm olarak bulunmuştur (71).

2.1.5.3.6. Adezyon

Patların adezyon yetenekleri araştırılırken dentin tübül penetrasyonlarına ve Push-Out testi ile bağlanma kuvvetlerine bakılabilir. Dentin tübül penetrasyonu, patın dentin tübüllerine nüfuz etme yeteneğini ölçer; bu, pat ile dentin arasındaki bağı geliştirmek için gerekli olan önemli bir özelliktir. Push-out testi, bağlanma kuvvetini ölçmek için kullanılan testlerden biridir. Yuvarlak dilim şeklinde hazırlanan dentinin üstüne çalışılacak materyal için uygun boyutta delik açılarak bu deliğe adeziv sistem ile birlikte materyal yerleştirilir ve materyalin çapıyla oranı 0.85'den az olan sivri bir uçla materyale kuvvet uygulanır. Ayrılmanın meydana geldiği kuvvet ölçülür. Bu metot adezyonu daha iyi taklit eder çünkü bu metotta test edilen materyalin adeziv sistemle dentine bağlanması sağlanır (165,166).

Materyal ile diş yüzeyi arasındaki bağlanma esas olarak patın fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşiminden, ortamın sıcaklık ve nem kontrolünden etkilenir (167,168). Kök kanal sisteminin irrigasyonu dentinin kimyasal yapısını değiştirebilir ve dolayısıyla dolgu materyallerinin yüzeye bağlanmasını etkileyebilir. Kök kanal sisteminin irrigasyonu ve smear tabakasının uzaklaştırılması için çeşitli irrigasyon maddeleri kullanılmaktadır. Smear tabakasının varlığı kök dolgu materyalinin dentin

tübüllerine adaptasyonunu azaltır. Sodyum hipoklorit (NaOCl), klorheksidin (CHX) ve etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) en yaygın kök kanal irrigasyon maddeleri arasındadır. Kanalin son irrigasyonundan sonra, solüsyonlarının kalıntıları kanalda kalabilir ve kök dolgu malzemelerinin kök dentiniyle etkileşimini veya dentin ile biyoseramik bazlı malzeme arasında bağlantı tabakanın oluşumunu etkileyebilir (169–172).

Biyoseramik esaslı kök kanal patları, sertleşme özelliklerini geliştiren ve kimyasal olarak dişe benzer kristal bir yapı oluşturan, böylece kök dentininin pata bağlanmasını artıran ve bağlanma mukavemetini artıran kalsiyum fosfat içerir. Kalsiyum fosfat intertübüler dentine sızarak hidroksiapatit oluşumuna neden olur ve bu da mikromekanik bir mekanizma yoluyla bağ kuvvetini artırır (114,146). iRoot SP (Innovative BioCeramix, North Fraser Way Burnaby, Kanada), Dia-Root (DiaDent, Chungcheongbuk-do, Kore) ve CeraSeal (Meta Biomed, Kore), dentine kimyasal olarak bağlanan ve sağlam bir bağlantı yapı oluşturan kalsiyum silikat bazlı biyoseramik kapatıcılardır (124,173).

Bir başka biyoseramik içerikli pat olan BioRoot RCS (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés Cedex, Fransa), 2016 yılında piyasaya sürülmüştür. Diğer biyoseramik patlar gibi dentinle kimyasal olarak güçlü bağ kurarlar. Diğer patlardan farklı olarak itme bağ mukavemeti daha yüksek bulunmuştur (167,174).

Epoksi reçine bazlı patlar, kalsiyum silikat bazlı patlara göre köke daha az adezyon gösterir. Yapılan bir araştırmada biyoseramik içerikli kanal patının sızdırmazlığı ve adezyon gücünün, epoksi reçine bazlı pattan (AH Plus; Dentsply Maillefer, Tulsa, OK, ABD) daha iyi olduğu gösterilmiştir. Bunun nedeni olarak, biyoseramik içerikli patın küçük parçacık boyutu (<2 mikron) sayesinde dentin tübüllerinin derinliklerine nüfuz edebilmesi gösterilmiştir (175,176). Bir diğer çalışmada da AH Plus'ın adezyon gücünün Endosequence BC'den daha düşük olduğu görülmüştür. Ah Plus'ın asidik yapısının dentine bağlanma gücünü sınırladığı düşünülmektedir (177). Araştırmalarda iRoot SP patının bağlanma dayanımının AH Plus ile benzer olduğu görülmüştür (178).

2.1.5.3.7. Diş Dokusunda Renklenme

Endodontik patların neden olduğu diş renklenmesi, endodontik tedavinin başarısını estetik açıdan riske atmaktadır. Koronal bölge üzerinde yapılan analizlerde, en fazla renk değişikliğinin kuronun servikal üçte birlik bölümünde meydana geldiği görülmüştür (179). İlk üretilen biyoseramik esaslı patlarda bulunan bizmut oksit bileşeni; kahverengi (NaOCl ile temas halinde), gri (klorheksidin ile temas halinde) ve hatta siyah (gluteraldehit ile temas halinde) olarak minede renklenme yapması nedeniyle, yerine bazı ticari formülasyonlarda zirkonya dioksit (zirkonya) veya tantal oksit gibi malzemeler kullanılmıştır (180,181).

Ahmed ve ark. tarafından yapılan kapsamlı bir incelemede tüm endodontik patların pulpa odasında bırakıldığında dişte renk değişikliğine neden olduğu sonucuna varmışlardır (182). Ioannidis ve ark. tarafından yapılan mine renk değişikliğinin in vitro spektrofotometrik analizinde, çinko oksit öjenol içerikli pat olan Roth 811'in MTA Fillapex ile karşılaştırıldığında ciddi koronal renk değişikliğine neden olduğu gösterilmiştir. Çoğu in vitro çalışma, uygun koronal kavite temizliğinden sonra BioRoot RCS ve MTA Fillapex gibi patların kullanımında, AH Plus gibi epoksi reçine patlara kıyasla kavitede daha az miktarda pat kalıntısının bulunduğunu bildirmiştir (183,184).

Yapılan araştırmada MTA Fillapex ve iRoot SP'nin klinik olarak algılanabilir renk değişikliğine neden olduğu, bu renk değişikliğinin ilk 3 ayda arttığı ve 6. ayda giderek stabil hale geldiği, aralarında anlamlı derecede hiçbir fark olmadığı bulunmuştur (185). Viapiana ve ark. tarafından yapılan çalışmaya göre Sealapex, AH Plus, MTA Fillapex patlarının içerikleri ve fiziksel özellikleri Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Sealapex, AH Plus, MTA Fillapex Patlarının İçerikleri (130)

AH Plus	Epoksi rezin, kalsiyum tungstat, zirkonyum oksit Adamantanamin, N-dibercil-5-diamin oksanon-1,9, TCD-diamin, silikon yağı	Dentsply, De Trey, Konstanz, Germany
Sealapex	Katalizör: İzobutil salisilat rezin, silikon dioksit, bizmut trioksit, titanyum dioksit, renklendiriciler Baz: sülfonamid rezin; N-etil tolüen, silikon dioksit, çinko oksit, kalsiyum oksit	SybronEndo – Sybron Dental Specialties, Glendona, CA, USA
MTA Fillapex	Salisilik rezin, seyreltilmiş rezin, doğal rezin, bizmut oksit, silika nanopartikülleri, mineral trioxide aggregate; renklendiriciler	Angelus, Londrina, PR, Brazil

Tablo 2: Sealapex, AH Plus, MTA Fillapex Patlarının Fiziksel özellikleri (130)

	Akıcılık		Radyoopasite (mm Al)	Çözünürlük (%)
	mm	mm²		
AH Plus	23	482 ± 53	15.74 ± 0.25	-0.25 ± 0.10
Sealapex	19	349 ± 36	7.43 ± 0.89	14.07 ± 2.19
MTA Fillapex	22	433 ± 25	7.11 ± 0.35	14.94 ± 0.93

2.2. Ağrının Nörofizyolojisi

Ağrı, vücudun herhangi bir yerinden başlayan, organik bir nedene bağlı olan veya olmayan, kişinin geçmişteki deneyimleri ile ilgili, sensoryal, duyusal ve hoş olmayan bir duygu olarak tarif edilmiştir (186).

Ağrı tanımlanmasında kullanılan tanımlar şunlardır (187,188):

- 1-Allodini: Ağrı olmaması gereken dokunmayı, ağrı olarak algılama
- 2-Analjezi: Ağrı duyusunun olmaması
- 3-Anestezi: Ağrı da dâhil bütün hislerin kaybı

4-Anestezi dolorosa: Duyu kaybı olan bölgede ağrı

5-Dizestezi: Uyarı ile veya uyarısız olarak nahoş ve anormal duyu

6-Hipoaljezi: Ağrılı uyaranlara azalmış reaksiyon

7-Hiperaljezi: Ağrılı uyaranlara artmış reaksiyon, sensoryal liflerin aşırı duyarlılığı

8-Hipoestezi: Azalmış cilt duyarlılığı (hafif dokunma, bası ve ısıya karşı)

9-Kozalji: Periferik sinirlerdeki tahribat sonucu gelişen, yanıcı karakterdeki ağrıdır. İlgili bölgeye çok hafif dokunma bile ağrı oluşturabilir.

10-Nöralji: Bir spinal veya kranial sinirin dağılım alanında görülen, tekrarlayıcı, şiddetli ve genellikle ilgili cildin uyarılması ile başlayan bir ağrıdır.

11- Parestezi: Belirli bir bölgede, herhangi bir uyarı olmadan, spontan olarak iğnelenme, karıncalanma veya uyuşma hissedilmesidir. Dorsal kök, periferik sinir veya santral sinir sistemi irritasyonuna bağlı olabilir.

12- Radikülopati: Bir veya birden fazla sinir kökünün anormal fonksiyonu

13- Fizyolojik ağrı: Doku hasarı yapabilecek şiddete yakın, ancak belirgin bir enflamasyon ya da sinir hasarı uyarılarının neden olduğu duyu şeklidir. Mekanik, kimyasal veya termal uyarıların etkileri, bası, yanma, sıcak ve soğuk şeklinde algılandıkları derecenin biraz üstüne çıktıklarında artık ağrı olarak algılanmaktadır.

14- Patolojik ağrı: Doku enflamasyonu ve sinir hasarı sonunda ortaya çıkmaktadır.

Ağrı duyusu ile ilgili reseptörler başlıca üçe ayrılır (186,189):

1.Mekanoreseptörler: Deriye hafif sürtünme ve bası gibi uyaranlara cevap verirler.

2.Termoreseptörler: Soğuk ve sıcak duyusunu alırlar.

3.Nosiseptörler: Uyarılma eşikleri yüksektir. Miyelinli A ve miyelinsiz C liflerinin uçlarını oluştururlar. İkiye ayrılırlar: a) Mekanik nosiseptörler b) Termal nosiseptörler.

2.2.1. Nosiseptörler

Nosiseptörler, "serbest sinir uçları" olarak adlandırılırlar ve ağrıyı algırlar. Doku hasarını tehdit eden veya gerçekten doku hasarına neden olan uyaranlara yanıt olarak etkinleşen sinir uçlarıdır. Nosiseptörlerin düşük oranlarda aktivasyonu bile ağrıya sonuçlanabilir. Bazıları kimyasal veya zararlı ısı gibi yalnızca tek bir modaliteye yanıt verir; diğerleri ise çeşitli zararlı uyarı türlerine hepsine karşı duyarlıdır yani polimodal tiptedir. Ağrı duyusunun kalitesi, uyarılan nosiseptörler tarafından innerve edilen dokuya bağlıdır (190–193).

Afferent nosiseptörlerin yüzey zarlarında çeşitli tipte farmakolojik reseptörler bulunur; bunlar arasında opiat, γ -aminobütirik asit (GABA), bradikinin (BK), histamin, serotonin ve kapsaisin reseptörleri bulunur.(194) Nosiseptörlerin duyarlılığı da hasarlı dokuda salınan bradikinin (BK), prostaglandinler, serotonin ve histamin gibi inflamatuvar mediatörlerin etkisiyle nörolojik sistemlerinin aktivasyonuna bağlıdır (195,196). Nosiseptörler, hızlı ve keskin ağrının iletilmesi için küçük, miyelinli aksonlar olan A-delta ve tip III liflerle ilişkiliyken; termal uyaranlar için yavaş ağrının iletimini ileten küçük, miyelinsiz aksonlar olan C lifleriyle ilişkilidir. En çok bulunan nosiseptif lifler: C (yavaş, donuk ağrı, ısı, kaşıntı), A-delta (keskin ağrı, soğuk) ve A-beta (kaba dokunma, mekanoreseptif) lifleridir (197,198).

2.2.2. Nörolojik Sistemde Ağrının Algılanması

Ağrıya duyarlı nosiseptörlerin aktivasyonu veya hasar görmüş dokudan salınan mediyatörler tarafından, medulla spinalise afferent iletimi ve dorsal boynuz üzerinden yüksek merkezlere ileti aşamaları ile gerçekleşir (186,199).

Ağrı 4 aşamada algılanır:

1-Transdüksiyon: Sinirlerin sensoryal uçlarında, stimulusun elektriksel aktiviteye dönüştürüldüğü aşamadır.

2-Transmisyon: İmpulsların sensoryal sinir sistemi boyunca yayıldığı aşamadır.

3-Modülasyon: Nosiseptif transmisyonun nöral etkenlerle modifiye olmasıdır.

4-Persepsiyon: Bireyin psikolojisi ile etkileşimi ve subjektif emosyonel deneyimleri sonucu gelişen, uyarının algılandığı son aşamadır (200).

2.2.3. Akut ve Kronik Ağrı

2.2.3.1. Akut Ağrı

Akut ağrıda sinir iletimi, bir reseptör tarafından algılanan bir ağrı uyarısıyla başlar. Bu ilk uyarı daha sonra nosiseptif nöronlar tarafından pro-inflamatuar mediyatörlerin salınmasıyla, inflamatuvar bir yanıtla nosiseptif ağrıya yol açar. Bu proinflamatuvar mediyatörlerin salınması, çevrelerindeki duyarlı hücreleri uyarak veya aktive ederek lokal duyarlılığı artırır ve akut ağrının oluşmasını sağlar (201,202).

Endodontik akut ağrı durumunda hastanın şiddetli ağrısı için 2 temel mekanizma öngörülmektedir:

1-Merkezi duyarlılaşma: Merkezi sinir sistemi içindeki nöronların uyarılabilirliğinde bir artış,

2- Periferik duyarlılaşma: Nosiseptörlerin periferik uçlarının uyarılma eşiğinde azalma ve yanıt verebilirliğinde artış

2.2.3.2. Kronik Ağrı

Ağrı, kişinin potansiyel veya tehlikeli bir duruma tepki vermesine izin veren önemli bir akut uyarı sinyali olsa bile, duyu kaybolmazsa kalıcı hale gelebilir ve başlangıçtaki koruyucu rolünü kaybedebilir. Nosiseptör kaynaklı inflamatuvar belirteçlerin salınması, ağrı uyarısının genişlemesine yol açar; bu, artık başlangıçta uyarının dahil olduğu noktada lokalize kalmaz; daha büyük bir alan üzerinde meydana gelecek şekilde genişleyebilir (202). Ağrı, daha geniş alana yayılan mediyatörlerle etkisini 3 aydan uzun sürdürdüğünde kalıcı veya kronik olarak tanımlanabilmektedir. Baş ve boyun bölgeleri, insan vücudunda kronik ağrı durumlarının en çok görüldüğü bölgelerdir. Genel popülasyondaki yetişkinlerin %10'undan fazlasını etkilediği düşünülmektedir (203,204).

2.2.4. Pulpada Bulunan Sinir Lifleri

Dental pulpa hücreleri, mezenkimal kök hücrelerinden üretilir ve multipotent farklılaşma ve kendini yenileme yeteneği sergiler (205,206).

Pulpada iki tip sinir lifi bulunmaktadır: Miyelinli A lifleri ve miyelinsiz C lifleri. A lifleri çoğunlukla dentini innerve etmektedir ve çaplarına ve iletim hızlarına göre A beta ve A delta olarak ikiye ayrılırlar. A beta lifleri uyarılara karşı A delta liflerinden daha hassastırlar ve çoğunlukla bir arada bulunmaktadır. A liflerinin %90'ını A delta lifleri oluşturmaktadır. C lifleri pulpanın gövdesini innerve etmektedir. A delta liflerinin uyarılma eşiği C liflerinden daha düşüktür ve C liflerini aktive edemeyen birçok uyarana karşı A delta lifleri hassastır.

A delta lifleri akut, keskin ağrıları algılamaktadır ve dentin tübülleri içerisindeki frezle aşındırma ya da hava spreyi gibi hidromekanik uyarılara karşı hassastır. C lifleri donuk, künt, yanıcı ve lokalizasyonunun belirlenmesi güç olan ağrıları iletir ve pulpaya ulaşan uyarılarla aktive olur. C liflerinin ağrı eşiği oldukça yüksektir ve diş kuronun içinden ısındığında ya da soğuduğunda aktive olur. C lifleri doku yaralanmaları ile ilişkilidir ve iltihap mediyatörleri, damarlardaki kan miktarı, akım hızındaki değişiklikler, kan basıncının artması ile uyarılabilmektedir (207–209).

2.3. Postoperatif Ağrı

Ağrı, hastanın yaşam kalitesini ve diş hekimi hasta ilişkisinin başarısını etkiler. Hastalar dental işlem sonrası ağrıyı klinisyenin becerilerinin ölçüldüğü bir ölçüt olarak görebilir. Hastanın diş hekimlerine olan güvenini veya tedavi sonrası hasta memnuniyetini zayıflatabilir (210,211).

Postoperatif ağrı endodontik tedavi sonrası çok yaygın görülür. Araştırmalarda, endodontik tedavi gören hastaların % 2,5 ila % 60'ını etkiler ve tedaviden sonra 6 ila 12 saat arasında artma eğilimi gösterir (3,212,213). Postoperatif endodontik ağrının işlem öncesi ve işlem sırasındaki prosedürel faktörlere bağlı olarak, bireyden bireye farklılık gösterdiği düşünülmektedir.

2.3.1. İşlem Öncesi Postoperatif Ağrıyı Etkileyen Faktörler

- 1-Yaş,
- 2-Cinsiyet,
- 3-Preoperatif ağrı varlığı,

- 4- Pulpanın durumu,
- 5-İlgili dişin tipi ve lokalizasyonu,
- 6-İşlem öncesi endişe/anksiyete durumu,
- 7- Periapikal lezyon varlığı,
- 8- Preoperatif ilaç kullanımıdır (214–217).

2.3.1.1. Yaş

Yapılan araştırmalarda yaşın postoperatif ağrı üzerine etkisi kesin olarak bilinmemekte ve halen araştırılmaktadır. Bazı kriterlerin yaşla beraber ağrıyı etkilediği düşünülse de kesinleşmiş bir bulgu yoktur. Örneğin yaşla beraber pulpa ve periradiküler dokuların iyileşme yeteneklerinin azaldığı ve uyaranlara karşı duyarlılık seviyelerinin azaldığı görülmüştür fakat bunların tek başına ağrı üzerinde etkili olmadığı düşünülmektedir (218). Dental tedavi geçmişinin yaşlı hastalarda daha fazla deneyimlendiği varsayılarak Watkins ve ark.'nın (219) yaptığı araştırmada ise, araştırmaya katılan 35 yaş altı hastalarda 35 yaş üstü hastalara göre postoperatif endodontik ağrı seviyeleri daha yüksek bulunmuştur. Bu bulguyla beraber, dental tedavi deneyiminin ve sonuçları hakkında bilgi sahibi olmanın ağrıyı önemli ölçüde azalttığını düşünülmektedir. Ali ve ark. (220) tarafından yapılan başka bir araştırmada ise yaşla beraber ağrı seviyesinin arttığı görülmüştür. Bunun sebebi olarak da yaşlı hastalarda daha az ağrı toleransı olması, pulpal ve periradiküler kan akışının daha az olması ve gecikmiş iyileşmenin olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan birden çok araştırmada ise yaşın postoperatif ağrı üzerinde hiçbir etkisi bulunmamıştır (221–224).

2.3.1.2. Cinsiyet

Cinsiyetin postoperatif ağrı üzerine etkisi halen araştırılmaktadır. Yapılan bir araştırmada postoperatif ağrı prevalansı kadınlarda (%7,4) erkeklere (%1,8) göre yüksek bulunmuştur. Kadınların ağrı prevalansındaki bu farklılığını açıklamak için iki olası açıklama sunulmuştur:

1-Pelvik yapısı ve üreme organlarındaki farklılıklar, olası lokal ve uzak hiperaljeziye yol açan ek bir enfeksiyona giriş yolu sağlayabilmesi,

2-Kadınlarda, gün içinde kandaki seviyelerinin daha değişken olduğu görülen serotonin ve noradrenalin seviyeleri ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (225,226).

Yapılan diğer araştırmalarda da postoperatif ağrının kadınlarda daha fazla görüldüğü bulunmuştur (227–229).

Segura-Egea ve ark.'na (230) göre ise postoperatif ağrı seviyeleri cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermemektedir. Yaptıkları araştırmada her iki cinsiyette de benzer intraoperatif ağrı seviyeleri bulmuşlar, ancak kadınlarda erkeklerden daha yüksek ağrı seviyeleri kaydetmişlerdir. Buna rağmen anlamlı bir fark olmadığını rapor etmişlerdir.

2.3.1.3. Preoperatif Ağrı Varlığı

Preoperatif ağrı varlığı, işlem öncesi 24 saat içindeki ağrı seviyesi olarak değerlendirilir (226). Tedavi öncesi şiddetli ağrıya başvuran hastalarda, anksiyete seviyelerinin yükseldiği ve uygulanan anestezi işlemlerinde başarısızlık oranlarının arttığı görülmüştür. Bu bulguların postoperatif ağrıyı etkilediği düşünülmektedir (214).

İşlem öncesi ağrı olduğunda, postoperatif ağrının ortaya çıkma olasılığının 2.8 kat arttığı bulunmuştur (226). Bu bulgu diğer çalışmalarla da uyumludur (211,231,232).

2.3.1.4. Pulpanın Durumu

Pulpanın durumu postoperatif ağrı için önemli bir etkidir. Postoperatif ağrı, pulpa içindeki inflamasyona veya enfeksiyona veya periradiküler dokularda her ikisine de atfedilebilir. Kök kanal sisteminin enfekte olması ve bütünlüğünün bozulması, dolayısıyla ilerleyen aşamada periapikal dokulara ulaşan nekrotik pulpa doku artıkları ve bakteriyel ürünlerle beraber prostaglandinler, lökotrienler, bradikinin, trombosit aktive edici faktörler dışın apikal alanını çevreleyen dokulara salınır. Sonuç olarak, ağrı lifleri doğrudan uyarılır ve ağrı oluşur (233).

Yapılan birden çok araştırmada nekrotik pulpalı dişlerin flare-up/alevlenme ihtimali vital pulpalı dişlere oranla yüksek bulunmuştur. Bunun, başarılı bir

endodontik tedaviden sonra bile pulpanın durumu ve postoperatif ağrı arasında ilişkiyi açık bir şekilde gösterdiği düşünülmektedir (234–237). Ancak Harrison ve ark. (238) ise geri dönüşümsüz pulpa iltihabı ile başvuran hastalarda nekrotik pulpalı dişlere sahip hastalara oranla daha yüksek postoperatif ağrı insidansı olduğunu göstermişlerdir. Bu durumun; vital pulpalı dişin odontojenik ağrının erken evrelerine daha çok mediatör salınımı ile daha çok uyarıda bulunması sonucu olduğu düşünülmektedir.

İnce ve ark. (239) tarafından yapılan araştırmada ise nekrotik pulpalı dişlerle vital pulpalı dişlerde işlem sonrası ağrı insidansında farklılık olmadığı görülmüştür.

2.3.1.5. İlgili Dişin Tipi ve Lokalizasyonu

Diş tipinin ve lokalizasyonunun postoperatif ağrı prevalansı üzerindeki etkisi konusunda çelişkili sonuçlar vardır (219,240–242). Segura-Egea ve ark. (230) tarafından yapılan bir çalışmada, alt çene ve üst çene ön ve arka bölge dişlerde postoperatif ağrı seviyeleri araştırılmış ve genel olarak alt çene dişlerde ağrı seviyeleri daha yüksek bulunmuştur. Bununla beraber alt ve üst çenenin ön bölgede ağrı insidansları; alt ve üst çenenin arka bölge dişlerdeki ağrı insidansına göre daha düşük bulunmuştur. Buna karşın her iki çenedeki dişler arasında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır.

2.3.1.6. İşlem Öncesi Endişe/Anksiyete Durumu

Kök kanal tedavisi öncesinde ve işlem sırasında birçok hasta, yaşayabileceği ağrıyı düşünerek endişeli hale gelir. Ayrıca semptomatik pulpitis veya periodontitis varlığında hastanın ağrı eşiğinin değişmesini etkileyen bazı mekanizmalar gerçekleşir;

1-Merkezi duyarlılaşma (merkezi sinir sistemi içindeki nöronların uyarılabilirliğinde bir artış) ve

2-Periferik duyarlılaşma (ağrı eşiğinde bir azalma ve nosiseptörlerin periferik uçlarının yanıt verebilirliğinde bir artış)(243).

Özellikle nörojenik inflamasyon tarafından üretilen morfogenetik değişiklikler sinir liflerinin anestetik maddeye karşı direncine neden olduğunda, ağrının kontrolü için bir zorluğu temsil eder (244).

Bu çalışmalarla uyumlu sonuçları olan, Torabinejad ve ark. (245) tarafından 1992’de yapılan araştırmaya göre endişeli veya anksiyetik hasta, apikal bölgede enfeksiyonun etkileri ile birlikte ağrı eşiğini ve lokal anestezinin etkisini azaltır. Bu durumun hem işlem sırasında hem de işlem sonrasında ağrıya neden olabileceği düşünülmüştür.

2.3.1.7. Periapikal Lezyon Varlığı

Periapikal lezyon varlığının postoperatif ağrıya etkisi ile ilgili henüz yeterli araştırma yapılmamış ve kesin sonuçlar bulunamamıştır. Pulpa nekrozu ve apikal periodontitis, periapikal dokuları ve tüm kök kanal sistemini etkileyen durumlardır (246). Yapılan analizler, sadece kök kanal sisteminin apikal kısmında değil, aynı zamanda apikal lezyonun tüm bölgelerinde bakteriyel biyofilmlerin varlığını göstermiştir (247). Bakteriyel biyofilm ve ürünlerinin periapikal dokuyla etkileşimiyle ortaya çıkan alevlenmenin lezyonu olan hastalarda daha fazla görüldüğü düşünülmektedir. Bu doku etkileşimi ve doku hasarının gelişmesi üzerine vücudun savunma sisteminin bir mücadele tepkisi başlatarak şişlik ve ağrıya neden olduğu görülmüştür (3,248).

Glennon ve ark. tarafından rapor edilenlere göre Genet ve ark. tarafından 1987 yılında yapılan bir araştırmada 5 mm'den büyük periapikal lezyonu olan dişlerin postoperatif ağrı ile ilişkili olduğu bulunmuştur (232).

Birden çok araştırmada ise periapikal bölgede lezyon varlığının postoperatif ağrı üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı rapor edilmiştir (211,241,249).

2.3.1.8. Preoperatif İlaç Kullanımı

İşlem öncesi analjezi alımı, tarihsel olarak postoperatif ağrıyı güçlendiren afferent duyu girişini önleyen bir tedavi olarak tanımlanmıştır (250). Endodontik tedavi tanısı alan hastalarda genel şikâyet durumu dişte hissedilen ağrı olduğundan, ilaç kullanımı endodontik tedaviye başlamadan önce hastalara analjezi sağlar (251).

Sistematik incelemeler, steroidal ve steroidal olmayan anti-enflamatuar ilaçların (NSAID'ler) ve opioid analjeziklerinin ağrı kesici etkinliklerini değerlendirmiştir. Birbirlerine karşı üstünlükleri hakkında kesin sonuçlar bulunamamıştır (252).

Ancak diş ağrıları için, steroid olmayan antienflamatuar ilaçlar (NSAID'ler) en sık alınan analjezik ilaçlardan biridir. Popülerlikleri, kolay ulaşılabilirliklerine, ağrı ve ateşin hafifletilmesindeki etkinliğine ve terapötik dozlarda düşük yan etkileri olmasına atfedilir (253,254). NSAİD ilaçların postoperatif ağrıya etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, anti-enflamatuvar ilaçların doku hasarı bölgesindeki ağrıyı doğrudan veya dolaylı olarak önleme potansiyeli olduğu ve bunu enflamatuvar mediyatörlerin salınmasının baskılamasıyla gerçekleştirdiği kanıtlanmıştır. Azalan mediyatör seviyelerinin, vasküler geçirgenlikteki artışı önlediği ve böylece doku basıncı ve ağrı oluşumuyla sonuçlanan doku sıvısı birikimini azalttığı bulunmuştur (255).

Dolayısıyla işlem öncesi ilaç kullanımının hem işlem sırasındaki hem de işlem sonrasındaki ağrıyı azaltabileceği düşünülmektedir (216,233,256,257).

2.3.2. İşlem Sırasında Postoperatif Ağrıya Etkileyen Faktörler

- 1- Çalışma uzunluğu ve şekillendirme prosedürleri,
- 2- Kullanılan irrigasyon solüsyonları,
- 3-Tek veya çok seansta kanal tedavisi uygulaması,
- 4- Kanal içi medikament uygulaması,
- 5- Postoperatif ilaç kullanımı,
- 6-Çalışma süresidir
- 7-Hekimin deneyimli olması
- 8-Kanal dolum malzemeleri (214–217).

2.3.2.1. Çalışma Uzunluğu ve Şekillendirme Prosedürleri

Endodontik tedavilerin başarısı, kök kanal sisteminde mikrobiyal floranın ortadan kaldırılmasına, doğru çalışma boyu ile uygun şekillendirmeye ve son olarak sızdırmazlığı sağlayan üç boyutlu bir kanal dolum yöntemine bağlıdır (212,216,258–261). Kök kanal tedavisi sırasında en büyük zorluklardan biri de kök kanal sistemini temizlemek ve şekillendirme aşamasıdır. Kök kanal anatomisini, özellikle apikal foramenin formunu ve konumunu korumak, kök kanalından periapikal dokuyu tahriş

eden doku artıklarının ekstrüzyonunu önlemek postoperatif ağrı için çok önemlidir (247).

Kök kanal sistemi içerisinde uygun şekillendirme, fizyolojik apeks olarak da adlandırılan minör apikal daralıma/foramene kadar gerçekleştirilir. Şekillendirme sırasında bu bölgenin anatomisi korunmalıdır. Siqueira ve ark. (3) tarafından yapılan bir araştırma, doğru çalışma boyuna uyulmaksızın yapılan şekillendirmenin periapikal dokuları mekanik olarak tahriş ettiğini ve işlem sonrası daha yüksek bir ağrı insidansına neden olduğunu göstermiştir.

Kök kanalından apikal bölgeye ekstrüze olan smear tabakası, nekrotik pulpa doku artıkları, bakteriyel ürünler ve/veya kullanılan kanal dolgu malzemeleri apikal bölgedeki tahrişin ve oluşan postoperatif ağrının kaynakları olarak gösterilmiştir (262–264).

Saini ve ark. (6) tarafından yapılan bir çalışmada el eğeleri ile yapılan şekillendirme prosedürlerinin, döner ege rotasyon sistemiyle şekillendirme prosedürlerine göre postoperatif ağrıya daha fazla neden olduğu bulunmuştur. Nekoofar ve ark. (265) ise resiprokal eğelerle uygulanan endodontik tedavinin, rotasyon prensibiyle çalışan eğelerle uygulanan tedaviye kıyasla daha fazla postoperatif ağrıya neden olduğunu bildirmiştir.

2.3.2.2. Kullanılan İrrigasyon Solüsyonları

Kök kanal tedavisi uygulanırken en çok kullanılan irrigasyon solüsyonları %5,25'lik sodyum hipoklorit (NaOCl), %17'lik etilen diamin tetraasetik asit (EDTA) ve %2'lik klorheksidin (CHX)dir (266). Kimyasal ve potansiyel alerjen bir yapıdan oluşan irrigasyon solüsyonları, periradiküler dokularla temas ettiklerinde toksik olma potansiyeline sahip olabilir ve dokularda enflamasyonu tetikleyebilir. İnflamatuvar yanıtın büyüklüğü, ekstrüze olan solüsyonun miktarına ve yoğunluğuna bağlı olarak değişebilir (267).

2010 yılında Onay ve ark. (248) tarafından yapılan bir çalışmada, %5,25 sodyum hipoklorit ile kök kanal irrigasyonunun, %2'lik klorheksidin çözeltisi ve %3'lük hidrojen peroksit ile irrigasyona kıyasla daha fazla ağrı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada kök kanal irrigasyonu yapılmayan hastaların, %5,25 sodyum hipoklorit ve %3 hidrojen peroksit ile irrigasyon yapılanlara göre daha fazla

sıklık ve düzeyde ağrı hissettikleri bulunmuştur. Bunun sebebi olarak kök kanal sistemi içerisindeki bakteriyel ürünlerin ve nekrotik pulpa artıklarının etkili bir biçimde temizlenmemiş olması ve kanal sistemi içerisinde hala aktif olan bakteriyel popülasyonun sebep olduğu düşünülmüştür.

Endodontik tedavi tek seansta bitirilmediğinde ve seans sonrası şiddetli ağrılarda, oda sıcaklığından daha soğuk normal salinle irrigasyon yapılmasının ağrıyı etkili bir şekilde azalttığı düşünülmektedir (268).

2.3.2.3. Tek veya Çok Seansta Kanal Tedavisi Uygulaması

Yapılan araştırmalarda, çoklu seans endodonti ile karşılaştırıldığında, tek seans için postoperatif ağrı insidansının, şiddet veya kontrol kapasitesinde anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir (269–271).

Vishwanathaiah ve ark.'nın (264) çalışmasında alevlenmelerin ve postoperatif ağrının, çoklu ziyaretlerden sonra daha yaygın olduğu belirtilmiştir. Çok seanslı kanal tedavilerinde, seanslar arasındaki sürede kanal içinde konak savunmasının bakterilerle ilişkideki dengesizliğini neden göstererek ağrı oluştuğu bildirilmiştir. Bu ağrının, çeşitli çalışmalarda kök kanal sistemindeki etkinliklerinin gösterildiği; porfiromonas endodontalis, porfiromonas gingivalis ve prevotella türleri gibi spesifik bakterilerin patojenik etkisinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (212,272,273).

Martins ve ark. ve İbrahim ve ark. (259,274) tarafından yapılan ayrı çalışmalarda her seanstan sonra hastaların yaşadığı ağrının yoğunluğu konusunda farklılıklar olduğu görülmüştür. En şiddetli ağrı yoğunluğunun ise her randevudan ortalama 6 saat sonra görüldüğü rapor edilmiştir.

Tek seansta postoperatif ağrı oluşumunun daha fazla olacağını rapor eden bir çalışmada bu farkın olası bir açıklaması olarak, periapikal inflamasyona ve mikrobiyal kolonizasyona neden olma olasılığı daha yüksek olan nekrotik dokunun; tek seanslık bir tedavide temizleme ve şekillendirme sırasında ekstrüze olma ihtimalinin daha fazla olabileceği gösterilmiştir (264).

Sistemik bir derlemede ise, çok seanslı endodontik tedavide ziyaret sayısının da postoperatif ağrı insidansını etkileyebileceğini gösterilmiştir (275).

2.3.2.4. Kanal İçi Medikament Uygulaması

Maddox ve ark. (1977), Harrison ve ark. (1983), Torabinejad ve ark. (1988) tarafından yapılan ayrı çalışmalarda (276–278); antibakteriyel, anti-enflamatuar veya anestezi özelliğe sahip kanal içi ilaçların postoperatif ağrıyı hafiflettiği bulunmuştur.

Kalsiyum hidroksit, birden fazla seansla endodontik tedavide mikroorganizmalara karşı ideal bir kök kanal ilacı olarak kabul edilir ve endodontide yaygın olarak kullanılır. Bu tür kanal içi ilaçların, hem kök kanallarında bulunan mikroorganizmaların toplam sayısını hem de yeni patojenlerin büyümesini geciktirerek postoperatif ağrı insidansını azaltacağı düşünülmektedir (279).

2.3.2.5. Postoperatif İlaç Kullanımı

İşlem sonrasında hastanın ilaç kullanımı, tıpkı işlem öncesi ilaç kullanımı gibi postoperatif ağrıyı azaltabileceği düşünülmektedir (216,233,256,257).

Yapılan birden çok araştırmada, işlem sonrası kullanılan analjezik ve anti-inflamatuar ilaçların periapikal bölgedeki enfeksiyon üzerine etki göstererek özellikle ilk 24 saatte postoperatif ağrı insidansını azalttığı görülmüştür (216,256,257,280,281).

2.3.2.6. Çalışma Süresi

Çalışma süresinin postoperatif ağrıya olan etkisiyle ilgili henüz yeterli sayıda çalışma yoktur. İşlem sırasındaki ve işlem sonrasındaki ağrıya olan etkisi kesin olarak bilinmemektedir (219,241).

Claffey ve ark. (282) tarafından yapılan bir araştırmada, kanal tedavisi süresinin uzunluğu arttıkça işlem sırasında ağrı hisseden hastaların sayısı artmıştır. Bunun sebebi olarak, anestezi etkisinin aşamalı olarak azalması ve tedavisi süresi arttıkça hastanın endişe seviyesinin artması düşünülmüştür.

Bir başka araştırmada ise 45 dakikadan daha kısa süren kanal tedavisi seanslarından sonra, 45 dakika üstü seans sürelerine göre postoperatif ağrının anlamlı şekilde daha az olduğu görülmüştür (283).

2.4. Ağrı Skalaları

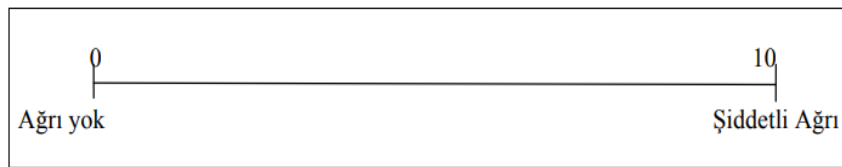
Doğru ağrı değerlendirmesi hem tanı hem de tedavi amacıyla klinisyenler için önemlidir. Ağrı şiddeti hastalığın ciddiyetini ve yaşam kalitesine etkisini anlamak için kullanılır. Ağrı ölçümleri aynı zamanda araştırmalarda kullanılan yaygın bulgulardır. Ağrı yoğunluğunu doğru bir şekilde ölçen skalalar da bu nedenle önemlidir (284,285).

Yapılan araştırmalarda, ağrılarının tanımlanmalarıyla ilgili en çok ‘Görsel Analog Skalası (VAS) ve Sayısal Derecelendirme Skalası (NRS)’ kullanıldığı görülmüştür (286–288). Bununla beraber, Burford Ağrı Termometresi, Mc Gill Melzack Ağrı Soru Formu, West Haven Yale Çok Boyutlu Ağrı Envanteri, Anımsatıcı Ağrı Değerlendirme Kartı, Dartmount Ağrı Soru Formu gibi ağrı skalaları, az bilinen ve kullanım yaygınlığı çok az olan diğer ağrı skalalarıdır (289–291).

2.4.1. Görsel Analog Skalası (VAS)

VAS ölçeği ilk kez 1921 yılında Hayes ve Patterson tarafından kullanılmıştır (292).

Hastanın ağrı deneyimini temsil eden 10 cm uzunluğunda yatay bir çizgi üzerinde bir noktayı göstermesine dayalıdır. Ağrı yoğunluğunu 0 (ağrı yok) ile 10 (maksimum ağrı) arasında değerlendirir. Ağrının seviyesi bir cetvel yardımıyla çizgi üzerinde ölçülür ve kaydedilir. Ölçümler 3 cm’den küçükse hafif ağrı, 4 cm ile 7 cm arasındaysa orta derecede ağrı ve 8 cm’den büyük olduğunda şiddetli ağrı olarak kayıt edilir (293).

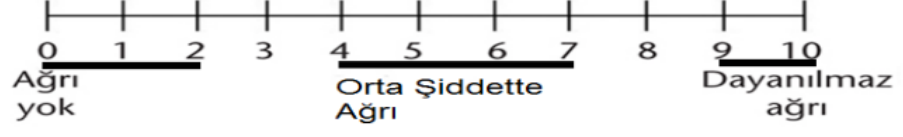


Şekil 18: VAS Skalası

2.4.2. Sayısal Derecelendirme Skalası (NRS)

En sık kullanılan ve kullanımı en kolay olan skaladır. NRS ölçeğinde hastalardan, ağrılarının 0'dan 10'a kadar bir sayı ile derecelendirmeleri istenir; burada

0 "ağrı yok" ve 10 "hissedilen olan en kötü ağrı" anlamına gelir. NRS sözlü veya yazılı olarak puanlanabilir. Hem klinik hem de araştırma ortamlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (294).



Şekil 19: NRS

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız tek merkezli ve bir randomize klinik araştırma olup Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 05.05.2023 tarihli toplantısı ve 2023/5 toplantı numarası ile etik kurul onayı alındı

3.1. Hasta Seçimi

Araştırmaya Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'na başvuran, asemptomatik geri dönüşümsüz pulpa iltihabı olan ve/veya preprotetik kanal tedavisi gereksinimi olan vital pulpalı premolar dişlere sahip, 18-45 yaş arasında ve sistemik hastalığı bulunmayan veyahut sistemik hastalığı kontrol altında olan 80 hasta dâhil edildi. Hastalara tedavi öncesinde, tedavi ile ilgili tüm aşamalar ve oluşabilecek komplikasyonlar hakkında bilgi verilerek aydınlatılmış onam formları imzalatıldı.

Hastaların çalışmaya dâhil edilme kriterleri şu şekilde belirlenmiştir:

1. Kanal tedavisi endikasyonu konulmuş mandibular ve maksiller (tek köklü/iki köklü) premolar dişler
2. Preoperatif ağrısı olmayan dişler,
3. Daha önce kanal tedavisi yapılmamış dişler,
4. Periodontal skor indeksi 3'ün altında olan dişler,
5. Travma geçirmemiş ve ciddi diş malpozisyonu olmayan dişler,
6. Karmaşık kök kanal morfolojisine sahip olmayan dişler,
7. Kök eğriliği $>25^\circ$ olmayan dişler,
8. Sinüs yolu, periapikal apse ve selülitli olmayan hastalar

Hastaların çalışma dışında tutulma kriterleri ise şu şekilde belirlenmiştir:

1. 18-45 yaş aralığında olmayan hastalar
2. Son 6 ay içerisinde kortizon kullanımı ve son 1 hafta içerisinde analjezik-antienflamatuar- antibiyotik kullanımı olan hastalar
3. Nonsteroid antienflamatuar ilaçlara intolerans öyküsü olan hastalar

4. Fiziksel veya psikolojik engeli olan veya tedavi protokollerini anlamada yetersizlik gösteren hastalar

5. İç ve dış kök rezorpsiyonu olan hastalar

6. Hamile hastalar

7. Kontrolsüz sistemik rahatsızlığı olan hastalar

3.2. Hastaların Tedavi Öncesi Kayıtları

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi bölümünde muayene sonrası maksiller ve mandibular dişlerine kanal tedavisi endikasyonu konulan ve endodonti kliniğine başvuran hastaların ilgili dişlerinden açığortay tekniği ile periapikal filmler alınarak kaydedildi. Tedavi planlanan dişlere elektrikli pulpa testi uygulanarak vital oldukları tespit edildi. Dâhil edilme kriterlerine uyan hastaların bilgileri alınarak randevuları oluşturuldu.

3.3. Grupların Oluşturulması

Çalışmaya dâhil edilen 80 hasta için toplam dört farklı kanal dolum patı kullanılması planlandı. Bunlar ‘Sealapex, Ah Plus, MTA Fillapex ve Dia-Root Bioseramik’ kanal dolum patlarıdır. ‘Sealapex’ kanal patı kalsiyum hidroksit içeriği ve yüksek pH seviyesi nedeniyle güçlü antibakteriyeldir ve kök kanal tedavilerinde uzun zamandır kullanılmaktadır. Çözünürlüğünün fazla olması patının en önemli dezavantajıdır. Ayrıca kolay elde edilebilmesi ve kullanım yaygınlığı sebebiyle çalışmamıza dâhil edildi. ‘AH Plus’ kanal patı epoksi rezin grubuna ait bir pattır. Düşük çözünme oranı, dentine güçlü adezyon ve sızdırmazlık özelliklerinden dolayı altın standart olarak kabul edilmektedir. Patının sertleşmesi tamamlanana kadarki süreçte sitotoksik yapıda olması ve altın standart kabul edilmesi araştırmamıza dâhil etmeye ve postoperatif ağrıya olan etkisini incelemeye sevk etti. ‘MTA Fillapex’ kanal patı biyoseramik esaslı patlara MTA eklenmesiyle üretilmektedir. MTA içeriğinin sızdırmazlığa ve antibakteriyel etkiye katkısı yüksektir. Yaygın kullanılan diğer patlarla beraber, kalsiyum silika-fosfat esaslı diğer biyoseramik patlara kıyasla postoperatif ağrıya olan etkisi merak edildiğinden çalışmamıza eklendi. ‘Dia-Root Biosealer’ kanal patı ise kalsiyum silika-fosfat içerikli enjekte edilebilir formda bir biyoseramik pattır. Yüksek akışkanlık, dentine güçlü penetrasyonu ile ön plandadır.

İyileşmeye ve hidroksi apatit yapı oluşumuna etkileri bilindiğinden kullanımları yaygındır. Çalışmamıza, inflamatuvar süreci engelleyerek iyileştirme özelliğinin postoperatif ağrıya olan etkisi merak edildiğinden dâhil edildi. Patların belirlenmesinden sonraki süreçte, anamnezleri alınan ve dâhil edilme kriterlerini karşılayan 80 hastaya sırasıyla bir numara verildi ve kanal dolum patlarının isimleriyle beraber bir web sitesi (www.randomizer.org) kullanılarak randomize olarak dört gruba (n=20) ayrıldı. Her bir kanal dolum patı için randomize ve 20 kişilik gruplar oluşturulup kaydedildi.

3.4. Tedavi Yöntemi

Tüm hastalara 1:100.000 adrenalin içeren artikain hidroklorür (Maxicaine, VEM İlaç San. ve Tic. A.Ş., İstanbul) ile lokal anestezi yapıldı. Su soğutması altında aeratör ile dişlerin giriş kaviteleri açıldıktan sonra ağız ortamından izolasyon amacı ile ilgili dişlere rubberdam uygulandı. Giriş kavitesi açıldıktan sonra #10 no K-tipi eğe ve Woodpecker (Guilin Woodpecker Medical Instrument Co. Ltd., China) Woodpex (Guilin Woodpecker Medical Instrument Co. Ltd., China) V Gold elektronik apeks bulucu yardımıyla kanalların çalışma boyu belirlendi. Her dört grupta da VDW (Dentsply Sirona Inc., ABD) Gold endomotor yardımıyla V Taper Gold (Fanta Dental Material, Şangay, Çin) NiTi döner alet sistemi kullanıldı. Her gruptaki hastalara, ilgili NiTi eğe üretici firmanın önerdiği 2 nm torkta ve 300 rpm hızda (devamlı) saat yönünde 360° rotasyon modunda ve sırasıyla S1, S2, F1, F2, F3 eğeleriyle kök kanal genişletmesi yapıldı. Genişletmenin yetersiz kaldığı durumlarda F4 eğesiyle bitim şekillendirmesi yapıldı.

Kök kanallarının irrigasyonunda her alet değişiminde 2 ml %5,25'lik NaOCl kullanıldı. Bütün irrigasyon işlemlerinde yandan açılan 27 gauge irrigasyon iğnesi (EndoEze; Ultradent Products Inc. South Jordan, ABD) çalışma uzunluğundan 3 mm kısa olacak şekilde kullanıldı. Final irrigasyonu için ise sırasıyla %17 Etilen diamin tetra asetik asit (EDTA), distile su ve %5,25 sodyum hipoklorit (NaOCl) kullanıldı.

Kök kanalları steril kâğıt konlar kullanılarak kurutuldu. Randomize olarak ayarlanan gruplardaki hastalara ilgili grubun kök kanal dolum patı ve gütâ perka ile uygulanarak kök kanal tedavileri tamamlandı. Tedaviler tek seansta bitirilmiş ve gütâ perka ve kanal dolum patları lateral kondensasyon yöntemi ile uygulanmıştır.

Kök kanal tedavisi sonrası dişlere matriks bandı izolasyonu ile kompozit dolgu işlemi uygulandı. Tedavileri tamamlanan hastalardan açığortay tekniği ile bitim periapikal radyografileri alındı ve kayıt edildi.

Hastalara ağrı kesici ilaç reçete edilmedi. Hastalar postoperatif semptom ve komplikasyonlar hakkında bilgilendirildi ve tedavi süreci tamamlandı.



Şekil 20: Çalışmamızda kullandığımız Woodpecker Woodpex V Gold elektronik apeks bulucu



Şekil 21: Çalışmamızda kullandığımız VDW Gold Endomotor



Şekil 22: Çalışmamızda kullandığımız V-Taper Gold döner ege seti



Şekil 23: Çalışmamızda kullandığımız EndoEze irigasyon iğnesi



Şekil 24: Çalışmamızın ilk grubunda kullanılan Sealapex patı



Şekil 25: Çalışmamızın ikinci grubunda kullanılan AH Plus patı



Şekil 26: Çalışmamızın üçüncü grubunda kullanılan MTA Fillapex patı



Şekil 27: Çalışmamızın dördüncü grubunda kullanılan Dia-Root Biyoseramik patı

3.5. Tedavi Sonrası Postoperatif Ağrı Değerlendirmesi

Kanal tedavileri tamamlanan hastalara, 7 günlük takip süresi verildi. Tedavi bitiminde verilen formda bulunan numaralı ağrı skalasına göre 6. saat ve 1, 2, 3 ve 7. günlerdeki postoperatif ağrı seviyelerini hangi şekilde belirleyip işaretleme yapacakları hastalara anlatıldı. Hastalara verilen NRS (Sayısal Derecelendirme Skalası) ölçeğinde, bir çizgi üzerinde 0'dan 10'a kadar sayı bulunmaktadır. Skaladaki '0' hastanın hiç ağrı duymadığını gösterirken '10' ise çok şiddetli ağrı duyduğunu göstermektedir (295). Hastaların postoperatif ağrı seviyesini değerlendirerek numaralı ağrı skalasına yaptıkları işaretlemeler günlük olarak telefon ya da mesaj yoluyla takip edildi.

Hastalara rutin olarak herhangi bir ağrı kesici ilaç reçete edilmedi. Ağrı kesici ilaçların postoperatif ağrıya olan etkisi bariz bilindiğinden ve araştırmamızda esas olarak patların ağrıya etkisi araştırıldığından dolayı hastaların sadece ağrı kesici ilaç

kullanıp kullanmadığını not etmeleri istendi. İlaçların hangi zaman aralığında alındığı ve postoperatif ağrıya etkisi ile ilgili daha detaylı çalışmalar mevcut ve gerekli olduğundan araştırmanın odak noktasının kaymaması gerektiği düşünüldü. Tedaviden bir hafta sonra formları teslim eden hastaların verileri kayıt altına alındı.

3.6. İstatistiksel Analizler

Yaptığımız çalışmada hastaların sosyodemografik özellikleri için tanımlayıcı istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Buna ilaven yapılan analizlerde verilerin, hem gruplar arasında hem de çalışma içerisinde belirtilen zamanlar arasındaki normal dağılımına bakmak için basıklık ve çarpıklık değerine bakılmış olup yapılan çalışmalarda -2,5 ile +2,5 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (296).

Bazı ölçümlerin Basıklık Çarpıklık analizine göre normal dağıldığı; bazı ölçümlerin ise normal dağılıma uymadığı görülmüş olup bu çalışmamızda parametrik ve parametrik olmayan analiz testleri beraber kullanılmıştır. Bu analizlere ilişkin tablolarda standart sapma ve medyan değerleri beraber belirtilmiştir.

Çalışmamız dâhilindeki her bir zaman aralığı için grupların karşılaştırılmasında parametrik testlerden ‘Tek Faktörlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA)’ ve parametrik olmayan testlerdeki karşılığı olan ‘Kruskal Wallis, Friedman ’ testi kullanılmıştır.

Grupların kendi aralarındaki karşılaştırma analizlerinde ise çoklu karşılaştırma testi olan ‘Tukey’ analizi kullanılmıştır. Bununla birlikte her bir grup için zamanlar arasındaki karşılaştırma analizinde ‘Tekrarlı Ölçümler için Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA)’ testi kullanılmıştır. Ölçümler arasındaki ikili karşılaştırmalar ise ‘LSD’ testi ile analiz edilmiştir. Gerekli yorumlamalar belirtilen analiz testlerine göre yapılmıştır.

İstatistiksel analizler SPSS 26.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlılık değeri $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

80 kişinin 80 adet premolar dişine kök kanal tedavisi uygulanan bu çalışmada, 80 hasta 4 eşit gruba bölünerek sırasıyla 20 hastaya Sealapex kanal patı, 20 hastaya AH Plus kanal patı, 20 hastaya MTA Fillapex kanal patı ve son 20 hastaya ise Dia-Root Biyoseramik kanal patı kullanılarak tedavileri bitirilmiştir.

Kök kanal tedavilerinin hiç birinde alet kırığı, apikal alana irrigasyon solüsyonu taşması gibi komplikasyonlarla karşılaşılmamıştır. Çalışmanın akış şeması bir sonraki sayfada Şekil 4.1.'de verilmiştir.

Hastaların %55'i (n=44) kadın, %45' ise (n=36) erkektir. Tüm hastaların yaş ortalaması $37,30 \pm 9,05$ 'tir. Kadınlarda yaş ortalaması $34,27 \pm 8,86$; erkek hastalarda ise $35,88 \pm 8,32$ 'dir. Kadın ve erkeklerde yaş dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

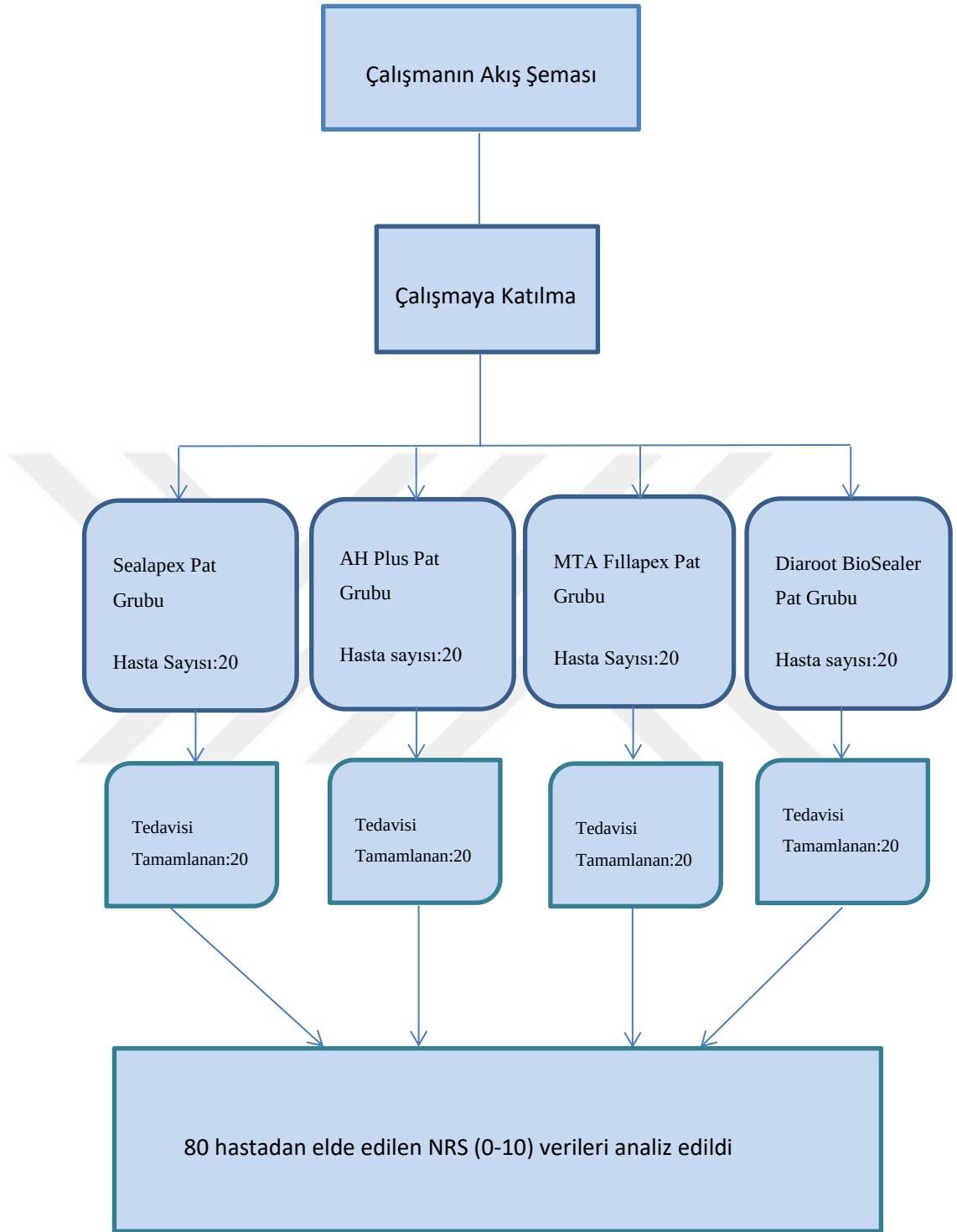
Tedavi edilen hastaların 7'sinde kontrol altında bulunan sistemik rahatsızlık vardı.

Hastaların yaşlarıyla ilgili demografik veriler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Tüm hastaların yaşlarına ait demografik veriler

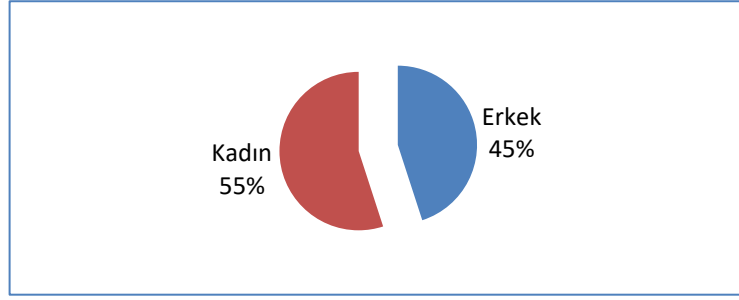
Hasta Sayısı	80
Ort.± SS	35,30±9,05
Median	37,00
Minimum	18,00
Maximum	45,00

Çalışmanın akış şeması aşağıda Şekil 28’de gösterilmektedir.



Şekil 28: Çalışmanın akış şeması

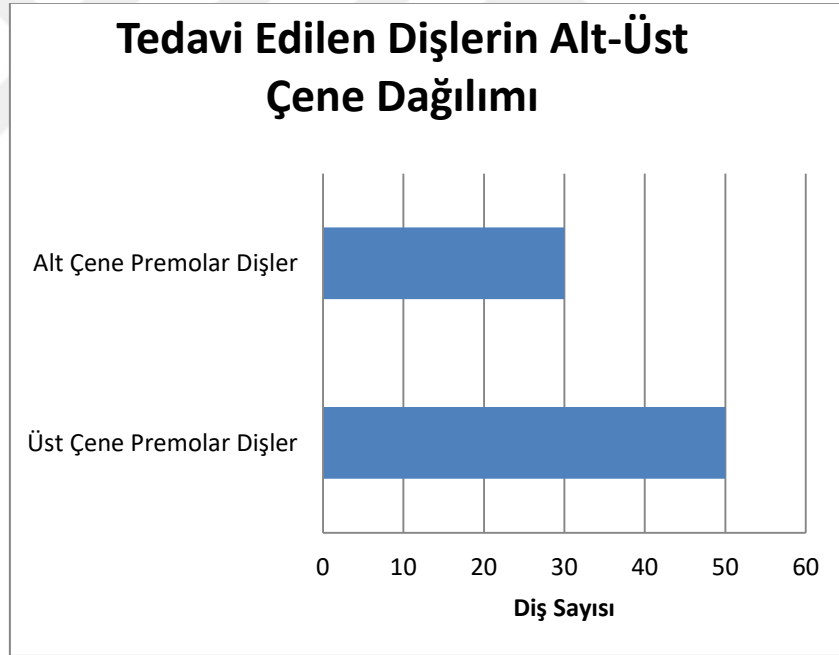
Hastaların cinsiyet dağılımı Grafik 1’de gösterilmiştir.



Grafik 1: Kadın ve erkek hastaların dağılımı

Çalışmamızda tedavi edilen dişlerin %62,5’i (n=50) maksiller premolar, %37,5’i (n=30) mandibular premolar dişlerdir. Tedavi edilen dişlerin alt-üst çene dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Hastaların tedavi edilen dişlerinin alt çene-üst çene dağılımı Grafik 2’de gösterilmiştir.



Grafik 2: Tedavi edilen dişlerin alt çene-üst çene dağılımı

Çalışmaya dâhil edilen hastaların pat gruplarına göre yaş ortalamalarının ve tedavi edilen hasta sayılarının dağılımı Tablo 4'te gösterilmiştir. Pat gruplarında yaş ve cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (^a=0,419, ^b=0,419).

Tablo 4: Her bir çalışma grubu için cinsiyet ve yaşa göre dağılım

Değişken		Sealapex	AH Plus	MTA Fillapex	Dia-Root BioSealer	n	P
Cinsiyet	Kadın	8 (%40)	11 (%55)	13 (%65)	12 (%60)	44	0,419 ^a
	Erkek	12 (%60)	9 (%45)	7 (%35)	8 (%40)	36	
Yaş	Ort ± SS	34,85±9,86	33,60±8,15	35,10±9,84	36,45±6,58		0,783 ^b
	Medyan (IQR)	37,50 (19,50)	32,00 (14,50)	37,0 (21,0)	38,0 (12,50)		

^aHer bir çalışma grubunun cinsiyete göre karşılaştırılmasına yönelik Ki-Kare testi parametresi.

^bHer bir çalışma grubunun yaşa göre karşılaştırılmasına yönelik t testi parametresi

4.1. Sealapex Grubu Ağrı Değerlendirmesi

Çalışmamızda elde ettiğimiz verilere göre Sealapex grubundaki ağrı skorlarının analiz değerleri Tablo 5'te belirtilmiştir.

Tablo 5: Sealapex grubu ağrı skorları

	n	Min.	Max	Ort	SS
6. Saat	20	0	5	1.30	1.75
24. Saat	20	0	6	0.50	1.43
48. saat	20	0	6	0.35	1.34
72. saat	20	0	10	0.60	2.25
1. Hafta	20	0	7	0.35	1.56

Sealapex grubundaki hastaların zaman dilimlerine göre ağrı skorları analizi Tekrarlı Ölçümler için Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA) testi kullanılarak elde edilmiştir.

Verilerin ortalamaları karşılaştırıldığında en çok sırasıyla işlemden sonraki 6. Saat ve 72. Saat diliminde ağrı gözlenmiş olup sadece 6. Saat ile 24. Saat arasında

istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,028$). İlgili verilerin tablo hali bölüm 4.5’te verilecektir.

4.2. AH Plus Grubu Ağrı Değerlendirmesi

AH Plus grubunun çalışmamızda elde ettiğimiz verilere göre analiz değerleri Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 6: AH Plus grubu ağrı skorları

	n	Min.	Max	Ort	SS
6. Saat	20	0	8	3.95	2.39
24. Saat	20	0	5	2.60	1.35
48. saat	20	0	5	1.70	1.45
72. saat	20	0	4	0.80	1.15
1. Hafta	20	0	2	0.10	1.44

AH Plus grubundaki hastaların zaman dilimlerine göre ağrı skorları analizi Tekrarlı Ölçümler için Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA) testi kullanılarak elde edilmiştir. Verilerin ortalamaları karşılaştırıldığında en çok ağrı; sırasıyla işlemden sonraki 6. Saat ve 24. Saat diliminde ağrı gözlenmiş olup bütün zaman dilimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$).

AH Plus kanal patının ilgili verilerinin tablo hali bölüm 4.5’te verilecektir.

4.3. MTA Fillapex Grubu Ağrı Değerlendirmesi

MTA Fillapex grubuna ait analiz verileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 7: MTA Fillapex grubu ağrı skorları

	n	Min.	Max	Ort	SS
6. Saat	20	0	9	1.40	2.11
24. Saat	20	0	9	1.10	1.99
48. saat	20	0	9	0.70	2.00
72. saat	20	0	4	0.35	0.98
1. Hafta	20	0	2	0.20	0.61

MTA Fillapex grubunda hastaların ağrı ortalaması en yüksek olan zaman dilimi işlemden sonraki 6. saattir. Bu gruptaki hastaların zaman dilimlerine göre ağrı skorları analizi Tekrarlı Ölçümler için Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA) testi kullanılarak elde edilmiştir. P değeri anlamlılık düzeyi 0,05’ten küçük kabul edilmiştir.

Zaman dilimlerindeki ağrı düzeyleri kendi arasında karşılaştırıldığında 6. Saat ile 48. Saat-72. Saat ve 1. Hafta arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p_1=0,012$, $p_2=0,018$, $p_3=0,005$).

24. saatteki ağrı düzeyleri diğer zaman dilimleriyle karşılaştırıldığında ise sadece 48. Saat ve 1. Hafta ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($P_1=0,017$, $p_2=0,025$).

İşlemden sonraki 48. saat ağrı seviyeleri karşılaştırıldığında işlemden sonraki 6. saat ve 24. saat ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p_1=0,012$, $p_2=0,017$).

İşlemden sonraki 72. saat verileri karşılaştırıldığında sadece 6. saat ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($P=0,018$).

İşlem sonrası 1. hafta ağrı verileri karşılaştırıldığında ise 6. saat ile 24. saat arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p_1=0,005$, $p_2=0,025$).

MTA Fillapex patının ilgili verilerinin tablo hali bölüm 4.5'te verilecektir.

4.4. DiaRoot BioSealer Grubu Ağrı Değerlendirmesi

DiaRoot Biosealer pat grubundaki verilere ait analizler Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8: DiaRoot Biosealer grubu ağrı skorları

	n	Min.	Max	Ort	SS
6. Saat	20	0	7	1.30	1.80
24. Saat	20	0	4	0.80	1.32
48. saat	20	0	2	0.45	0.75
72. saat	20	0	2	0.25	0.55
1. Hafta	20	0	7	0.40	1.56

DiaRoot Biosealer grubundaki ağrı düzeyleri karşılaştırıldığında en çok ağrı ortalaması işlemden sonraki 6. saat grubunda görülmüştür. En çok ağrı hissedilen seviye NRS (0-10)'ye göre 7 olarak işaretlenmiş olup en az hissedilen ağrı ortalamasına sahip zaman dilimi işlemden sonraki 72. saattir.

Bu gruptaki hastaların zaman dilimlerine göre ağrı skorları analizi Tekrarlı Ölçümler için Varyans Analizi (Repeated Measures ANOV) testi kullanılarak elde edilmiştir.

Grup içi zaman dilimleri kendi arasında kıyaslandığında DiaRoot Biosealer patı kullanılan hastalarda işlem den sonraki 6. saat ağrı seviyeleriyle 24. Saat-48. Saat ve 72. Saat ağrı seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

İşlem sonrası 1. Hafta ağrı seviyeleri karşılaştırıldığında ise diğer zaman dilimlerinin hiçbiri ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık görölmemiştir ($p>0,05$).

DiaRoot Biosealer kanal patının ilgili istatistik verilerinin tablo hali bölüm 4.5'te verilecektir.

4.5. Pat Grupları ve Zaman Dilimlerine Göre Ağrı Değerlendirmesi

İstatistiksel analiz için grupların kendi aralarındaki karşılaştırmalarında çoklu karşılaştırma testi olan 'One-Way ANOVA analizi; ölçümler arasındaki ikili karşılaştırmalar ise 'LSD' testi kullanılmıştır.

Gruplar arasında zaman dilimlerine göre ağrı seviyeleri karşılaştırılmasına ait analiz veriler bir sonraki sayfada Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9: Tüm pat gruplarının ve zaman dilimlerinin postoperatif ağrı açısından analizi

		Sealapex (n=20)	AH Plus (n=20)	MTA Fillapex (n=20)	DiaRoot Biosealer (n=20)	P ₁
6. saat	Ort ±SS	1,30±1,75 ^{Aa}	3,95±2,39 ^{Ab}	1,40±2,11 ^{Aa}	1,30±1,80 ^{Aa}	0,000 **
	Medyan (IQR)	0,50 (2,75)	4,00 (2,00)	1,00 (2,00)	1,00 (2,00)	
24. saat	Ort ± SS	0,50±1,43 ^{Ba}	2,60±1,35 ^{Bb}	1,10±1,99 ^{ACa}	0,80±1,32 ^{Ba}	0,000 **
	Medyan (IQR)	0,00 (0,00)	3,00 (1,75)	1,00 (1,00)	0,00 (1,00)	
48. saat	Ort ± SS	0,35±1,34 ^{ABa}	1,70±1,45 ^{Cb}	0,70±2,00 ^{Ba}	0,45±0,75 ^{Ca}	0,018 *
	Medyan (IQR)	0,00 (0,00)	2,00 (3,00)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	
72. saat	Ort ± SS	0,60±2,25 ^{ABa}	0,80±1,15 ^{Da}	0,35±0,98 ^{BCa}	0,25±0,55 ^{Da}	0,591
	Medyan (IQR)	0,00 (0,00)	0,00 (1,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	
1. hafta	Ort ± SS	0,35±1,56 ^{ABa}	0,10±0,44 ^{Ea}	0,20±0,61 ^{BDa}	0,40±1,56 ^{ABCDa}	0,842
	Medyan (IQR)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	
P₂ değeri		0,01	0,00	0,00	0,01	

*p<0,05; **p<0,01

*Büyük harfler, her bir grubun zaman dilimlerine göre analizini ifade eder (sütun)

*Küçük harfler her bir zaman dilimine göre patların analizini ifade eder (satır)

p¹=Gruplar arası farklılığa ilişkin anlamlılık düzeyleri

p²= Zaman arası farklılığa ilişkin anlamlılık düzeyleri

Araştırmamızda kullandığımız pat gruplarının grup içi zaman dilimleri karşılaştırması analizinde, sadece AH Plus patında tüm zaman dilimleri arasında ağrı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05).

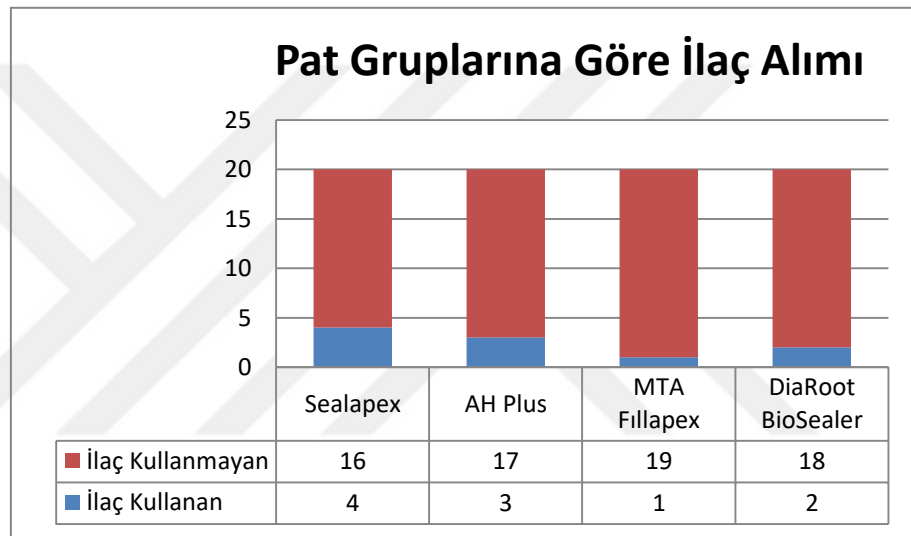
Tüm grupların karşılaştırılmalı analizinin ‘LSD’ testine göre, 6. Saat, 24. Saat ve 48. Saatteki ağrı ortalamalarında AH Plus patında diğer pat gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05).

4.6. İlaç Kullanan Hastalarda Ağrı Değerlendirmesi

Araştırmamızda tedavisi tamamlanan hastalara rutin herhangi bir ilaç reçete edilmemiştir. Tedavi sonrası ilaç kullanan hastaların ‘kullandım-kullanmadım’ şeklinde geri bildirim yapması istenmiştir.

İlaç kullanan ve kullanmayan hastaların pat gruplarına göre dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Her pat grubunda ilaç kullanan ve kullanmayan hastaların verileri aşağıda Grafik 3’te verilmiştir.



Grafik 3:İlaç Kullanan-Kullanmayan Hasta Dağılımı

4.7. Yaş ve Ağrı İlişkisi Değerlendirmesi

Araştırmamızda tüm pat gruplarındaki hastalar 18-45 (min-max) yaş aralığında seçilmiş olup hastaların pat gruplarındaki yaş dağılımlarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

4.8. Cinsiyet ve Ağrı Değerlendirmesi

Cinsiyet ve ağrı arasındaki ilişki ‘Bağımsız T-Testi’ kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucu elde edilen veriler aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 10: Erkek Hastaların NRS (0-10) skorları

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n
6. Saat	15	10	2	5	-	1	-	1	1	-	-	36
24. Saat	20	6	3	4	1	2	-	-	-	-	-	36
48. Saat	25	4	2	3	-	1	1	-	-	-	-	36
72. Saat	30	2	1	1	1	-	-	-	-	-	1	36
1. Hafta	34	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	36

Tablo 11: Kadın Hastaların NRS (0-10) skorları

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n
6. Saat	15	5	4	6	7	4	1	-	1	1	-	44
24. Saat	18	13	2	6	3	-	1	-	-	1	-	44
48. Saat	27	8	5	3	-	-	-	-	-	1	-	44
72. Saat	32	7	4	-	1	-	-	-	-	-	-	44
1. Hafta	40	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-	44

Tablo 12: Cinsiyet ile Postoperatif Ağrı Arasındaki İlişki

		Ort	SS	P
6. Saat	Erkek	1,5833	2,23447	0,337
	Kadın	2,3182	2,32051	
24. Saat	Erkek	1,0556	1,51081	0,417
	Kadın	1,4091	1,88406	
48. Saat	Erkek	0,7778	1,49497	0,764
	Kadın	0,8182	1,57410	
72. Saat	Erkek	0,5833	1,84197	0,176
	Kadın	0,4318	0,84627	
1. Hafta	Erkek	0,2500	1,20416	0,921
	Kadın	0,2727	1,12815	

Araştırmamızda elde ettiğimiz verilere göre kadın ve erkek hastaların NRS (0-10) üzerinde en çok işaretledikleri değer '0' idi. Erkek hastalar içerisinde toplam 1 hasta '10' değerini işaretlerken kadın hastalar içerisinde zaman dilimlerinin herhangi birinde '10' işaretleyen hiçbir hasta olmadı.

Yaptığımız analiz sonucu kadın ve erkek cinsiyetleri ile postoperatif ağrı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Araştırmamızda kullandığımız her bir patın, kadın-erkek postoperatif ağrı ilişkisi karşılaştırmasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Pat gruplarına ait cinsiyet ve postoperatif ağrı arasındaki ilişkilerin tabloları aşağıda sırasıyla verilecektir.

4.8.1. Sealapex Grubu

Sealapex grubu incelendiğinde erkek ve kadın hastalarda ağrı ortalaması en çok işlem sonrası 6. saatte görülmüştür.

Sealapex grubuna ait verilerin analizi sonucu, işlem sonrası 6. Saat ve 24. Saatlerde kadınlarda ağrı ortalaması daha fazla olsa da cinsiyetle 'Sealapex' patı

arasında postoperatif ağrı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 13: Sealapex grubu cinsiyet ve postoperatif ağrı karşılaştırması

	Cinsiyet	N	Ort	SS	p
6. Saat	Erkek	12	1,000	1,12815	0,362
	Kadın	8	1,750	2,43487	
24. Saat	Erkek	12	0,3333	0,77850	0,539
	Kadın	8	0,7500	2,12132	
48. Saat	Erkek	12	0,5833	1,72986	0,357
	Kadın	8	0,0000	0,00000	
72. Saat	Erkek	12	0,8333	2,88675	0,585
	Kadın	8	0,2500	0,70711	
Birinci Hafta	Erkek	12	0,5833	2,02073	0,429
	Kadın	8	0,0000	0,00000	

4.8.2. AH Plus Grubu

AH Plus grubu verileri analiz edildiğinde, cinsiyet ile postoperatif ağrı arasında herhangi bir istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 14: AH Plus grubu cinsiyet ve postoperatif ağrı karşılaştırması

	Cinsiyet	N	Ort	SS	p
6. Saat	Erkek	9	3,5556	2,92024	0,520
	Kadın	11	4,2727	1,95402	
24. Saat	Erkek	9	2,5556	1,74005	0,899
	Kadın	11	2,6364	1,02691	
48. Saat	Erkek	9	1,8889	1,76383	0,613
	Kadın	11	1,5455	1,21356	
72. Saat	Erkek	9	1,1111	1,53659	0,286
	Kadın	11	0,5455	0,68755	
Birinci Hafta	Erkek	9	0,2222	0,66667	0,281
	Kadın	11	0,0000	0,00000	

4.8.3. MTA Fillapex Grubu

MTA Fillapex grubu incelendiğinde kanal patı ile cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Pat grubuna ait veriler Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15:MTA Fillapex grubu cinsiyet ve postoperatif ağrı karşılaştırması

	Cinsiyet	N	Ort	SS	p
6. Saat	Erkek	7	0,5714	0,78680	0,206
	Kadın	13	1,8462	2,47811	
24. Saat	Erkek	7	0,8571	1,06904	0,701
	Kadın	13	1,2308	2,38586	
48. Saat	Erkek	7	0,1429	0,37796	0,375
	Kadın	13	1,0000	2,44949	
72. Saat	Erkek	7	0,0000	0,00000	0,256
	Kadın	13	0,5385	1,19829	
Birinci Hafta	Erkek	7	0,0000	0,00000	0,299
	Kadın	13	0,3077	0,75107	

4.8.4. DiaRoot Biosealer Grubu

DiaRoot Biosealer grubu hastalarda cinsiyet ile postoperatif ağrı arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Pat grubuna ait verilerin tablosu bir sonraki sayfada Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16: DiaRoot Biosealer grubu cinsiyet ve postoperatif ağrı karşılaştırması

	Cinsiyet	N	Ort	SS	p
6. Saat	Erkek	8	1,1250	2,41646	0,734
	Kadın	12	1,4167	1,37895	
24. Saat	Erkek	8	0,6250	1,40789	0,642
	Kadın	12	0,9167	1,31137	
48. Saat	Erkek	8	0,3750	0,74402	0,729
	Kadın	12	0,5000	0,79772	
72. Saat	Erkek	8	0,1250	0,35355	0,421
	Kadın	12	0,3333	0,65134	
Birinci Hafta	Erkek	8	0,0000	0,00000	0,366
	Kadın	12	0,6667	2,01509	

TARTIŞMA

Endodontik tedavi, mikroorganizmaların ve bunların yan ürünlerinin periapikal dokulara girişini önlemek için hermetik bir sızdırmazlık oluşturmak amacıyla kök kanal sisteminin kapsamlı bir şekilde temizlenmesini, şekillendirilmesini ve tamamen doldurulmasını sağlamayı amaçlamaktadır (105).

Kök kanal tedavisinin tamamlanmasından sonra ağrı gelişimi ise insidansı yüksek olan ve hastaların klinisyene olan güvenini ve prosedürün kabulünü zayıflatabilen bir etkidir (59).

Endodontik tedavide postoperatif ağrı, endodontik prosedürler sırasında kök kanalı irrigasyonlarının, materyallerinin veya kontamine dentin kalıntılarının apikal foramenden olası ekstrüzyona bağlı olarak periapikal bölgedeki inflamatuvar sürecin alevlenmesinden kaynaklanabilir (4). Yaş, cinsiyet, preoperatif ağrı varlığı, pulpanın durumu, ilgili dişin tipi ve lokalizasyonu, periapikal lezyon varlığı, peoperatif ilaç kullanımı, periapikal dokuların travması, bakteriyel ekstrüzyon veya kalan bakteriler gibi bazı faktörler de postoperatif ağrıya neden olabilir (1,267).

Çalışmamızın amacı ise postoperatif ağrıya neden olan faktörlerden olan ve endodontik tedavinin bitimi sırasında önemli bir materyal olan kök kanal dolum patlarının ağrıya olan etkisini araştırmak ve patları birbiriyle karşılaştırmaktır. Çalışmamızda kullandığımız kanal dolum patlarını ‘Sealapex, AH Plus, MTA Fillapex ve Dia-Root Biosealer’ olarak belirledik.

Sıfır hipotezimiz: ‘Postoperatif ağrıya etki düzeyleri açısından kanal patları arasında anlamlı bir fark olmadığı yönündeydi’’

Alternatif hipotezimiz: ‘Kanal patları zaman dilimlerine göre incelendiğinde, postoperatif ağrı açısından anlamlı farkın olmayacağı yönündeydi’’

Çalışmamızda toplam 44 kadın hasta ve 36 erkek hasta yer almış olup tüm hastaların yaş ortalaması $37,30 \pm 9,05$ ’tir. Yapılan araştırmalarda yaşın postoperatif ağrı üzerine etkisi kesin olarak bilinmemekte ve halen araştırılmaktadır. Tüm pat grupları içerisinde ortalama olarak en genç hasta grubu Ah Plus ($33,60 \pm 8,15$) olup en yaşlı hasta grubu ise DiaRoot Biosealer ($36,45 \pm 6,58$)’dır. Yaşla beraber pulpa ve periradiküler dokuların iyileşme yeteneklerinin ve uyaranlara karşı duyarlılık seviyelerinin azaldığı görülmüştür fakat bunların tek başına ağrı üzerinde etkili

olmadığı düşünülmektedir (218). Watkins ve ark.'nın (219) yaptığı çalışmada ise, dental tedavi geçmişinin ağrı üzerine etkisi araştırılmış ve araştırmaya katılan 35 yaş altı hastalarda 35 yaş üstü hastalara göre postoperatif endodontik ağrı seviyeleri daha yüksek bulunmuştur. Yaşla beraber tedavi geçmişinin de daha fazla olduğu düşünülerek hastaların ağrıyı daha az hissettiği düşünülmektedir. Ali ve ark. (220) tarafından yapılan çalışmada ise dental işlem sonrası ağrı seviyeleri yaşlı hastalarda daha fazla bulunmuştur. Bunun sebebi olarak da yaşlı hastalarda daha az ağrı toleransı olması, pulpal ve periradiküler kan akışının daha az olması ve gecikmiş iyileşmenin olabileceği düşünülmektedir. Ali ve ark. (220) tarafından yapılan çalışmada da belirtildiği gibi pulpal ve periapikal reaksiyonların ve pulpal akımın yaşla beraber azalmasından dolayı, çalışmamıza dahil edilen hastaların yaş aralığı 18 ila 45 yaş arası olarak olabildiğince genç hasta popülasyonundan seçmek istenilmiştir. Çalışmamızdaki tüm pat gruplarında ise yaş dağılımları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Cinsiyetin postoperatif ağrı üzerine etkisi de halen araştırılmaktadır. Yapılan bir araştırmada postoperatif ağrı prevalansı kadınlarda erkeklere göre yüksek bulunmuştur. Her ne kadar araştırmalar ve analizler devam etse de kadın ve erkek hastalar arasında postoperatif ağrı arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmamaktadır. Çalışmamıza katılan hastaların %45'i (36) erkek, %55'i (44) kadın hasta olup '6. Saat, 24. Saat, 48. Saat ve 1. Hafta' ağrı ortalama değerleri kadın hastalarda daha yüksek bulunsada; Segura-Egea ve ark., Genet ve ark., Fox ve ark. (230,237,249) 'nın da araştırmaları sonucu rapor ettiği gibi kadın hastalarda cinsiyetle ağrı düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunamamıştır.

Çalışmamızda, postoperatif ağrıya olan etkisi bilindiğinden hastalarımıza rutin olarak ilaç reçete edilmemiştir. Hastaların ilaç kullanıp kullanmadığını not almaları istenmiştir. Sayeed ve ark. (253) tarafından yapılan çalışmada, NSAİD grubu ilaçların işlem sonrası ilk 24 saatte ağrıyı önlemedeki etkisi kanıtlanmıştır. Yapılan birçok araştırmada işlem öncesi ilaç kullanımının hem işlem sırasındaki hem de işlem sonrasındaki ağrıyı azaltabileceği düşünülmektedir (216,233,256,257).

Fakat birçok çalışma, kanal tedavisi sonrası ağrıyı önlemede ilaç kullanımının istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ortaya koymadığını göstermiştir (276,278).

Araştırmamızda ilaç kullanan ve kullanmayan hastaların pat gruplarına göre dağılımı karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Yaptığımız çalışmada toplam 80 adet premolar dişe 4 farklı kanal patı uygulanarak kök kanal tedavileri tamamlandı. Postoperatif ağrı açısından diş tipinin ve kök kanal yapısının işlem sonraki süreçte etkili bir faktör olduğu düşünülmektedir. Araştırmamızda toplam 50 üst çene premolar dişe; 30 alt çene premolar dişe kök kanal tedavisi uygulanmıştır. Arias ve ark. (11) diş tipinin ve sahip olduğu kök kanal anatomisinin postoperatif ağrıyı etkilediğini göstermiştir. Yapılan çalışmalarda çok köklü dişlerin postoperatif ağrıya daha fazla neden olduğu görülmüştür (59,221,241). Bu yüzden çalışmamıza, kök kanal yapısının gözden kaçırılmayacak anatomide olması ve iatrojenik hataların minimuma indirgenmesi için tek köklü veya iki köklü alt ve üst çene premolar dişler dâhil edilmiştir. Aynı zamanda hastanemize başvuran hastalarda premolar dişlerin kök kanal tedavisi gereksinimindeki insidansının fazla olması da çalışmamıza dâhil edilmede kolaylık sağlamıştır. Tedavi ettiğimiz dişlerin alt-üst çene sayısı incelendiğinde ise dağılım olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Çalışmamızda asemptomatik irreversible pulpitisli ve preprotetik endodonti endikasyonu konulan vital dişlere kanal tedavisi uygulanmıştır. Vital ve devital dişler arasında ağrı açısından fark olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur. Pulpanın durumu postoperatif ağrı için önemli bir etkidir. Albasheireh ve ark., Seltzer ve ark., Walton ve ark. ve Genet ve ark. (234–237) tarafından yapılan araştırmalarda nekrotik pulpalı dişlerin alevlenme ihtimali vital pulpalı dişlere oranla yüksek bulunmuştur. Bunun, başarılı bir endodontik tedaviden sonra bile pulpanın durumu ve postoperatif ağrı arasında ilişkiyi açık bir şekilde gösterdiği düşünülmektedir.

Ancak Harrison ve ark. (238) ise vital pulpalı dişlere uygulanan kanal tedavisinden sonra daha yüksek postoperatif ağrı insidansı olduğunu göstermişlerdir. Bu durumun; vital pulpalı dişin odontojenik ağrının erken evrelerine daha çok mediatör salınımı ile daha çok uyarıda bulunması sonucu olduğu düşünülmektedir.

İnce ve ark. (239) tarafından yapılan araştırmada ise nekrotik pulpalı dişlerle vital pulpalı dişlerde işlem sonrası ağrı insidansında farklılık olmadığı görülmüştür. Çalışmamızın bir eksiği olarak vital ve devital dişler arasında postoperatif ağrının istatistiksel olarak anlamlı farklılık içerip içermediği araştırılamamıştır.

Araştırmamızda tüm dişler tek seansta tedavi edilmiştir. Kök kanal tedavisinin tek seansta veya çok seansta bitirilmesi, hastalarda postoperatif ağrıda farklılığa etkili olabilir. Bu konuda gerekli görülen tedavi seans sayısı, kullanılan kanal içi ilaçların türüne, işlem öncesinde ağrının olup olmadığına, pulpanın durumuna ve periaradiküler bölgede lezyon varlığı gibi çeşitli unsurlara bakılarak karar verilmelidir (266). Yapılan araştırmalarda, çoklu seans endodonti ile karşılaştırıldığında, tek seans için postoperatif ağrı insidansının, şiddet veya kontrol kapasitesinde anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir (269–271). Vishwanathaiah ve ark. (264) tarafından yapılan çalışmada ise tek seans sonrası ağrı insidansının daha fazla olduğu görülmüştür. Bu farkın olası açıklaması, periapikal inflamasyona ve mikrobiyal kolonizasyona neden olma olasılığı daha yüksek olan nekrotik dokunun, tek seanslık bir prosedürde temizleme ve şekillendirme sırasında dışarı itilerek inflamasyona yol açabilmesi ihtimalinin daha fazla görülmesidir. Amira ve ark. (266), tek seansta bitirilen kanal tedavilerinin daha az ağrıya neden olacağını düşünmüşlerdir. Diş hekimi koltuğunda geçirilen sürenin daha az olması ve hastanın ziyaret sayısının azalması bu görüşün olası açıklaması olarak belirtilmiştir.

Çalışmamızda ise ara seansta alevlenme ihtimali, medikament ekstruzyon ihtimali, geçici dolguların düşmesi veya buna bağlı olarak mikrosızıntı ihtimali ile postoperatif ağrıya olan etkilerini minimuma indirmek için, ayrıca hastaların tek seanslık tedavide hasta koltuğunda geçireceği sürenin daha kısa olması, 2. Seansta ek anesteziye gerek duyulmaması ve bu faktörlerin de postoperatif ağrıya etkisinin olması gibi nedenlerden dolayı tedavilerin tek seansta bitirilmesi planlanmıştır.

Çalışmamızda işlem öncesi ağrı olmayan asemptomatik ve kanal tedavisi endikasyonlu premolar dişlere tedavi uygulanmıştır. İşlem öncesi ağrı varlığı, kanal tedavisi sonrası ağrıyı etkileyebilir. Alghazaly ve ark., Bassam ve ark., Syed ve ark. (220,266,267) dental işlem öncesi ağrı varlığının kök kanal tedavisi sonrası ağrıyı etkilediğini düşünmektedir. Siquera ve ark. (3,247,273) ise yaptığı birçok araştırmada preoperatif ağrının postoperatif ağrıya olan etkisini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı bulmuşlardır. Biz de çalışmamız dahilinde, işlem öncesi ağrının işlem sonrası ağrıya etki edeceğini düşündüğümüz için işlem öncesi ağrısı olmayan asemptomatik premolar dişlere tedavi uyguladık.

Kök kanal tedavisi sırasında en büyük zorluklardan biri de kök kanal sistemini temizlemek ve şekillendirme aşamasıdır. Kök kanal sistemi içerisinde uygun şekillendirme, fizyolojik apeks olarak da adlandırılan minör apikal foramene kadar gerçekleştirilir. Şekillendirme sırasında bu bölgenin anatomisi korunmalıdır. Bu bölgenin korunması ise doğru çalışma boyu belirlenmesine bağlıdır. Çalışmamızdaki dişlerin tedavi aşamasında, her bir hastada #10 no K-tipi eğe ve Woodpecker (Guilin Woodpecker Medical Instrument Co. Ltd., China) Woodpex V Gold elektronik apeks bulucu yardımıyla kanalların çalışma boyu belirlenmiştir. Siqueira ve ark. (3) tarafından yapılan bir araştırma, doğru çalışma boyuna uyulmaksızın yapılan şekillendirmenin periapikal dokuları mekanik olarak tahriş ettiğini ve işlem sonrası daha yüksek bir ağrı insidansına neden olduğunu göstermiştir. Peters ve ark., Caviedes ve ark., Vishwanathaiah ve ark. (262–264) tarafından yapılan araştırmalarda kök kanalından apikal bölgeye ekstrüze olan smear tabakası, nekrotik pulpa doku artıkları, bakteriyel ürünler ve/veya kullanılan kanal dolgu malzemeleri apikal bölgedeki tahrişin ve oluşan postoperatif ağrının kaynakları olarak gösterilmiştir.

Kök kanal tedavisi esnasında kullanılan tüm materyaller, hastanın tedavi sonrası ağrı konforunu etkilemektedir. Bu materyallerin en önemli olanlarından biri kullanılan el eğeleri ve endomotor eğeleridir. Çalışmamız dâhilinde tüm hastalarda aynı marka el eğeleri ve endomotor eğeleri kullanılmıştır. Her dört grupta da VDW Gold endomotor yardımıyla V Taper Gold (Fanta Dental Material, Şangay, Çin) NiTi döner alet sistemi kullanılmıştır. Her gruptaki hastalara, ilgili NiTi eğe üretici firmanın önerdiği 2 nm torkta ve 350 rpm hızda (devamlı) saat yönünde 360° rotasyon modunda kök kanal genişletmesi yapılmıştır. Saini ve ark. (6) tarafından yapılan bir araştırmada el eğeleri ile yapılan şekillendirme prosedürlerinin, döner eğe rotasyon sistemiyle şekillendirme prosedürlerine göre postoperatif ağrıya daha fazla neden olduğu bulunmuştur. Nekoofar ve ark. (265) ise resiprokal eğelerle uygulanan endodontik tedavinin, rotasyon prensibiyle çalışan eğelerle uygulanan tedaviye kıyasla daha fazla postoperatif ağrıya neden olduğunu bildirmiştir. Bunun olası bir açıklaması olarak resiprokal harekette çalışan eğelerin kesici/delici güçlerinin daha fazla olması ve eğe yivleri üzerinde debris, smear ve nekrotik dokunun apikale daha fazla ekstrüze ihtimali olduğu düşünülmektedir. Biz de çalışmamız dahilinde prosedürel hataları minimuma indirmek ve rotasyonel hareketlerle çalışan eğelerin

debrisi koronale daha başarılı taşıdığını düşündüğümüz için rotary ege sistemi ile tedavilerimizi tamamladık.

Kök kanal tedavisi içerisinde solüsyonlarla irrigasyon aşaması, tedavinin en önemli aşamalarından biridir. Kök kanal tedavisi uygulanırken en çok kullanılan irrigasyon solüsyonları %5,25'lik NaOCl, %17'lik EDTA ve %2'lik CHX'dir (266). Çalışmamızda, tedavi sırasındaki bütün aşamalarda %5,25'lik NaOCl kullanılmıştır. Final irrigasyonu için ise sırasıyla %17 EDTA, distile su ve %5,25 NaOCl kullanıldı. Kök kanal tedavisinde kullanılan irrigasyon solüsyonları, periradiküler dokularla temas ettikleri takdirde toksik olma potansiyeline sahip olabilir ve tahrişe ve alevlenmelere neden olabilir. (267) NaOCl güçlü bir antimikrobiyaldır ve periradiküler dokular için irritandır. Bassam ve ark. (267) yaptığı araştırmada %5,25 sodyum hipoklorit ile irrigasyonun, %2'lik CHX çözeltisi ile irrigasyona kıyasla daha fazla ağrı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Buna benzer olarak Onay ve ark. (248) NaOCl ile kök kanal irrigasyonunun, %2'lik CHX çözeltisi ve %3'lük hidrojen peroksit ile irrigasyona kıyasla daha fazla ağrı ile ilişkili olduğu tespit etmişlerdir.

Ayrıca Onay ve ark. (248) tedavi sırasında kök kanallarının irrigasyonu yapılmayan hastaların, %5,25 NaOCl ve %3 hidrojen peroksit ile irrigasyon yapılanlara göre daha fazla sıklık ve düzeyde ağrı sergiledikleri bulunmuştur. Bunun sebebi olarak kök kanal sistemi içerisindeki bakteriyel ürünlerin ve nekrotik pulpa artıklarının etkili bir biçimde temizlenmemiş olması ve kanal sistemi içerisinde hala aktif olan bakteriyel popülasyonun sebep olduğu düşünülmüştür.

Periapikal lezyon varlığı postoperatif ağrının oluşmasında etkili olabilir. Smith ve ark., Torabinejad ve ark. (112,278) lezyonların varlığıyla işlem sonrası ağrıyı ilişkili bulmuşlardır. Çalışmalar bir mikrobiyal biyofilmin sadece kök kanal sisteminin apikal kısmında değil, apikal lezyonun içinde varlığını gösterdiğinden, işlem sonrası ağrı oluşumunda lezyon içi mikroorganizmaların etkili olduğu düşünülmektedir (221). Genet ve ark. tarafından yapılan bir araştırmada 5 mm'den büyük periapikal lezyonu olan dişlerin postoperatif ağrı ile ilişkili olduğu bulunmuştur (232). Risso ve ark., Yeşilsoy ve ark. ve Fox ve ark. tarafından yapılan araştırmalarda ise periapikal bölgede lezyon varlığının postoperatif ağrı üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı rapor edilmiştir (211,241,249). Çalışmamızda ise kanal tedavisi endikasyonu bulunan vital dişlere tedavi uygulanmış olup lezyon

varlığının postoperatif ağrı sürecini etkileyebileceğini düşündüğümüzden lezyonsuz dişleri çalışmamıza dahil ettik.

Postoperatif ağrı çok yaygındır ve kanal tedavisi uygulanan hastaların neredeyse % 60'ını etkiler (233). Postoperatif ağrı, genellikle işlem sonrası birkaç saat sonra ya da ilk 48 saat içinde ortaya çıkabilir (266). Bu ağrılar işlem sonrası 6 ila 12 saat arasında artma eğilimi gösterir ve yaklaşık% 40'lık bir prevalansa ulaşır. 24 saat ve tedaviden bir hafta sonra ise %11'lik prevelansa düşer (122). Çalışmamızdaki verilere göre ağrı ortalaması en çok 6. saatte ve AH Plus pat grubunda görülmüştür. Tüm zaman dilimleri karşılaştırıldığında ise '6. Saat, 24. Saat' ağrı seviyeleri ortalamalarının, diğer zaman dilimlerindeki ağrı ortalamalarına göre yüksek olduğu görülmüştür. Bu, özellikle ilk 24 saatte ağrı seviyesinin daha yüksek olduğunu bildiren çalışmalarla da uyumludur (211,234,241,249). İlk 24 saatte ağrı seviyesinin fazla olmasının, periapikal inflamasyona ve mikrobiyal kolonizasyona neden olma olasılığı daha yüksek olan pulpal dokunun ve mikroorganizma artıklarının, tek seanslık bir prosedürde temizleme ve şekillendirme sırasında dışarı itilerek inflamasyonun erken aşamasının başlamasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Bununla beraber minör apikal foramenin korunmaması, kanal içi debrisin ve irrigasyon solüsyonlarının apikalden ekstruze olması da erken dönemde ağrı oluşumuna neden olabilmektedir (264). Bu konuyla ilgili daha geniş çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Tüm zaman dilimleri ortalamaları ele alındığında, Sealapex kanal patı grubunun postoperatif ağrı insidansının düşük olduğu görülmüştür. Kalsiyum hidroksit esaslı olan Sealapex kanal patının ilk karıştırıldığı anda pH seviyesi 12,5 civarındadır ve kök kanal içerisinde sertleştiğinde pH seviyesi 9,5 civarına düşer. Postoperatif erken dönemde ağrı insidansının düşük olmasında, kalsiyum ve hidroksil iyonlarının teröpatik etkisi en büyük etkidir. Özellikle hidroksil iyonlarının salınması, pH'ı artırarak mikroorganizmaların büyümesi için elverişsiz bir ortam oluşturur. Hücre bölünmesinin yanı sıra mikroorganizmaların metabolizması ve büyümesi için önemli olan enzimatik aktivite de inhibe olur ve antibakteriyel aktivite artar. Bu özelliklerinden dolayı kalsiyum hidroksit içerikli patların diş ve periapikalindeki dokularda iyileştirici özelliği vardır. Bu hem kanal içi medikament

hem de kök kanal patı olarak kullanımının yaygınlaşmasına yardımcı olmuştur (20,89,281).

Diğer kanal patlarına göre daha düşük sitotoksositeye sahiptir ancak kanal içinde yüksek çözünürlükleri gibi önemli bir dezavantaja sahip olması nedeniyle patla ilgili araştırmalar günümüzde devam etmektedir (89,103). Çalışmamızda ağrı insidansının Sealapex'te en düşük seviyede olmasının, kalsiyum ve hikroksil iyonlarının kanal içi ve çevre dokularda iyileşmede etkili olmasına ve kanal içerisinde salınımına bağlı olarak antibakteriyel etkisinin uzun süreli olmasıyla ilgili olduğunu düşünmekteyiz. Bu Drumond ve ark. (297) tarafından yapılan ve kalsiyum hikroksit içerikli kanal patlarının postoperatif ağrı insidansının düşük olduğunu gösteren çalışmayla da uyumludur.

AH Plus, epoksi reçine bazlı pat grubundadır ve AH 26'nın aşırı formaldehit salınımı yapması sonucu geliştirilen ve sertleşme reaksiyonu sırasında minimum miktarda formaldehit oluşumu gösteren bir pattır. AH plus'ın ortaya çıkardığı antimikrobiyal aktivitenin 'Bisfenol A diglisidil eter, epoksi reçine ve içinde mevcut olan aminler' bileşenleriyle ilgili olduğu düşünülmektedir (30). Ancak antibakteriyel etkinin sadece yeni karıştırılmış halinde aktif olduğu düşünülmektedir. Bunun nedeni olarak, antibakteriyel bileşenlerin, materyal sertleşmeden önce dentin tübülünün derinliklerine difüzyon etmesi gerekliliği olduğu belirtilmiştir (88).

Patların sızdırmazlık seviyelerinin araştırıldığı ve içerisinde ZOE içerikli, biyoseramik içerikli ve epoksi rezin içerikli (AH Plus) 3 farklı kanal patının kullanıldığı Kelmendi ve ark. tarafından (39) yapılan çalışmada, AH Plus'ın en düşük sızdırmazlık seviyesine sahip olduğu rapor edilmiştir. Çalışmamızdaki verilere göre AH Plus patı bütün zaman dilimlerinde diğer kanal patlarına göre ağrı insidansında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir.

AH Plus patı içerik olarak incelendiğinde kök kanal sistemi için fiziksel ve biyolojik açıdan altın standart kabul edilen bir pattır. Özellikle dentin tübüllerine bağlanma yeteneği, sızdırmazlığının az olması ve radyopaklığı, patı ayıran özelliklerdendir. Ancak ilk karıştırıldıkları anda sitotoksik özellikte oldukları ve patın sertleştikçe sitotoksikliğinin azaldığı görülmüştür (298). Patların dentin tübüllerine ve çevre dokuya penetrasyonunu araştıran Kim ve ark. (299) AH Plus patının dentin tübül penetrasyonunun apikal üçte birde en aktif olduğunu

bulmuşlardır. Bu, patın radyografide tespit edemediğimiz periapikal dokulara da penetrasyonu ihtimalini artırmaktadır. Guo ve ark. (133) tarafından yapılan çalışmada reçine bazlı endodontik patlar, biyoseramik bazlı patlar, çinko oksit-öjenol (ZOE) bazlı patlar, kalsiyum hidroksit bazlı patlar ve cam iyonmer içerikli patlar incelenmiş ve immün sistem üzerinde en etkili uyarana neden olan pat AH Plus bulunmuştur. Ayrıca aynı çalışmada intraosseöz olarak implante edilen AH Plus patının güçlü akut inflamasyona neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Çalışmamızdaki en yüksek ağrı ortalaması insidansına sahip olmasında AH Plus patının ilk karıştırıldığı anda yüksek sitotoksik özelliği ve apikal üçte birlik alandaki penetrasyon gücünün etkili olduğunu düşünmekteyiz. Aynı zamanda immün sistem üzerinde çok güçlü uyaran olmasına dair raporlar da çalışmamız sonucu verilerini desteklemektedir. Jung ve ark. (298) tarafından yapılan araştırmada AH Plus patının sitotoksik özelliğinin büyük olasılıkla sertleşme reaksiyonunun tamamlanmasından önce serbest epoksi reçine monomerlerinin salınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Patın bir dezavantajı olarak karıştırıldığı anda polimerize olmayan bu monomer bileşenleri, periapikal dokuda reaksiyona neden olarak postoperatif süreçte daha fazla ağrı oluşumuna neden oluyor olabilir. Ayrıca çalışmamızda AH Plus patı ile tedavi edilen hastaların bitim radyografilerinde herhangi bir pat taşıma durumu rapor edilmemiştir.

MTA Fillapex, reçine bazlı patların fizyo-kimyasal özellikleri ile MTA kalsiyum silikat bazlı patların biyolojik özelliklerini birleştiren bir pattır. MTA, salisilat, doğal ve seyreltici reçineler, nanopartiküllü silika, bizmut trioksit ve pigmentlerden oluşur (126). MTA Fillapex patının dentin sıvılarındaki fosfatla birleşerek kristalimsi hidroksi apatit mimarisine benzeyen bir yapı oluşturduğu ve böylece pat-dentin bağlantısını arttırdığı rapor edilmiştir (177). Patın iyi bir akışı vardır, dolayısıyla dentin tübüllerine yayılarak mikrobiyal inhibisyon oluşturduğu düşünülmektedir. Sürekli kalsiyum iyonu salınımı sağlar ve antibakteriyel etki sağlayan pH'ı korur ve aynı zamanda hidroksil iyonlarının salınımına karşı güçlü bir afiniteye sahiptir. Fillapex'in başlangıçtaki yüksek pH'ı (10,3), bakteriyel hücre zarı ve protein yapısı üzerinde etki gösterebilmesi nedeniyle önemli bir avantajdır (84,127,128,300).

Kök kanal tedavisi için biyouyumluluğu yeterli görülse de yapılan bir araştırmada bileşimindeki salisilat reçinesi ve seyreltilmiş reçinenin biyouyumluluğunu bozabileceği belirtilmiştir. Ayrıca trikalsiyum-silikatın salisilat reçinesi akışkanlığı artırır, polimerizasyon süresini uzatır ve dolayısıyla çözünürlüğü artırır (16). Saygılı ve ark. (73) tarafından yapılan çalışmada MTA Fillapex'in sertleştikten sonra daha fazla çözünür olduğu belirtilmiştir. Yapısındaki radyoopaklaştırıcı olarak kullanılan bizmut oksit periapikal dokular için sitotoksik bulunmuştur ve çevre dokularda inflamasyona neden olduğu rapor edilmiştir (301,302). Yapılan bir araştırma MTA Fillapex'in AH Plus patından daha yüksek gözeneklilik sergilediğini göstermiştir (177).

Bolanos ve ark. tarafından MTA Fillapex ve AH Plus patı üzerinde yapılan araştırmada, AH Plus patında yüksek ekzotermal reaksiyon ısısı tespit edilirken; artan sıcaklıkta en çok MTA Fillapex patının etkilendiği (230°C'de %32,4 kütle kaybı) rapor edilmiştir. Çalışmamızdaki bitim radyografilerinde hiçbir hastada pat ekstruzyonu tespit edilmemiştir ve MTA Fillapex patı ile tedavi edilen hastalarda ağrı insidansı düşük bulunmuştur. Suresh ve ark. (303) tarafından yapılan çalışmada, MTA Fillapex patının uzun süreli kalsiyum iyonu salınımı yaptığı ve periodontal ligaman hücrelerinin canlılığının yanı sıra büyüme faktörleri, fibroblast büyüme faktörü 2 ve osteojenik faktörlerin de uyarılması ile çevre dokularda iyileşmeyi artırdığı rapor edilmiştir. Yeterli görünen biyouyumluluk seviyesi, antibakteriyel yapısı ve kalsiyum ve hidroksil iyonlarına karşı yüksek afinitesinin postoperatif ağrı insidansında etkili olduğunu düşünmekteyiz. MTA Fillapex patının özellikleri ve postoperatif ağrıya etkisinin daha fazla araştırılması gerekmektedir.

Biyoseramik bazlı patlar endodontide kullanılmaya başlanmasıyla birlikte önemli ölçüde popülerlik kazanmıştır. Üstün sızdırmazlık yeteneği, biyouyumluluk ve antimikrobiyal etki, vital pulpa tedavisi, apeksifikasyon, kök ucu dolgusu ve kök rezorpsiyonu gibi prosedürlerde kullanımını genişletmiştir (169,305). Biyoseramik bazlı patlar, doku sıvılarıyla temas ettiğinde pat yüzeyinde hidroksiapatit oluşturma kabiliyeti nedeniyle biyoaktiftir.

Guo ve ark. (133) biyoseramik bazlı kanal patlarının TNF-a ve IL-6 gibi proinflamatuvar sitokinleri ve kemokinleri düzenleyerek inflamasyon yanıtını inhibe ettiğini ve osteojenik farklılaşmayı teşvik ettiğini göstermiştir. Biyoseramik bazlı

patların postoperatif ağrı insidansı düşüktür ve ağrıya olan etkisiyle ilgili çalışmalar ise sınırlıdır (133).

Çalışmamızda biyoseramik patla tedavi edilen hastalarda ağrı insidansının düşük olmasını, patın kemokin ve sitokinleri düzenlemesi ile periapikal dokularda inflamasyon önleyici ve osteojenik etkiye sahip olmasına bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Sümbüllü ve ark. (306) tarafından yapılan çalışmada da biyoseramik bazlı kanal patı kullanılmış ve ağrı insidansının düşük olduğu belirtilmiştir. Bu, çalışmamızdaki verilerle de tutarlıdır. Tüm yeni biyoseramik materyallerde olduğu gibi Dia-Root Biosealer patının da daha fazla araştırılması gerekmekte ve önerilmektedir.

AH Plus grubu verilerine göre ilk 48 saat ağrı ortalamaları, diğer pat grupları verilerine göre anlamlı şekilde farklı bulunduğu için çalışmamıza ait önerdiğimiz sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Ayrıca bütün pat grupları incelendiğinde, zaman dilimleri arasında anlamlı farklar bulunduğu için önerdiğimiz alternatif hipotez de reddedilmiştir.

SONUÇ

Sealapex, AH Plus, MTA Fillapex ve DiaRoot Biosealer kanal patları kullanılarak kanal tedavisi yapılan 80 hastada (44 kadın, 36 erkek), hiçbir pat grubunda postoperatif ağrı ile yaş ve cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Zaman dilimlerine göre pat gruplarının postoperatif ağrı ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasa da 6. Saat ve 24. saat ağrı ortalamalarının diğer zaman dilimlerinden daha fazla olduğu görülmüştür.

Tüm pat gruplarının postoperatif ağrı ortalamaları karşılaştırıldığında ise AH Plus kanal patında '6. Saat, 24. Saat ve 48. Saat' zaman diliminde diğer patların ağrı ortalamalarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Sealapex kanal patı ve zaman dilimlerindeki ağrı seviyeleri karşılaştırıldığında '6. Saat ağrı ortalaması en fazla olup 24. Saat ağrı ortalaması' ile arasında olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

AH Plus kanal patı ve zaman dilimlerindeki ağrı seviyeleri karşılaştırıldığında bütün zaman dilimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

MTA Fillapex kanal patı ve zaman dilimlerindeki ağrı seviyeleri karşılaştırıldığında '6. Saat ile 48. Saat, 72. Saat ve 1. Hafta' arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. 24. saatteki ağrı düzeyleri diğer zaman dilimleriyle karşılaştırıldığında ise '48. Saat ve 1. Hafta' ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

DiaRoot Biosealer kanal patı ve zaman dilimlerindeki ağrı seviyeleri karşılaştırıldığında '6. Saat, 24. Saat, 48. Saat ve 72. Saat ağrı seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Çalışmamızda ilaç kullanan ve kullanmayan hasta verileri karşılaştırıldığında ilaç kullanımının pat gruplarına dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Kök kanal tedavisi sonrası ağrı, hastalarda yaygın olarak görülmektedir ve tedavi öncesindeki ve sırasındaki birçok faktörden etkilenmektedir. Kök kanal

tedavisi dolum aşamalarında kullanılan kanal patlarının postoperatif ağrıya olan etkisiyle ilgili bilimsel araştırmalar günümüzde devam etmektedir. Çalışmamız dâhilinde AH Plus patının, kullandığımız diğer patlara göre ‘6. Saat, 24. Saat ve 48. Saat’ postoperatif ağrı insidansında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunduğu için, kök kanal tedavisinde AH Plus patı uygulanan hastalarda, postoperatif süreçle ilgili hastaların bilgilendirilmesi ve ağrı kesici ilaç açısından değerlendirilmesini önermekteyiz.

Tüm zaman dilimlerindeki ağrı ortalamaları değerlendirildiğinde ise ‘6. Saat, 24. Saat’ ağrı ortalamaları daha fazla bulunduğu için çalışmamız dâhilinde kullandığımız tüm patların kullanımı sonrası hastaların postoperatif erken dönemindeki süreçle ilgili bilgilendirilmesini önermekteyiz.

KAYNAKÇA

1. Zhang W, Li Z, Peng B. Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* June 2009;107(6):e79-82.
2. Ferreira N de S, Gollo EKF, Boscato N, Arias A, Silva EJNL da. Postoperative pain after root canal filling with different endodontic sealers: a randomized clinical trial. *Braz Oral Res.* 2020;34:e069.
3. Siqueira JF. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J.* July 2003;36(7):453-63.
4. Sponchiado Junior EC, Vieira W de A, Normando AGC, Pereira JV, Ferraz CCR, Almeida JFA, vd. Calcium Silicate-Based Sealers Do Not Reduce the Risk and Intensity of Postoperative Pain after Root Canal Treatment when Compared with Epoxy Resin-Based Sealers: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Eur J Dent.* May 2021;15(2):347-59.
5. Fonseca B, Coelho MS, Bueno CE da S, Fontana CE, Martin ASD, Rocha DGP. Assessment of Extrusion and Postoperative Pain of a Bioceramic and Resin-Based Root Canal Sealer. *Eur J Dent.* July 2019;13(3):343-8.
6. Saini HR, Sangwan P, Sangwan A. Pain following foraminal enlargement in mandibular molars with necrosis and apical periodontitis: A randomized controlled trial. *Int Endod J.* December 2016;49(12):1116-23.
7. Nosrat A, Dianat O, Verma P, Nixdorf DR, Law AS. Postoperative Pain: An Analysis on Evolution of Research in Half-Century. *J Endod.* March 2021;47(3):358-65.
8. Sari S, Duruturk L. Radiographic evaluation of periapical healing of permanent teeth with periapical lesions after extrusion of AH Plus sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* December 2007;104(3):e54-59.
9. Camargo CHR, Camargo SEA, Valera MC, Hiller KA, 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.* December 2009;108(6):952-60.

10. Poggio C, Dagna A, Ceci M, Meravini MV, Colombo M, Pietrocola G. Solubility and pH of bioceramic root canal sealers: A comparative study. *J Clin Exp Dent*. October 2017;9(10):e1189-94.
11. Arias A, de la Macorra JC, Hidalgo JJ, Azabal M. Predictive models of pain following root canal treatment: a prospective clinical study. *Int Endod J*. August 2013;46(8):784-93.
12. Veríssimo DM, do Vale MS. Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *J Oral Sci*. September 2006;48(3):93-8.
13. Elsherief S, Elmarsafy SM, Youssef AR. Bacterial leakage analysis of root canal obturated using single cone technique with three different root canal sealers and three different coronal restorative. *Egypt Dent J*. 01 July 2019;65(Issue 3-July (Fixed Prosthodontics, Dental Materials, Conservative Dentistry&Endodontics)):2625-33.
14. Begotka BA, Hartwell GR. The importance of the coronal seal following root canal treatment. *Va Dent J*. 1996;73(4):8-10.
15. Dastorani M, Malekpour B, AminSobhani M, Alemrajabi M, Mahdian A, Malekpour B. Comparison of bacterial microleakage of three bioactive endodontic sealers in simulated underwater diving and aviation conditions. *BMC Oral Health*. 15 July 2021;21(1):345.
16. Al-Askary RA, Al-Ashou WMO, Al-Jubori SH. Remineralization ability of different root canal sealers. *Saudi Dent J*. December 2023;35(8):1014-22.
17. JOHNSON W, KULILD J. Obturation of the Cleaned and Shaped Root Canal System: Pathways of the Pulp. 2011. s. 349-88.
18. Vinola SMJ, Karthikeyan K, Mahalaxmi S. A novel petasin-modified zinc oxide eugenol sealer. *J Conserv Dent JCD*. 2019;22(5):490-4.
19. Augsburger RA, Peters DD. Radiographic evaluation of extruded obturation materials. *J Endod*. October 1990;16(10):492-7.
20. Bodrumlu E, Semiz M. Antibacterial activity of a new endodontic sealer against *Enterococcus faecalis*. *J Can Dent Assoc*. September 2006;72(7):637.
21. Pupo J, Biral RR, Benatti O, Abe A, Valdrighi L. Antimicrobial effects of endodontic filling cements on microorganisms from root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. June 1983;55(6):622-7.

22. Allan NA, Walton RC, Schaeffer MA. Setting times for endodontic sealers under clinical usage and in vitro conditions. *J Endod.* June 2001;27(6):421-3.
23. Briseno BM, Willershausen B. Root canal sealer cytotoxicity on human gingival fibroblasts. 1. Zinc oxide-eugenol-based sealers. *J Endod.* August 1990;16(8):383-6.
24. Kazemi RB, Safavi KE, Spångberg LS. Dimensional changes of endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* December 1993;76(6):766-71.
25. Brodin P. Neurotoxic and analgesic effects of root canal cements and pulp-protecting dental materials. *Endod Dent Traumatol.* February 1988;4(1):1-11.
26. Akcay I, Sen BH. Arsenik ve Paraformaldehitli Devitalizan Patlar: Artık Kullanmayalım! *Türk Dişhekimleri Birliği Derg.* 01 Şubat 2005;86:54-60.
27. Jang JH, Park SH, Jang HJ, Lee SG, Park JH, Jeong JW, vd. A Case of Recurrent Urticaria Due to Formaldehyde Release from Root-Canal Disinfectant. *Yonsei Med J.* January 2017;58(1):252-4.
28. Block RM, Lewis RD, Sheats JB, Burke SH. Cell-mediated immune response to dog pulp tissue altered by 6.5% paraformaldehyde via the root canal. *J Endod.* November 1978;4(11):346-52.
29. Lucena-Martín C, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, Robles-Gijón V, Navajas-Rodríguez de Mondelo JM. A comparative study of apical leakage of Endomethasone, Top Seal, and Roeko Seal sealer cements. *J Endod.* June 2002;28(6):423-6.
30. Devi MT, Saha S, Tripathi AM, Dhinsa K, Kalra SK, Ghoshal U. Evaluation of the Antimicrobial Efficacy of Herbal Extracts Added to Root Canal Sealers of Different Bases: An In Vitro Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2019;12(5):398-404.
31. Orstavik D. Endodontic materials. *Adv Dent Res.* August 1988;2(1):12-24.
32. Smart ER, Barnes IE. Tissue necrosis after using an arsenical endodontic preparation: a case report. *Int Endod J.* Eylül 1991;24(5):263-9.
33. Zarzar PA, Rosenblatt A, Takahashi CS, Takeuchi PL, Costa Júnior LA. Formocresol mutagenicity following primary tooth pulp therapy: an in vivo study. *J Dent.* September 2003;31(7):479-85.
34. Modre B, Kränke B. Anaphylactic reaction to formaldehyde. *Allergy.* March 2001;56(3):263-4.

35. Prof. Dr. M. Kemal ÇALIŞKAN. NOBEL Kitabevi. [a.yer 30 Ocak 2024]. Endodontide Tanı ve Tedaviler. Erişim adresi: <https://www.nobelkitabevi.com.tr/dis-hekimligi-kitaplari/7784-endodontide-tani-ve-tedaviler-9789754204902.html>
36. Grossman L. Antimicrobial effect of root canal cements. *J Endod*. June 1980;6(6):594-7.
37. Azadi N, Fallahdoost A, Mehrvarzfar P, Rakhshan H, Rakhshan V. A four-week solubility assessment of AH-26 and four new root canal sealers. *Dent Res J*. January 2012;9(1):31-5.
38. Jafari F, Sobhani E, Samadi-Kafil H, Pirzadeh A, Jafari S. In vitro evaluation of the sealing ability of three newly developed root canal sealers: A bacterial microleakage study. *J Clin Exp Dent*. December 2016;8(5):e561-5.
39. Kelmendi T, Koçani F, Kurti A, Kamberi B, Kamberi A. Comparison of Sealing Abilities Among Zinc Oxide Eugenol Root-Canal Filling Cement, Antibacterial Bioceramic Paste, and Epoxy Resin, using *Enterococcus faecalis* as a Microbial Tracer. *Med Sci Monit Basic Res*. 01 June 2022;28:e936319.
40. Almeida JFA, Gomes BPFA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ, Zaia AA. Filling of artificial lateral canals and microleakage and flow of five endodontic sealers. *Int Endod J*. September 2007;40(9):692-9.
41. Zare Jahromi M, Navabi AA, Ekhtiari M. Comparing Coronal Discoloration Between AH26 and ZOE Sealers. *Iran Endod J*. 2011;6(4):146-9.
42. Shetty A, Anand KV, Rai N, Shetty A, Pradeep K, Kumar AA. In vitro comparative study of antimicrobial efficacy of endodontic sealers against common pathogens in the dental pulp. *J Conserv Dent JCD*. 2023;26(2):216-20.
43. Resende LM, Rached-Junior FJA, Versiani MA, Souza-Gabriel AE, Miranda CES, Silva-Sousa YTC, vd. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. *Int Endod J*. September 2009;42(9):785-93.
44. Huang FM, Tai KW, Chou MY, Chang YC. Cytotoxicity of resin-, zinc oxide-eugenol-, and calcium hydroxide-based root canal sealers on human periodontal ligament cells and permanent V79 cells. *Int Endod J*. February 2002;35(2):153-8.

45. Shin JH, Lee DY, Lee SH. Comparison of antimicrobial activity of traditional and new developed root sealers against pathogens related root canal. *J Dent Sci.* March 2018;13(1):54-9.
46. Caceres C, Larrain MR, Monsalve M, Peña Bengoa F. Dentinal Tubule Penetration and Adaptation of Bio-C Sealer and AH-Plus: A Comparative SEM Evaluation. *Eur Endod J.* 22 April 2021;6(2):216-20.
47. Hasheminia M, Razavian H, Mosleh H, Shakerian B. In vitro evaluation of the antibacterial activity of five sealers used in root canal therapy. *Dent Res J.* 2017;14(1):62-7.
48. Karobari MI, Batul R, Snigdha NTS, Al-Rawas M, Noorani TY. Correction: Evaluation of push-out bond strength, dentinal tubule penetration and adhesive pattern of bio-ceramic and epoxy resin-based root canal sealers. *PloS One.* 2023;18(11):e0295461.
49. Vertuan GC, Duarte MAH, Moraes IG de, Piazza B, Vasconcelos B de C, Alcalde MP, vd. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Root Canal Sealer. *J Endod.* March 2018;44(3):501-5.
50. Donnermeyer D, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E, Dammaschke T. Influence of the final irrigation solution on the push-out bond strength of calcium silicate-based, epoxy resin-based and silicone-based endodontic sealers. *Odontology.* April 2019;107(2):231-6.
51. Aravind, Gopikrishna V, Kandaswamy D, Jeyavel R. Comparative evaluation of the antimicrobial efficacy of five endodontic root canal sealers against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*. *J Conserv Dent.* 01 January 2006;9.
52. Sousa CJA, Montes CRM, Pascon EA, Loyola AM, Versiani MA. Comparison of the intraosseous biocompatibility of AH Plus, EndoREZ, and Epiphany root canal sealers. *J Endod.* July 2006;32(7):656-62.
53. Silva-Herzog D, Ramírez T, Mora J, Pozos AJ, Silva L a. B, Silva R a. B, vd. Preliminary study of the inflammatory response to subcutaneous implantation of three root canal sealers. *Int Endod J.* May 2011;44(5):440-6.
54. Pawińska M, Kierklo A, Marczuk-Kolada G. New technology in endodontics-the Resilon-Epiphany system for obturation of root canals. *Adv Med Sci.* 2006;51 Suppl 1:154-7.

55. Ungor M, Onay EO, Orucoglu H. Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. *Int Endod J*. August 2006;39(8):643-7.
56. Kim YK, Grandini S, Ames JM, Gu L sha, Kim SK, Pashley DH, vd. Critical review on methacrylate resin-based root canal sealers. *J Endod*. March 2010;36(3):383-99.
57. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Bernardineli N, Graeff MSZ, Garcia RB, de Moraes IG, vd. A preliminary study of the percentage of sealer penetration in roots obturated with the Thermafil and RealSeal-1 obturation techniques in mesial root canals of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. December 2009;108(6):961-8.
58. Gharib SR, Tordik PA, Imamura GM, Baginski TA, Goodell GG. A confocal laser scanning microscope investigation of the epiphany obturation system. *J Endod*. August 2007;33(8):957-61.
59. Ørstavik D, Ford T. Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis. 2008. VII, 478 s.
60. Pascon EA, Spångberg LS. In vitro cytotoxicity of root canal filling materials: 1. Gutta-percha. *J Endod*. September 1990;16(9):429-33.
61. Bayırlı, G. Kanal Dolgu Maddeleri. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekim Fakülte Derg*. 1970;1(3):240-7.
62. Bayırlı, G. Pratik Endodonti. 3587/72. :s.188-241.
63. Lyu WJ, Bai W, Wang XY, Liang YH. Physicochemical properties of a novel bioceramic silicone-based root canal sealer. *J Dent Sci*. April 2022;17(2):831-5.
64. Ørstavik D, Nordahl I, Tibballs JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater*. November 2001;17(6):512-9.
65. Seelan RG, Kumar AA, Emil Sam RJ, Maheswari SU. Antimicrobial efficacy of different root canal sealers by using real-time polymerase chain reaction: An ex vivo study. *J Conserv Dent JCD*. 2015;18(6):474-8.
66. Ørstavik D. Materials used for root canal obturation: Technical, biological and clinical testing. *Endod Top*. 05 April 2006;12:25-38.

67. Bouillaguet S, Wataha JC, Tay FR, Brackett MG, Lockwood PE. Initial in vitro biological response to contemporary endodontic sealers. *J Endod.* October 2006;32(10):989-92.
68. Eldeniz AU, Mustafa K, Ørstavik D, Dahl JE. Cytotoxicity of new resin-, calcium hydroxide- and silicone-based root canal sealers on fibroblasts derived from human gingiva and L929 cell lines. *Int Endod J.* May 2007;40(5):329-37.
69. Dahl JE, Frangou-Polyzois MJ, Polyzois GL. In vitro biocompatibility of denture relining materials. *Gerodontology.* March 2006;23(1):17-22.
70. De-Deus G, Brandão MC, Fidel R a. S, Fidel SR. The sealing ability of GuttaFlow in oval-shaped canals: an ex vivo study using a polymicrobial leakage model. *Int Endod J.* October 2007;40(10):794-9.
71. Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Properties of a novel polysiloxane-guttapercha calcium silicate-bioglass-containing root canal sealer. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater.* May 2016;32(5):e113-126.
72. Reszka P, Nowicka A, Dura W, Marek E, Lipski M. SEM and EDS study of TotalFill BC Sealer and GuttaFlow Bioseal root canal sealers. *Dent Med Probl.* 2019;56(2):167-72.
73. Saygili G, Saygili S, Tuglu I, Davut Capar I. In Vitro Cytotoxicity of GuttaFlow Bioseal, GuttaFlow 2, AH-Plus and MTA Fillapex. *Iran Endod J.* 2017;12(3):354-9.
74. Ioannidis K, Beltes P, Lambrianidis T, Kapagiannidis D, Karagiannis V. Crown discoloration induced by endodontic sealers: spectrophotometric measurement of Commission International de l'Eclairage's L*, a*, b* chromatic parameters. *Oper Dent.* 2013;38(3):E1-12.
75. Tour Savadkouhi S, Fazlyab M. Discoloration Potential of Endodontic Sealers: A Brief Review. *Iran Endod J.* 2016;11(4):250-4.
76. Nawal RR, Parande M, Sehgal R, Rao NR, Naik A. A comparative evaluation of 3 root canal filling systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* March 2011;111(3):387-93.
77. Duggan D, Arnold RR, Teixeira FB, Caplan DJ, Tawil P. Periapical inflammation and bacterial penetration after coronal inoculation of dog roots filled with RealSeal 1 or Thermafil. *J Endod.* June 2009;35(6):852-7.
78. Zumdahl SS. Chemical Principles 6th Ed. Houghton Mifflin Company; 2009.

79. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards [Internet]. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0092.html>
80. Desai S, Chandler N. Calcium Hydroxide–Based Root Canal Sealers: A Review. *J Endod*. 01 April 2009;35(4):475-80.
81. Bakland LK BJ. Root canal filling materials. : Ingle’s Endodontics 6th ed. 2008. s. 1019-52.
82. Mohammadi Z, Shalavi S, Yazdizadeh M. Antimicrobial activity of calcium hydroxide in endodontics: a review. *Chonnam Med J*. December 2012;48(3):133-40.
83. Siqueira JF, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J*. September 1999;32(5):361-9.
84. Morgental RD, Vier-Pelisser FV, Oliveira SD, Antunes FC, Cogo DM, Kopper PMP. Antibacterial activity of two MTA-based root canal sealers. *Int Endod J*. December 2011;44(12):1128-33.
85. Hoshino RA, Silva GF da, Delfino MM, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M, Sasso-Cerri E, vd. Physical Properties, Antimicrobial Activity and In Vivo Tissue Response to Apexit Plus. *Mater Basel Switz*. 05 March 2020;13(5):1171.
86. Miglani R, Shankar, Indira R, Ramachandran S. An invitro evaluation of calcium hydroxide root canal sealers and its effect on six microorganisms. *J Conserv Dent*. 01 January 2007;10:99.
87. Chowdhury R, Alam M, Rubby M, Rabbi G, Azad S, Khatun M, vd. Antimicrobial Efficacy of Endomethasone and Sealapex Sealers against Specific Endodontic Pathogens. *City Dent Coll J*. 05 September 2013;10.
88. Pattanaik S, Jena A, Shashirekha G. In vitro comparative evaluation of antifungal efficacy of three endodontic sealers with and without incorporation of chitosan nanoparticles against *Candida albicans*. *J Conserv Dent JCD*. 2019;22(6):564-7.
89. Jessica Santoso TS ArmeliaSari Widyarman, Dina Ratnasari. Efficacy of bioceramic and calcium hydroxide-based root canal sealers against pathogenic endodontic biofilms: An In vit... [Internet]. [a.yer 30 January 2024].: <https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/4MZqePbl/>

90. Basir L, Khanehmasjedi M, Khosravi A, Ansarifar S. Investigating The Antimicrobial Activity Of Different Root Canal Filling Pastes In Deciduous Teeth. Clin Cosmet Investig Dent. 10 October 2019;11:321-6.
91. Ersahan S, Aydin C. Solubility and apical sealing characteristics of a new calcium silicate-based root canal sealer in comparison to calcium hydroxide-, methacrylate resin- and epoxy resin-based sealers. Acta Odontol Scand. 2013;71(3-4):857-62.
92. Rosa M, Morozova Y, Moštěk R, Holík P, Somolová L, Novotná B, vd. The Short-Term Antibacterial Activity of Three Selected Endodontic Sealers against Enterococcus faecalis Bacterial Culture. Life Basel Switz. 21 January 2022;12(2):158.
93. Haapasalo M, Orstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. J Dent Res. August 1987;66(8):1375-9.
94. Wu MK, Wesselink PR, Boersma J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. Int Endod J. July 1995;28(4):185-9.
95. da Silva LA, Leonardo MR, da Silva RS, Assed S, Guimarães LF. Calcium hydroxide root canal sealers: evaluation of pH, calcium ion concentration and conductivity. Int Endod J. May 1997;30(3):205-9.
96. Duarte MA, Demarchi AC, Giaxa MH, Kuga MC, Fraga SC, de Souza LC. Evaluation of pH and calcium ion release of three root canal sealers. J Endod. July 2000;26(7):389-90.
97. Leonardo MR, Silva LA, Utrilla LS, Assed S, Ether SS. Calcium hydroxide root canal sealers--histopathologic evaluation of apical and periapical repair after endodontic treatment. J Endod. July 1997;23(7):428-32.
98. Heithersay GS. Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. J Br Endod Soc. July 1975;8(2):74-93.
99. Rehman K, Saunders WP, Foye RH, Sharkey SW. Calcium ion diffusion from calcium hydroxide-containing materials in endodontically-treated teeth: an in vitro study. Int Endod J. July 1996;29(4):271-9.
100. Segura JJ, Llamas R, Rubio-Manzanares AJ, Jimenez-Planas A, Guerrero JM, Calvo JR. Calcium hydroxide inhibits substrate adherence capacity of macrophages. J Endod. July 1997;23(7):444-7.

101. Tagger M, Tagger E, Kfir A. Release of calcium and hydroxyl ions from set endodontic sealers containing calcium hydroxide. *J Endod.* December 1988;14(12):588-91.
102. Siqueira JF, de Uzeda M. Intracanal medicaments: evaluation of the antibacterial effects of chlorhexidine, metronidazole, and calcium hydroxide associated with three vehicles. *J Endod.* March 1997;23(3):167-9.
103. Siqueira JF, de Uzeda M. Influence of different vehicles on the antibacterial effects of calcium hydroxide. *J Endod.* October 1998;24(10):663-5.
104. Da Silva RAB, Da Silva LAB, Gabriel-Junior EA, Sorgi CA, Faccioli LH, Massoni VV, vd. M1 and M2 macrophages phenotypes modulation after stimuli with materials used in endodontic treatment. *Braz Dent J.* 2021;32(3):32-43.
105. Khanvilkar U, Dundappa J, Chaubey N, Jha A, Paliwal A, Kumar R. Comparison of Apical Sealing Capacity of ActiV GP/Glass Ionomer Sealer Versus Resilon/RealSeal and Gutta Percha/AH plus Sealers. *Cureus.* December 2023;15(12):e49931.
106. Miletić I, Prpić-Mehićić G, Marsan T, Tambić-Andrasević A, Plesko S, Karlović Z, vd. Bacterial and fungal microleakage of AH26 and AH Plus root canal sealers. *Int Endod J.* May 2002;35(5):428-32.
107. Heling I, Chandler NP. The antimicrobial effect within dentinal tubules of four root canal sealers. *J Endod.* May 1996;22(5):257-9.
108. Koch K, Brave D. A new endodontic obturation technique. *Dent Today.* May 2006;25(5):102, 104-7.
109. Friedman S, Löst C, Zarrabian M, Trope M. Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer. *J Endod.* July 1995;21(7):384-90.
110. Moshonov J, Trope M, Friedman S. Retreatment efficacy 3 months after obturation using glass ionomer cement, zinc oxide-eugenol, and epoxy resin sealers. *J Endod.* February 1994;20(2):90-2.
111. Dong X, Xu X. Bioceramics in Endodontics: Updates and Future Perspectives. *Bioeng Basel Switz.* 13 March 2023;10(3):354.
112. Thompson JY, Stoner BR, Piascik JR, Smith R. Adhesion/cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: where are we now? *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater.* January 2011;27(1):71-82.

113. Hamdy T. Polymers and Ceramics Biomaterials in Orthopedics and Dentistry: A Review Article. *Egypt J Chem.* 22 June 2018;0(0):0-0.
114. Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater.* 2016;2016:9753210.
115. Omar N, Abdelraouf RM, Hamdy TM. Effect of different root canal irrigants on push-out bond strength of two novel root-end filling materials. *BMC Oral Health.* 02 April 2023;23(1):193.
116. Raghavendra SS, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in endodontics - a review. *J Istanbul Univ Fac Dent.* 2017;51(3 Suppl 1):S128-37.
117. Abusrewil SM, McLean W, Scott JA. The use of Bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review. *Saudi Dent J.* October 2018;30(4):273-82.
118. Washio A, Morotomi T, Yoshii S, Kitamura C. Bioactive Glass-Based Endodontic Sealer as a Promising Root Canal Filling Material without Semisolid Core Materials. *Mater Basel Switz.* 29 November 2019;12(23):3967.
119. Han L, Okiji T. Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. *Int Endod J.* December 2011;44(12):1081-7.
120. Zhang H, Shen Y, Ruse ND, Haapasalo M. Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* July 2009;35(7):1051-5.
121. Torabinejad M, Hong CU, Lee SJ, Monsef M, Pitt Ford TR. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. *J Endod.* December 1995;21(12):603-8.
122. Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part I: vital pulp therapy. *Int Endod J.* February 2018;51(2):177-205.
123. Donnermeyer D, Bürklein S, Dammaschke T, Schäfer E. Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology.* October 2019;107(4):421-36.
124. Karobari MI, Batul R, Snigdha NTS, AL-Rawas M, Noorani TY. Evaluation of push-out bond strength, dentinal tubule penetration and adhesive pattern of bio-

ceramic and epoxy resin-based root canal sealers. PLOS ONE. 13 November 2023;18(11):e0294076.

125. Kharouf N, Sauro S, Eid A, Zghal J, Jmal H, Seck A, vd. Physicochemical and Mechanical Properties of Premixed Calcium Silicate and Resin Sealers. J Funct Biomater. 23 December 2022;14(1):9.

126. Camilleri J, Montesin FE, Brady K, Sweeney R, Curtis RV, Ford TRP. The constitution of mineral trioxide aggregate. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater. April 2005;21(4):297-303.

127. Sipert CR, Hussne RP, Nishiyama CK, Torres SA. In vitro antimicrobial activity of Fill Canal, Sealapex, Mineral Trioxide Aggregate, Portland cement and EndoRez. Int Endod J. August 2005;38(8):539-43.

128. Silva EJNL, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes BPFA, Zaia AA. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. J Endod. February 2013;39(2):274-7.

129. Zaki DY, Zaazou MH, Khallaf ME, Hamdy TM. In Vivo Comparative Evaluation of Periapical Healing in Response to a Calcium Silicate and Calcium Hydroxide Based Endodontic Sealers. Open Access Maced J Med Sci. 20 August 2018;6(8):1475-9.

130. Lee BN, Hong JU, Kim SM, Jang JH, Chang HS, Hwang YC, vd. Anti-inflammatory and Osteogenic Effects of Calcium Silicate-based Root Canal Sealers. J Endod. January 2019;45(1):73-8.

131. Viapiana R, Flumignan DL, Guerreiro-Tanomaru JM, Camilleri J, Tanomaru-Filho M. Physicochemical and mechanical properties of zirconium oxide and niobium oxide modified Portland cement-based experimental endodontic sealers. Int Endod J. May 2014;47(5):437-48.

132. Chavarria-Bolanos D, Komabayashi T, Shen I, Vega-Baudrit J, Gandolfi MG, Prati C, vd. Effects of heat on seven endodontic sealers. J Oral Sci. 19 January 2022;64(1):33-9.

133. Guo J, Peters OA, Hosseinpour S. Immunomodulatory Effects of Endodontic Sealers: A Systematic Review. Dent J. 17 February 2023;11(2):54.

134. Wan QQ, Sun JL, Ma YX, Noble LC, Dong Y, Feng ZH, vd. Immunomodulatory effects of tricalcium silicate-based cements on osteogenesis. Appl Mater Today. 01 September 2021;24:101145.

135. Camilleri J. Evaluation of selected properties of mineral trioxide aggregate sealer cement. *J Endod.* October 2009;35(10):1412-7.
136. Estivalet MS, de Araújo LP, Immich F, da Silva AF, Ferreira N de S, da Rosa WL de O, vd. Bioactivity Potential of Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Scoping Review. *Life Basel Switz.* 11 November 2022;12(11):1853.
137. McHugh CP, Zhang P, Michalek S, Eleazer PD. pH required to kill *Enterococcus faecalis* in vitro. *J Endod.* April 2004;30(4):218-9.
138. Shalabi M, Saber S, Elsewify T. Influence of blood contamination on the bond strength and biointeractivity of Biodentine used as root-end filling. *Saudi Dent J.* December 2020;32(8):373-81.
139. Wong J, Manoil D, Näsman P, Belibasakis GN, Neelakantan P. Microbiological Aspects of Root Canal Infections and Disinfection Strategies: An Update Review on the Current Knowledge and Challenges. *Front Oral Health.* 25 June 2021;2:672887.
140. Shin JH, Lee DY, Lee SH. Comparison of antimicrobial activity of traditional and new developed root sealers against pathogens related root canal. *J Dent Sci.* March 2018;13(1):54-9.
141. Poggio C, Trovati F, Ceci M, Colombo M, Pietrocola G. Antibacterial activity of different root canal sealers against *Enterococcus faecalis*. *J Clin Exp Dent.* June 2017;9(6):e743-8.
142. Siboni F, Taddei P, Zamparini F, Prati C, Gandolfi MG. Properties of BioRoot RCS, a tricalcium silicate endodontic sealer modified with povidone and polycarboxylate. *Int Endod J.* December 2017;50 Suppl 2:e120-36.
143. Meneses CB, Gambini AF, Olivi LT, Santos MD, Sipert CR. Effect of CPoint, EndoSequence BC, and Gutta-percha Points on Viability and Gene Expression of Periodontal Ligament Fibroblasts. *Eur Endod J.* 2019;4(2):57-61.
144. Zoufan K, Jiang J, Komabayashi T, Wang YH, Safavi KE, Zhu Q. Cytotoxicity evaluation of Gutta Flow and Endo Sequence BC sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* November 2011;112(5):657-61.
145. Işınsu Atalay. Güncel Endodonti Çalışmaları IV. İçinde: AYBAK 2023 March. s. 100.
146. Trope M, Bunes A, Debelian G. Root filling materials and techniques: Bioceramics a new hope? *Endod Top.* 01 May 2015;32:86-96.

147. Amoroso-Silva PA, Guimarães BM, Marciano MA, Duarte MAH, Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, vd. Microscopic analysis of the quality of obturation and physical properties of MTA Fillapex. *Microsc Res Tech*. December 2014;77(12):1031-6.
148. Tay FR, Pashley DH, Rueggeberg FA, Loushine RJ, Weller RN. Calcium phosphate phase transformation produced by the interaction of the portland cement component of white mineral trioxide aggregate with a phosphate-containing fluid. *J Endod*. November 2007;33(11):1347-51.
149. Loushine BA, Bryan TE, Looney SW, Gillen BM, Loushine RJ, Weller RN, vd. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Endod*. May 2011;37(5):673-7.
150. Vitti RP, Prati C, Silva EJNL, Sinhoreti MAC, Zanchi CH, de Souza e Silva MG, vd. Physical Properties of MTA Fillapex Sealer. *J Endod*. 01 July 2013;39(7):915-8.
151. Prüllage RK, Urban K, Schäfer E, Dammaschke T. Material Properties of a Tricalcium Silicate-containing, a Mineral Trioxide Aggregate-containing, and an Epoxy Resin-based Root Canal Sealer. *J Endod*. December 2016;42(12):1784-8.
152. Qu W, Bai W, Liang YH, Gao XJ. Influence of Warm Vertical Compaction Technique on Physical Properties of Root Canal Sealers. *J Endod*. December 2016;42(12):1829-33.
153. Silva EJNL, Cardoso ML, Rodrigues JP, De-Deus G, Fidalgo TK da S. Solubility of bioceramic- and epoxy resin-based root canal sealers: A systematic review and meta-analysis. *Aust Endod J J Aust Soc Endodontology Inc*. December 2021;47(3):690-702.
154. Gutmann JL. Grossman's Endodontic Practice – 13th Edition. *J Conserv Dent JCD*. 2016;19(5):494.
155. Hassan Abu Zeid ST, Mokeem Saleh AAY. Solubility, pH Changes and Releasing Elements of Different Bioceramic and Mineral Trioxide Aggregate Root Canal Sealers Comparative Study. *J Trauma Treat* [Internet]. 2014 [a.yer 31 January 2024];04(02). Erişim adresi: <http://www.omicsgroup.org/journals/solubility-ph-changes-and-releasing-elements-of-different-bioceramicand-mineral-trioxide-aggregate-root-canal-sealers-comparative-study-2167-1222-1000249.php?aid=55658>

156. Antunes TBM, Janini ACP, Pelepenko LE, Abuna GF, Paiva EM, Sinhoreti M a. C, vd. Heating stability, physical and chemical analysis of calcium silicate-based endodontic sealers. *Int Endod J.* July 2021;54(7):1175-88.
157. Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, Rached-Júnior FA, De-Deus G, Miranda CES, vd. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. *Int Endod J.* May 2012;45(5):419-28.
158. Elyassi Y, Moinzadeh AT, Kleverlaan CJ. Characterization of Leachates from 6 Root Canal Sealers. *J Endod.* May 2019;45(5):623-7.
159. Torres FFE, Zordan-Bronzel CL, Guerreiro-Tanomaru JM, Chávez-Andrade GM, Pinto JC, Tanomaru-Filho M. Effect of immersion in distilled water or phosphate-buffered saline on the solubility, volumetric change and presence of voids within new calcium silicate-based root canal sealers. *Int Endod J.* March 2020;53(3):385-91.
160. Vieira AR, Siqueira JF, Ricucci D, Lopes WSP. Dentinal tubule infection as the cause of recurrent disease and late endodontic treatment failure: a case report. *J Endod.* February 2012;38(2):250-4.
161. Zordan-Bronzel CL, Esteves Torres FF, 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.* October 2019;45(10):1248-52.
162. Aminoshariae A, Primus C, Kulild JC. Tricalcium silicate cement sealers: Do the potential benefits of bioactivity justify the drawbacks? *J Am Dent Assoc* 1939. August 2022;153(8):750-60.
163. Schäfer E, Zandbiglari T. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. *Int Endod J.* October 2003;36(10):660-9.
164. Silva Almeida LH, Moraes RR, Morgental RD, Pappen FG. Are Premixed Calcium Silicate-based Endodontic Sealers Comparable to Conventional Materials? A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod.* April 2017;43(4):527-35.
165. Assiry AA, Karobari MI, Lin GSS, Batul R, Snigdha NT, Luke AM, vd. Microstructural and Elemental Characterization of Root Canal Sealers Using FTIR, SEM, and EDS Analysis. *Appl Sci.* 02 April 2023;13(7):4517.

166. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, vd. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci.* August 2004;112(4):353-61.
167. Lin GSS, Luddin N, Ghani HA, Lai JCH, Noorani TY. Dislodgment Resistance, Adhesive Pattern, and Dentinal Tubule Penetration of a Novel Experimental Algin Biopolymer-Incorporated Bioceramic-Based Root Canal Sealer. *Polymers.* 06 March 2023;15(5):1317.
168. PhD KJA DMD, Shen C, Rawls HR. *Phillips' Science of Dental Materials.* Elsevier Health Sciences; 2012. 588 s.
169. Lotfi M, Ghasemi N, Rahimi S, Vosoughhosseini S, Saghiri MA, Shahidi A. Resilon: a comprehensive literature review. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2013;7(3):119-30.
170. Razmi H, Bolhari B, Karamzadeh Dashti N, Fazlyab M. The Effect of Canal Dryness on Bond Strength of Bioceramic and Epoxy-resin Sealers after Irrigation with Sodium Hypochlorite or Chlorhexidine. *Iran Endod J.* 2016;11(2):129-33.
171. Khedmat S, Shadi A. A scanning electron microscopic comparison of the cleaning efficacy of endodontic irrigants. *Iran Endod J.* 2007;2(3):95-8.
172. Sahebi S, Sobhnamayan F, Naghizade S. The effects of Various Endodontic Irrigants on the Push-out Bond Strength of Calcium-Enriched Mixture Cement and Mineral Trioxide Aggregate. *Iran Endod J.* 2016;11(4):280-5.
173. Jafari F, Jafari S. Composition and physicochemical properties of calcium silicate based sealers: A review article. *J Clin Exp Dent.* October 2017;9(10):e1249-55.
174. Lin GSS, Sim DHH, Luddin N, Lai JCH, Ghani HA, Noorani TY. Fabrication and characterisation of novel algin incorporated bioactive-glass 58S calcium-silicate-based root canal sealer. *J Dent Sci.* April 2023;18(2):604-12.
175. Osiri S, Banomyong D, Sattabanasuk V, Yanpiset K. Root Reinforcement after Obturation with Calcium Silicate-based Sealer and Modified Gutta-percha Cone. *J Endod.* December 2018;44(12):1843-8.
176. Al-Hiyasat AS, Alfirjani SA. The effect of obturation techniques on the push-out bond strength of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Dent.* October 2019;89:103169.

177. Jasrasaria N, Tikku AP, Bharti R. Analysis of porosity, sealer dissolution and apical extrusion of endodontic sealers: A micro computed tomography study. *J Oral Biol Craniofacial Res.* 2023;13(4):495-9.
178. Ersahan S, Aydin C. Dislocation resistance of iRoot SP, a calcium silicate-based sealer, from radicular dentine. *J Endod.* December 2010;36(12):2000-2.
179. Işınsu Atalay. Güncel Endodonti Çalışmaları IV. İçinde: AYBAK 2023 Mart. Akademisyen Kitabevi; 2023. s. 101.
180. Partovi M, Al-Havvaz AH, Soleimani B. In vitro computer analysis of crown discolouration from commonly used endodontic sealers. *Aust Endod J J Aust Soc Endodontology Inc.* December 2006;32(3):116-9.
181. Ioannidis K, Mistakidis I, Beltes P, Karagiannis V. Spectrophotometric analysis of crown discoloration induced by MTA- and ZnOE-based sealers. *J Appl Oral Sci Rev FOB.* 2013;21(2):138-44.
182. Ahmed HMA, Abbott PV. Discolouration potential of endodontic procedures and materials: a review. *Int Endod J.* October 2012;45(10):883-97.
183. Neelakantan P, Grotra D, Sharma S. Retreatability of 2 mineral trioxide aggregate-based root canal sealers: a cone-beam computed tomography analysis. *J Endod.* July 2013;39(7):893-6.
184. 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.* March 2018;22(2):811-7.
185. Forghani M, Gharechahi M, Karimpour S. In vitro evaluation of tooth discolouration induced by mineral trioxide aggregate Fillapex and iRoot SP endodontic sealers. *Aust Endod J J Aust Soc Endodontology Inc.* December 2016;42(3):99-103.
186. Ertekin C. Ağrının Nöroanatomisi ve Nörofizyolojisi, Ağrı ve Tedavisi. İzmirYapım Matbaacılık. :1-18.
187. John Butterworth DM John Wasnick. Morgan and Mikhail's Clinical Anesthesiology Cases., 1996. s. 274-316.
188. Öngel DDK. Ağrı Tanımı Ve Sınıflaması. *Klin Tıp Aile Hekim.* 30 Ocak 2017;9(1):12-4.
189. Collins, V J. Mechanisms of Pain and Control, Principles of Anesthesiology. 1978. 906-928 s.

190. Sorkin LS, Wallace MS. Acute pain mechanisms. *Surg Clin North Am.* April 1999;79(2):213-29.
191. Torebjörk HE, Ochoa JL, Schady W. Referred pain from intraneural stimulation of muscle fascicles in the median nerve. *Pain.* February 1984;18(2):145-56.
192. Willis WD. The pain system. The neural basis of nociceptive transmission in the mammalian nervous system. *Pain Headache.* 1985;8:1-346.
193. Konietzny F, Perl ER, Trevino D, Light A, Hensel H. Sensory experiences in man evoked by intraneural electrical stimulation of intact cutaneous afferent fibers. *Exp Brain Res.* 1981;42(2):219-22.
194. Rang HP, Bevan S, Dray A. Chemical activation of nociceptive peripheral neurones. *Br Med Bull.* July 1991;47(3):534-48.
195. Schepelmann K, Messlinger K, Schaible HG, Schmidt RF. Inflammatory mediators and nociception in the joint: excitation and sensitization of slowly conducting afferent fibers of cat's knee by prostaglandin I₂. *Neuroscience.* September 1992;50(1):237-47.
196. Dray A, Bettaney J, Forster P, Perkins MN. Bradykinin-induced stimulation of afferent fibres is mediated through protein kinase C. *Neurosci Lett.* 12 September 1988;91(3):301-7.
197. Merighi A. The histology, physiology, neurochemistry and circuitry of the substantia gelatinosa Rolandi (lamina II) in mammalian spinal cord. *Prog Neurobiol.* October 2018;169:91-134.
198. Abraira VE, Ginty DD. The sensory neurons of touch. *Neuron.* 21 August 2013;79(4):618-39.
199. Bristol-Myers Squibb Symposium on Pain Research. Pain and central nervous system disease: the central pain syndromes. New York: Raven Press; 1991. (The Bristol-Myers Squibb Symposium on Pain Research series).
200. Osman Nuri AYDIN. Ağrı ve Ağrı Mekanizmalarına Güncel Bakış. *ADÜ Tıp Fakültesi Derg.* 2002;37-48.
201. Lee GI, Neumeister MW. Pain. *Clin Plast Surg.* April 2020;47(2):173-80.
202. Armstrong SA, Herr MJ. Physiology, Nociception. : StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [a.yer 31 January 2024]., <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551562/>

203. Büchel C. The role of expectations, control and reward in the development of pain persistence based on a unified model. *eLife*. 27 March 2023;12:e81795.
204. Fields HL. How expectations influence pain. *Pain*. September 2018;159(1):S3-10.
205. Mazzini L, Mareschi K, Ferrero I, Miglioretti M, Stecco A, Servo S, vd. Mesenchymal stromal cell transplantation in amyotrophic lateral sclerosis: a long-term safety study. *Cytotherapy*. January 2012;14(1):56-60.
206. Mahla RS. Stem Cells Applications in Regenerative Medicine and Disease Therapeutics. *Int J Cell Biol*. 2016;2016:6940283.
207. Kara Tuncer A, Kayatas M, Tuncer S. Pulp Diagnostic Tests. *Bezmialem Sci*. 12 February 2015;2(2):61-4.
208. Olgart L. Excitation of intradental sensory units by pharmacological agents. *Acta Physiol Scand*. September 1974;92(1):48-55.
209. Byers MR. Dental sensory receptors. *Int Rev Neurobiol*. 1984;25:39-94.
210. El Mubarak AHH, Abu-bakr NH, Ibrahim YE. Postoperative pain in multiple-visit and single-visit root canal treatment. *J Endod*. January 2010;36(1):36-9.
211. Risso PA, Cunha AJLA, Araujo MCP, Luiz RR. Postobturation pain and associated factors in adolescent patients undergoing one- and two-visit root canal treatment. *J Dent*. November 2008;36(11):928-34.
212. 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*. February 2008;41(2):91-9.
213. Keskin C, Demiryurek EO, Ozyurek T. Postoperative Pain after Single-Versus-Multiple Visit Root Canal Treatment in Teeth with Vital or Non-Vital Pulps in a Turkish Population. *Asian J Sci Res*. 15 June 2015;8(3):413-20.
214. Ateş AA, Dumani A. Pre-Post Endodontik Ağrı Üzerine Predispoze Faktörler ve Çözüm Önerileri. *Türkiye Klin Endodonti - Özel Konular*. 2018;4(2):19-27.
215. Iqbal A. The Factors Responsible for Endodontic Treatment Failure in the Permanent Dentitions of the Patients Reported to the College of Dentistry, the University of Aljouf, Kingdom of Saudi Arabia. *J Clin Diagn Res JCDR*. May 2016;10(5):ZC146-148.

216. Iranmanesh F, Parirokh M, Haghdoost AA, Abbott PV. Effect of Corticosteroids on Pain Relief Following Root Canal Treatment: A Systematic Review. *Iran Endod J.* 2017;12(2):123-30.
217. Eti E, Özden İ, Öveçoğlu HS. Postoperatif Ağrı. *Turk Klin Endod - Spec Top.* 2022;8(2):32-9.
218. Walco GA, Harkins SW. Lifespan developmental approaches to pain. İçinde: *Psychosocial factors in pain: Critical perspectives.* New York, NY, US: The Guilford Press; 1999. s. 107-17.
219. Watkins CA, Logan HL, Kirchner HL. Anticipated and experienced pain associated with endodontic therapy. *J Am Dent Assoc* 1939. January 2002;133(1):45-54.
220. Ali SG, Mulay S, Palekar A, Sejjal 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.* October 2012;3(4):459-63.
221. Yaylali IE, Teke A, Tunca YM. The Effect of Foraminal Enlargement of Necrotic Teeth with a Continuous Rotary System on Postoperative Pain: A Randomized Controlled Trial. *J Endod.* March 2017;43(3):359-63.
222. Oginni AO, Udoeye CI. Endodontic flare-ups: comparison of incidence between single and multiple visit procedures in patients attending a Nigerian teaching hospital. *BMC Oral Health.* 26 November 2004;4(1):4.
223. Pekruhn RB. Single-visit endodontic therapy: a preliminary clinical study. *J Am Dent Assoc* 1939. December 1981;103(6):875-7.
224. Imura N, Zuolo ML. Factors associated with endodontic flare-ups: a prospective study. *Int Endod J.* September 1995;28(5):261-5.
225. Ryan JL, Jureidini B, Hodges JS, Baisden M, Swift JQ, Bowles WR. Gender differences in analgesia for endodontic pain. *J Endod.* May 2008;34(5):552-6.
226. Glennon JP, Ng YL, Setchell DJ, Gulabivala K. Prevalence of and factors affecting postpreparation pain in patients undergoing two-visit root canal treatment. *Int Endod J.* January 2004;37(1):29-37.
227. Liddell A, Locker D. Gender and age differences in attitudes to dental pain and dental control. *Community Dent Oral Epidemiol.* August 1997;25(4):314-8.

228. Polycarpou N, Ng YL, Canavan D, Moles DR, Gulabivala K. Prevalence of persistent pain after endodontic treatment and factors affecting its occurrence in cases with complete radiographic healing. *Int Endod J*. March 2005;38(3):169-78.
229. Unruh AM, Ritchie J, Merskey H. Does gender affect appraisal of pain and pain coping strategies? *Clin J Pain*. March 1999;15(1):31-40.
230. Segura-Egea JJ, Cisneros-Cabello R, Llamas-Carreras JM, Velasco-Ortega E. Pain associated with root canal treatment. *Int Endod J*. July 2009;42(7):614-20.
231. DiRenzo A, Gresla T, Johnson BR, Rogers M, Tucker D, BeGole EA. Postoperative pain after 1- and 2-visit root canal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. July 2002;93(5):605-10.
232. Ng YL, Glennon JP, Setchell DJ, Gulabivala K. Prevalence of and factors affecting post-obturation pain in patients undergoing root canal treatment. *Int Endod J*. June 2004;37(6):381-91.
233. Mehrvarzfar P, Shababi B, Sayyad R, Fallahdoost A, Kheradpir K. Effect of suprapariosteal injection of dexamethasone on postoperative pain. *Aust Endod J J Aust Soc Endodontology Inc*. April 2008;34(1):25-9.
234. Albashaireh ZS, Alnegrish AS. Postobturation pain after single- and multiple-visit endodontic therapy. A prospective study. *J Dent*. March 1998;26(3):227-32.
235. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod*. November 1985;11(11):472-8.
236. Walton R, Fouad A. Endodontic interappointment flare-ups: a prospective study of incidence and related factors. *J Endod*. April 1992;18(4):172-7.
237. Genet JM, Hart AA, Wesselink PR, Thoden van Velzen SK. Preoperative and operative factors associated with pain after the first endodontic visit. *Int Endod J*. March 1987;20(2):53-64.
238. Owatz CB, Khan AA, Schindler WG, Schwartz SA, Keiser K, Hargreaves KM. The incidence of mechanical allodynia in patients with irreversible pulpitis. *J Endod*. May 2007;33(5):552-6.
239. Ince B, Ercan E, Dalli M, Dulgergil CT, Zorba YO, Colak H. Incidence of postoperative pain after single- and multi-visit endodontic treatment in teeth with vital and non-vital pulp. *Eur J Dent*. October 2009;3(4):273-9.
240. O'Keefe EM. Pain in endodontic therapy: preliminary study. *J Endod*. October 1976;2(10):315-9.

241. Yesilsoy C, Koren LZ, Morse DR, Rankow H, Bolanos OR, Furst ML. Post-endodontic obturation pain: a comparative evaluation. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. June 1988;19(6):431-8.
242. Harrison JW, Gaumgartner JC, Svec TA. Incidence of pain associated with clinical factors during and after root canal therapy. Part 1. Interappointment pain. *J Endod*. September 1983;9(9):384-7.
243. Woolf CJ, Salter MW. Neuronal plasticity: increasing the gain in pain. *Science*. 09 June 2000;288(5472):1765-9.
244. Jeske AH. Local anesthetics: special considerations in endodontics. *J Tenn Dent Assoc*. 2003;83(2):14-8.
245. Walton RE, Torabinejad M. Managing local anesthesia problems in the endodontic patient. *J Am Dent Assoc* 1939. May 1992;123(5):97-102.
246. Silva EJNL, Menaged K, Ajuz N, Monteiro MRFP, Coutinho-Filho T de S. Postoperative pain after foraminal enlargement in anterior teeth with necrosis and apical periodontitis: a prospective and randomized clinical trial. *J Endod*. February 2013;39(2):173-6.
247. Siqueira JF, Rôças IN, Favieri A, Machado AG, Gahyva SM, Oliveira JCM, vd. Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod*. June 2002;28(6):457-60.
248. Onay EO, Ungor M, Yazici AC. The evaluation of endodontic flare-ups and their relationship to various risk factors. *BMC Oral Health*. 14 November 2015;15(1):142.
249. Fox J, Atkinson JS, Dinin AP, Greenfield E, Hechtman E, Reeman CA, vd. Incidence of pain following one-visit endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. July 1970;30(1):123-30.
250. Kissin I. Preemptive analgesia. *Anesthesiology*., November 2000;93(4):1138-43.
251. Dionne RA, Cooper SA. Evaluation of preoperative ibuprofen for postoperative pain after removal of third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. June 1978;45(6):851-6.
252. Di Spirito F, Scelza G, Fornara R, Giordano F, Rosa D, Amato A. Post-Operative Endodontic Pain Management: An Overview of Systematic Reviews on

Post-Operatively Administered Oral Medications and Integrated Evidence-Based Clinical Recommendations. *Healthc Basel Switz*. 19 April 2022;10(5):760.

253. Attar S, Bowles WR, Baisden MK, Hodges JS, McClanahan SB. Evaluation of pretreatment analgesia and endodontic treatment for postoperative endodontic pain. *J Endod*. June 2008;34(6):652-5.

254. Cooper SA. Five studies on ibuprofen for postsurgical dental pain. *Am J Med*. 13 July 1984;77(1A):70-7.

255. Dionne RA, Campbell RA, Cooper SA, Hall DL, Buckingham B. Suppression of postoperative pain by preoperative administration of ibuprofen in comparison to placebo, acetaminophen, and acetaminophen plus codeine. *J Clin Pharmacol*. January 1983;23(1):37-43.

256. Nagendrababu V, Gutmann JL. Factors associated with postobturation pain following single-visit nonsurgical root canal treatment: A systematic review. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. 2017;48(3):193-208.

257. AlRahabi MK. Predictors, prevention, and management of postoperative pain associated with nonsurgical root canal treatment: A systematic review. *J Taibah Univ Med Sci*. October 2017;12(5):376-84.

258. Amato M, Pantaleo G, Abteltatif D, Blasi A, Gagliani M, Iandolo A. An in vitro evaluation of the degree of pulp tissue dissolution through different root canal irrigation protocols. *J Conserv Dent JCD*. 2018;21(2):175-9.

259. Martins CM, De Souza Batista VE, Andolfatto Souza AC, Andrada AC, Mori GG, Gomes Filho JE. Reciprocating kinematics leads to lower incidences of postoperative pain than rotary kinematics after endodontic treatment: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trial. *J Conserv Dent JCD*. 2019;22(4):320-31.

260. Uzunoglu-Özyürek E, Küçükkaya Eren S, Karahan S. Effect of root canal sealers on the fracture resistance of endodontically treated teeth: a systematic review of in vitro studies. *Clin Oral Investig*. September 2018;22(7):2475-85.

261. Iandolo A, Iandolo G, Malvano M, Pantaleo G, Simeone M. Modern technologies in Endodontics. *G Ital Endodonzia*. 01 June 2016;30(1):2-9.

262. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*. August 2004;30(8):559-67.

263. Caviedes-Bucheli J, Moreno JO, Carreño CP, Delgado R, Garcia DJ, Solano J, vd. The effect of single-file reciprocating systems on Substance P and Calcitonin gene-related peptide expression in human periodontal ligament. *Int Endod J*. May 2013;46(5):419-26.
264. Vishwanathaiah S, Maganur PC, Khanagar SB, Chohan H, Testarelli L, Mazzoni A, vd. The Incidence and Intensity of Postendodontic Pain and Flareup in Single and Multiple Visit Root Canal Treatments: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Appl Sci*. 08 April 2021;11(8):3358.
265. Nekoofar MH, Sheykhrezae MS, Meraji N, Jamee A, Shirvani A, Jamee J, vd. Comparison of the effect of root canal preparation by using WaveOne and ProTaper on postoperative pain: a randomized clinical trial. *J Endod*. May 2015;41(5):575-8.
266. Alghazaly A, Al Habib L. Management of Endodontic Flare-Up in the Presence of Periapical Radiolucency: Case Report and Overview. *Cureus*. November 2023;15(11):e49719.
267. Bassam S, El-Ahmar R, Salloum S, Ayoub S. Endodontic postoperative flare-up: An update. *Saudi Dent J*. November 2021;33(7):386-94.
268. Alharthi AA, Aljoudi MH, Almaliki MN, Almalki MA, Sunbul MA. Effect of intra-canal cryotherapy on post-endodontic pain in single-visit RCT: A randomized controlled trial. *Saudi Dent J*. July 2019;31(3):330-5.
269. Wong AWY, Zhang S, Zhang CF, Chu CH. Perceptions of single-visit and multiple-visit endodontic treatment: a survey of endodontic specialists and general dentists in Hong Kong. *J Investig Clin Dent*. August 2016;7(3):263-71.
270. Fleming CH, Litaker MS, Alley LW, Eleazer PD. Comparison of classic endodontic techniques versus contemporary techniques on endodontic treatment success. *J Endod*. March 2010;36(3):414-8.
271. Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J*. January 1985;18(1):35-40.
272. Jacinto RC, Gomes BPFA, Ferraz CCR, Zaia AA, Filho FJS. Microbiological analysis of infected root canals from symptomatic and asymptomatic teeth with periapical periodontitis and the antimicrobial susceptibility of some isolated anaerobic bacteria. *Oral Microbiol Immunol*. October 2003;18(5):285-92.

273. Siqueira JF, Rôças IN, Souto R, Uzeda M, Colombo AP. Microbiological evaluation of acute periradicular abscesses by DNA-DNA hybridization. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* October 2001;92(4):451-7.
274. Ibrahim AM, Zakhary SY, Amin SAW. Calcium hydroxide intracanal medication effects on pain and flare-up: a systematic review and meta-analysis. *Restor Dent Endod.* August 2020;45(3):e26.
275. Su Y, Wang C, Ye L. Healing rate and post-obturation pain of single- versus multiple-visit endodontic treatment for infected root canals: a systematic review. *J Endod.* February 2011;37(2):125-32.
276. Maddox DL, Walton RE, Davis CO. Incidence of posttreatment endodontic pain related to medicaments and other factors. *J Endod.* December 1977;3(12):447-57.
277. White J, Harrison B, Richmond P, Procter A, Curran J. Postoperative analgesia for circumcision. *BMJ.* 18 Haziran 1983;286(6382):1934-1934.
278. 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.* May 1988;14(5):261-6.
279. Wong AW, Zhang C, Chu CH. A systematic review of nonsurgical single-visit versus multiple-visit endodontic treatment. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2014;6:45-56.
280. Gotler M, Bar-Gil B, Ashkenazi M. Postoperative pain after root canal treatment: a prospective cohort study. *Int J Dent.* 2012;2012:310467.
281. Zanjir M, Sgro A, Lighvan NL, Yarascavitch C, Shah PS, da Costa BR, vd. Efficacy and Safety of Postoperative Medications in Reducing Pain after Nonsurgical Endodontic Treatment: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *J Endod.* October 2020;46(10):1387-1402.e4.
282. Claffey E, Reader A, Nusstein J, Beck M, Weaver J. Anesthetic efficacy of articaine for inferior alveolar nerve blocks in patients with irreversible pulpitis. *J Endod.* August 2004;30(8):568-71.
283. Mikesell P, Nusstein J, Reader A, Beck M, Weaver J. A comparison of articaine and lidocaine for inferior alveolar nerve blocks. *J Endod.* April 2005;31(4):265-70.

284. Wagemakers SH, van der Velden JM, Gerlich AS, Hindriks-Keegstra AW, van Dijk JFM, Verhoeff JJC. A Systematic Review of Devices and Techniques that Objectively Measure Patients' Pain. *Pain Physician*. January 2019;22(1):1-13.
285. Xu X, Huang Y. Objective Pain Assessment: a Key for the Management of Chronic Pain.. 2020;9:F1000 Faculty Rev-35.
286. Bjelkarøy MT, Benth JŠ, Simonsen TB, Siddiqui TG, Cheng S, Kristoffersen ES, vd. Measuring pain intensity in older adults. Can the visual analogue scale and the numeric rating scale be used interchangeably? *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 02 March 2024;130:110925.
287. Price DD, Bush FM, Long S, Harkins SW. A comparison of pain measurement characteristics of mechanical visual analogue and simple numerical rating scales. *Pain*. February 1994;56(2):217-26.
288. Jensen MP, Karoly P. Self-report scales and procedures for assessing pain in adults. İçinde: *Handbook of pain assessment*, 3rd ed. New York, NY, US: The Guilford Press; 2011. s. 19-44.
289. Ferrell BA, Stein WM, Beck JC. The Geriatric Pain Measure: validity, reliability and factor analysis. *J Am Geriatr Soc*. December 2000;48(12):1669-73.
290. Hülya Kulakçı ONE. Huzurevinde Yaşayan Yaşlıların Bakımında Omaha Sistemi'nin Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi. 2011;4(1):25-33.
291. Melzack R, Katz J. The McGill Pain Questionnaire: Appraisal and current status. In: *Handbook of pain assessment*. New York, NY, US: The Guilford Press; 1992. s. 152-68.
292. Yeung AWK, Wong NSM. The Historical Roots of Visual Analog Scale in Psychology as Revealed by Reference Publication Year Spectroscopy. *Front Hum Neurosci*. 2019;13:86.
293. Becerra-Bolaños Á, Armas-Domínguez A, Valencia L, Jiménez-Marrero P, López-Ruiz S, Rodríguez-Pérez A. Pain Prevalence and Satisfaction with Pain Management in Inpatients: A Cross-Sectional Study. *Healthc Basel Switz*. 18 Aralık 2023;11(24):3191.
294. Wood BM, Nicholas MK, Blyth F, Asghari A, Gibson S. Assessing pain in older people with persistent pain: the NRS is valid but only provides part of the picture. *J Pain*. December 2010;11(12):1259-66.

295. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care Res.* November 2011;63 Suppl 11:S240-252.
296. George D, Mallery P. *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 17.0 Update.* Allyn & Bacon; 2010. 386 s.
297. Drumond JPSC, Maeda W, Nascimento WM, Campos D de L, Prado MC, de-Jesus-Soares A, vd. Comparison of Postobturation Pain Experience after Apical Extrusion of Calcium Silicate– and Resin–Based Root Canal Sealers. *J Endod.* 01 August 2021;47(8):1278-84.
298. Jung S, Sielker S, Hanisch MR, Libricht V, Schäfer E, Dammaschke T. Cytotoxic effects of four different root canal sealers on human osteoblasts. *PloS One.* 2018;13(3):e0194467.
299. Kim Y, Kim BS, Kim YM, Lee D, Kim SY. The Penetration Ability of Calcium Silicate Root Canal Sealers into Dentinal Tubules Compared to Conventional Resin-Based Sealer: A Confocal Laser Scanning Microscopy Study. *Materials.* 11 February 2019;12(3):531.
300. Cobankara FK, Altinöz HC, Ergani O, Kav K, Belli S. In vitro antibacterial activities of root-canal sealers by using two different methods. *J Endod.* January 2004;30(1):57-60.
301. Benetti F, de Azevedo Queiroz ÍO, Oliveira PHC de, Conti LC, Azuma MM, Oliveira SHP de, vd. Cytotoxicity and biocompatibility of a new bioceramic endodontic sealer containing calcium hydroxide. *Braz Oral Res.* 2019;33:e042.
302. Delfino MM, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M, Sasso-Cerri E, Cerri PS. Immunoinflammatory response and bioactive potential of GuttaFlow bioseal and MTA Fillapex in the rat subcutaneous tissue. *Sci Rep.* 28 April 2020;10(1):7173.
303. Phosphoric acid treatment enhances adaptation of glass-ionomer cement to bioceramic sealer conditioned dentin, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10478840/>

304. Suresh N, Chandrasekaran S, Ashritha MCV, Raoufe MA, Vasudevan A, Natanasabapathy V. Phosphoric acid treatment enhances adaptation of glass-ionomer cement to bioceramic sealer-conditioned dentin. *Dent Res J*. 25 July 2023;20:84.
305. Zhou H min, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng Y feng, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod*. October 2013;39(10):1281-6.
306. 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*. December 2023;49(12):1588-94.



EKLER

EK 1: Etik Kurul İzin Belgesi

T.C.
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARLARI

Toplantı Tarihi	05.05.2023	Toplantı Numarası	2023/5	Toplantı Saati	09:00	Etik Kurul Kodu	2011-KAEK-2
249- Prof. Dr. Mehmet Sinan EVCİL'in sorumluluğunda yürütülecek olan "Farklı Kanal Patlarının Kök Kanal Tedavisi Sonrası Post Operatif Ağrıya Olan Etkisinin İncelenmesi: Bir Randomize Klinik Araştırma" konulu <u>Girişimsel Olmayan</u> Klinik Araştırmalar için başvuru dosyası incelendi. Araştırma protokolüne uyularak, Sağlık Bakanlığı'nın 13.04.2013 tarih 28617 sayılı Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmeliği ve yayımlanan kılavuzlarında belirtilen hususlar dikkate alınarak, sorumluluk araştırmacılara ait olmak üzere araştırmanın yapılmasında etik sakınca olmadığına toplantıya katılan üyelerin oy birliği ile karar verildi.							

Ek 2: NRS Ölçeği Örneği

Hasta No:

Tarih:

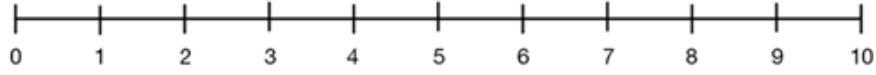
AFSÜ Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Ana Bilim Dalı

Bu çalışma kök kanal tedavisi gören hastaların ağrı düzeylerini belirlememize yarayan Rakamsal Puanlama ölçeğidir (NRS-Numerical Rating Scale)

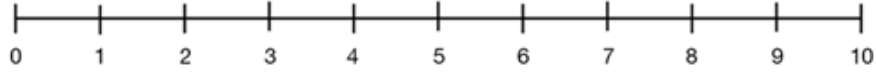
Aşağıdaki skala üzerinde ağrınızın şiddetini gösteren değeri işaretleyiniz.

Adınız Soyadınız:

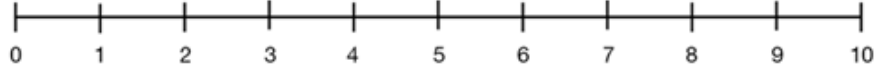
Tedaviden 6 saat sonra



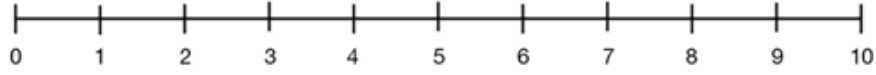
Tedaviden 1 gün sonra



Tedaviden 2 gün sonra



Tedaviden 3 gün sonra



Tedaviden 1 hafta sonra

