

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

**ÜÇ FARKLI DOLUM MATERYALİNİN VE KRİYOTERAPİ
UYGULAMASININ KANAL TEDAVİSİ SONRASI OLUŞAN AĞRI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Dt. Kaan ILICALI

**Endodonti Ana Bilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Ahter ŞANAL ÇIKMAN**

RİZE-2024

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

**ÜÇ FARKLI DOLUM MATERYALİNİN VE KRİYOTERAPİ
UYGULAMASININ KANAL TEDAVİSİ SONRASI OLUŞAN AĞRI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Dt. Kaan ILICALI

**Endodonti Ana Bilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Ahter ŞANAL ÇIKMAN**

RİZE-2024

KABUL ve ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Endodonti Ana bilim dalında, Dr. Öğr. Üyesi Ahter ŞANAL ÇIKMAN danışmanlığında, Arş. Gör. Dt. Kaan ILICALI tarafından hazırlanan “Üç Farklı Dolum Materyalinin ve Kriyoterapi Uygulamasının Kanal Tedavisi Sonrası Oluşan Ağrı Üzerine Etkisi” adlı bu tez çalışması, 11.10.2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği başarıyla bulunarak jürimiz tarafından **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı, Adı Soyadı

Başkan:

Dr. Öğr. Üyesi Ahter ŞANAL ÇIKMAN

Üye:

Doç.Dr. Fatma PERTEK HATİPOĞLU

Üye:

Dr. Öğr. Üyesi Edanur MARAŞ

ETİK BEYAN

Endodonti Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Üç Farklı Kanal Dolgu Materyalinin ve Kriyoterapi Uygulamasının Kanal Tedavisi Sonrası Oluşan Ağrı Üzerine Etkisi” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır. Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Usul ve Esaslarına uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve/veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılabilecek bir durumun ortaya çıkması halinde; üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.

KAAN ILICALI, 2024

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitim sürecim boyunca klinik birikimini, bilgilerini ve yaşam tecrübelerini benimle paylaşan; tez süresince sabır ve hoşgörü ile desteğini eksik etmeyen; uzmanlık süresince karşılaştığım tüm zorluklarda bana yardımcı olan; çok kıymetli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Ahter ŞANAL ÇIKMAN'a,

Her zaman beraber gülüp eğlendiğim ilerideki çalışma hayatımda da hayatımın ayrılmaz bir parçasını oluşturacak eş kıdemlilerime, aynı ortamda çalışmaktan keyif aldığım her ihtiyaç duyduğumda yanımda olan tüm asistan arkadaşlarıma ve bölüm personelimize,

Bu günlere gelmemde en büyük pay sahibi, ellerini üzerimden bir an olsun çekmeyen benim için her türlü fedakârlığı yapan canım aileme ve sevgilime,

Tüm kalbimle ve içtenlikle teşekkür ederim.

Kaan ILICALI, 2024- RİZE

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN.....	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ	IX
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Ağrı	4
2.1.1. Ağrının Tanımı.....	4
2.1.2. Dental Ağrının Algılanma Mekanizması	4
2.2. Ağrıyı Değerlendirme Yöntemleri	6
2.2.1. Tek Boyutlu Ölçekler.....	6
2.2.2. Çok Boyutlu Ölçekler	7
2.3. Endodontide Postoperatif Ağrı.....	7
2.3.1. Postoperatif Ağrı Sebepleri.....	8
2.3.2.Endodontide Postoperatif Ağrı Kontrolü	9
2.3.2.1. Farmakolojik Yöntemler	9
2.3.2.2. Farmakolojik Olmayan Yöntemler	10
2.4. Kriyoterapi.....	10
2.4.1. Kriyoterapinin Tanımı	10
2.4.2. Kriyoterapinin Etki Mekanizması.....	11
2.4.3. Kriyoterapinin Endodontide Kullanımı	13
2.5. Kanal Tedavisinde Kullanılan Kanal Dolgu Patları	14
2.5.1. Çinko Oksit Ojenollü Patlar	16
2.5.2. Ojenol İçermeyen Çinko Oksit Patlar.....	16
2.5.3. Rezin Esaslı Patlar	17
2.5.3.1. Epoksi Rezin İçerikli Patlar	17

2.5.3.2. Metakrilat Rezin İçerikli Patlar.....	17
2.5.4. Silikon Esaslı Patlar	18
2.5.5. Cam İyonomer Esaslı Patlar	18
2.5.6. Kalsiyum Hidroksit Esaslı Patlar	18
2.5.7. Biyoseramik Esaslı Patlar	19
2.5.8. Çalışmamızda Kullanılan Kanal Dolum Materyalleri	20
2.5.8.1. AH Plus.....	20
2.5.8.2. TotalFill BC Sealer.....	20
2.5.8.3. TotalFill BC RRM.....	21
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	22
3.1. Örneklem Boyutunun Belirlenmesi	22
3.2. Çalışmadaki Hastaların Dahil Edilme Kriterleri	23
3.3. Çalışmadaki Hastaların Dahil Edilmeme Kriterleri	23
3.4. Çalışma Gruplarının Oluşturulması.....	23
3.5. Kliniğimizde Uygulanan Kanal Tedavisi Protokolü.....	24
3.6. İstatistiksel Değerlendirme	33
4. BULGULAR	34
4.1. Cinsiyet ve Yaşın Gruplar Arasındaki Dağılımının İncelenmesi.....	35
4.2. Normal Dağılımın ve Homojenitenin Değerlendirilmesi.....	35
4.3. Kanal Dolum Materyali Türünün Post-Operatif Ağrıya Etkisinin Değerlendirilmesi	37
4.4. Kriyoterapi Uygulamasının Post-Operatif Ağrıya Etkisinin Değerlendirilmesi	39
4.5. Kanal Dolum Materyali ve Kriyoterapi Uygulamasının Post-Operatif Ağrıya Etkisinin Birlikte Değerlendirilmesi	40
5. TARTIŞMA	43
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	50
KAYNAKLAR.....	51
EKLER.....	64
EK-1 Özgeçmiş.....	64
EK-2 Etik Kurul Onayı.....	65
EK-3 Hasta Takip Formu	66

ÖZET

Üç Farklı Dolum Materyalinin ve Kriyoterapi Uygulamasının Kanal Tedavisi Sonrası

Oluşan Ağrı Üzerine Etkisi

Amaç: Bu tez çalışmasının amacı 3 farklı dolum materyali kullanılarak yapılan kanal tedavilerinde kriyoterapinin postoperatif ağrı üzerine etkisinin incelenmesidir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda, kliniğimizde tedavi olmuş, irreversible pulpitis ve semptomatik apikal periodontitis tanılı tek köklü tek kanallı dişe sahip 73 hastaya ait hasta takip formları kullanıldı. Kullanılan kanal dolum materyali ve kriyoterapi uygulamasına göre 6 ayrı grup belirlendi: 1-AH Plus/Kriyoterapi(+), 2- AH Plus/Kriyoterapi(-), 3- TotalFill BC Sealer/Kriyoterapi(+), 4- TotalFill BC Sealer/Kriyoterapi(-), 5- TotalFill BC RRM/Kriyoterapi(+), 6- TotalFill BC RRM/Kriyoterapi(-). Hastaların 1., 2. ve 3.gün sonunda VAS skolasına göre belirttikleri postoperatif ağrı değerleri incelendi. Postoperatif ağrı verilerinin değerlendirilmesi için Ki-kare testi, Welch's tek yönlü ANOVA testi, Shapiro-Wilk testi ve Q-Q grafiği, Levene's testi kullanıldı.

Bulgular: Tedaviden sonra oluşan en şiddetli ağrı 24. saate görüldü ve zamanla azaldı. Tüm zaman dilimlerinde kriyoterapi uygulanan gruplardaki postoperatif ağrı anlamlı şekilde daha azdı ($p<0,05$). 3.günde kriyoterapi uygulanan gruplar arasında fark yokken kriyoterapi uygulanmadığında TotalFill BC Sealer grubu, TotalFill BC RRM ve AH Plus gruplarına kıyasla anlamlı derecede daha düşük ağrı değerleri gösterdi ($p<0,001$). Ayrıca, kriyoterapi uygulanan bioseramik içerikli pat gruplarında postoperatif ağrı değerleri 48. saatte sıfırlanmışken rezin esaslı pat kullanıldığında ağrının 72. saatte ortadan kalktığı tespit edildi.

Sonuç: Çalışmanın limitasyonları dahilinde kanal patı fark etmeksizin kriyoterapi uygulamasının postoperatif ağrıyı azalttığı görüldü. Dolum materyalleri arasında anlamlı fark olmamasına karşılık TotalFill BC Sealer daha az postoperatif ağrıya sebep olduğu tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Endodonti, Kanal dolum materyali, Kriyoterapi, Postoperatif ağrı

ABSTRACT

Effect of Three Different Root Canal Obturation Materials and Cryotherapy on Pain After Root Canal Treatment

Aim: The aim of this study is to investigate the effect of cryotherapy on postoperative pain in root canal treatments using 3 different filling materials.

Material and Method: In our study, patient follow-up forms belonging to 73 patients with single-rooted, single-canal teeth diagnosed with irreversible pulpitis and symptomatic apical periodontitis who were treated in our clinic were used. 6 separate groups were determined according to the root canal filling material used and cryotherapy application: 1-AH Plus/Cryotherapy(+), 2-AH Plus/Cryotherapy(-), 3-TotalFill BC Sealer/Cryotherapy (+), 4-TotalFill BC Sealer/Cryotherapy(-), 5-TotalFill BC RRM/Cryotherapy(+), 6-TotalFill BC RRM/Cryotherapy(-). Postoperative pain of the patients at the end of the 1st, 2nd and 3rd days was recorded according to the VAS scale. Chi-square test, Welch's one-way ANOVA test, Shapiro-Wilk test, Levene's test were used to evaluate the data.

Results: No significant difference was found in postoperative pain between sealer types ($p>0.05$), however, significant decrease in pain was observed over time ($p<0.001$). On day 3, AH Plus/Cryotherapy(-) and TotalFill BC RRM/Cryotherapy(-) groups showed significantly higher postoperative pain compared to Cryotherapy(+) groups and TotalFill BC Sealer/Cryotherapy(-) group. AH Plus/Cryotherapy(-) group, TotalFill BC RRM/Cryotherapy(+) group and TotalFill BC Sealer group showed significant decrease in postoperative pain value up to day 2 ($p<0.001$), while no significant difference was observed between days 2 and 3 ($p>0.05$). However, with AH Plus/Cryotherapy(+), TotalFill BC Sealer/Cryotherapy(-) group showed statistically significant decrease in postoperative pain until the last day ($p<0.001$). Postoperative pain was found to be significantly lower in the cryotherapy group than in the non-cryotherapy group at all time points ($p<0.05$).

Conclusion: Within the limitations of the study, it was observed that cryotherapy application reduced postoperative pain regardless of the root canal obturation materials. Although there was no significant difference between the materials, it was observed that TotalFill BC Sealer caused less postoperative pain.

Keywords: Cryotherapy, Endodontics, Postoperative pain, Root canal obturation materials

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

AP: Apikal Periodontitis
BC: Biyoseramik
>: Büyüktür
Ca(OH)₂: Kalsiyum hidroksit
CGRP: Kalsitonin Gen İlişkili Peptidin
cm²: Santimetrekare
dk: Dakika
EDTA: Etilen diamin tetraasetik asit
G: Gauge
GP: Güta-perka
IASP: Uluslararası Ağrı Araştırmaları Birliği
<: Küçüktür
mg: Miligram
ml: Mililitre
mm: Milimetre
MÖ: Milattan Önce
MTA: Mineral trioksit agregat
mW: Miliwatt
NaOCl: Sodyum hipoklorit
NiTi: Nikel-Titanyum
NSAİ: Non-Steroid Antiinflamatuvar İlaç
p: Anlamlılık değeri
pH: Power of hydrogen
RTEÜ: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
sn: Saniye
°C: Santigrat derece
VAS: Görsel Analog Skala
%: Yüzde

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Rubber dam uygulanması	25
Şekil 2. Kullanılan elektronik apeks bulucu (Woodpex III)	26
Şekil 3. Kullanılan eğeler (EndoArt Smart Gold).....	26
Şekil 4. Kök kanal şekillendirilmesi için kullanılan endomotor (Woodpecker AI Motor).....	27
Şekil 5. Kullanılan plastik irrigasyon ucu	28
Şekil 6. Kriyoterapi için kullanılan serum fizyolojinin muhafaza edildiği buzdolabının sıcaklığı	29
Şekil 7. Kriyoterapi uygulamak için kullanılacak serum fizyolojinin enjektöre çekilme işlemi ...	29
Şekil 8. AH Plus.....	30
Şekil 9. TotalFill BC Sealer	30
Şekil 10. TotalFill BC RRM	31
Şekil 11. Kanal ağzlarının örtülmesi için kullanılan akışkan kompozit	32
Şekil 12. Daimi restorasyon için kullanılan rezin kompozit	32
Şekil 13. Post-operatif ağrı verilerinin olasılık dağılımını gösteren Q-Q grafiği	36
Şekil 14. Kanal dolum materyali türünün post-operatif ağrıya etkilerini gösteren grafik (%95 güven aralığında).....	38
Şekil 15. Kriyoterapi uygulamasının post-operatif ağrıya etkilerini gösteren grafik (%95 güven aralığında).....	40
Şekil 16. Kriyoterapi uygulamasının post-operatif ağrıya etkilerini gösteren grafik (%95 güven aralığında).....	42

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Cinsiyet ve yaşın gruplar arasında farklılığının karşılaştırılması	34
Tablo 2. Post-operatif ağrı bağımsız değişkenine göre normalite test sonuçlarının gösterilmesi .	35
Tablo 3. Post-operatif ağrı bağımsız değişkenine göre homejenite test sonuçlarının gösterilmesi	35
Tablo 4. Kanal dolum materyali türünün post-operatif ağrıya etkisinin gösterimi	38
Tablo 5. Kriyoterapi uygulamasının post-operatif ağrıya etkisinin gösterimi.....	39
Tablo 6. Kanal dolum materyali türünün ve kriyoterapinin post-operatif ağrıya etkisinin gösterimi	41

1.GİRİŞ

Diş pulpası, mine ve dentin kabuğuyla çevrenmiş, zengin bir şekilde innerve edilen vasküler bir dokudur. Dentinle fonksiyonel ve anatomik bir ilişki içerisinde bulunması ile pulpa-dentin kompleksini oluşturur.¹ Bu kompleks, humoral ve hücre aracılı immünolojik savunma yoluyla dişlerin mikrobiyal istilaya^{2,3} ve propriyoseptif⁴ uyarılara karşı korunmasında aktif rol oynar.⁵ Çürük, ekspoz dentin, dental tedaviler ve defektif restorasyonlar sebebiyle pulpa kimyasal, mekanik ve mikrobiyal uyarılara maruz kalır ve pulpal inflamasyon başlar.⁶ Dişin koronal ve kök pulpasında oluşan iltihabi bir süreç pulpitis olarak adlandırılır.⁷ Pulpitis tipik olarak hastanın subjektif ağrı geçmişine, klinik ve radyografik muayenesine ve pulpa duyarlılık testlerine verdiği cevaba göre geri dönüşümlü veya geri dönüşümsüz olarak sınıflandırılır.⁸ Reversible pulpitis, tedavi sonrası pulpa iltihabının azalacağı ve dokunun normale dönebileceğini gösteren subjektif ve objektif bulgulara dayanan klinik bir tanıdır. İrreversible pulpitis ise, canlı ancak iltihaplı pulpanın iyileşemediğini gösteren klinik bir tanı olarak tanımlanır.⁹

Pulpa iyileşme yeteneğine sahip değilse ve hasta termal uyarılarla tetiklenen veya kendiliğinden başlayan uzun süreli ağrı yaşıyorsa, buna semptomatik irreversible pulpitis (SIP) denir. Pulpadaki geri dönüşümsüz iltihabı takiben enflamasyon kanal sisteminin ötesine ve kök etrafındaki periodontal ligament boşluğuna yayıldığında ise periapikal dokularda inflamatuvar bir yanıt oluşur ve bu tablo apikal periodontitis olarak tanımlanır. İrreversible pulpitise eşlik eden semptomatik apikal periodontitis varlığında dişte pulpal ağrıya ilaveten çiğneme, perküsyon veya palpasyonda ağrı bulgusu mevcuttur

İrreversible pulpitis ve apikal periodontitisin klinik tedavisi öncelikle enfeksiyonlu bölgelerin kemomekanik yollarla temizlendiği kök kanal tedavisini içermektedir.¹⁰ enfekte kanal içeriği çıkarılıp kanal dezenfekte edildikten sonra, kök kanalı gütaperka ve biyoyumlu bir kanal

dolgu patı ile doldurulur. Amaç sızdırmaz bir tıkama sağlayarak mevcut hastalığı iyileştirmek ve hastalığın ilerlemesini önlemektir.¹¹

Kök kanal patları, apikal foramen ve lateral kanallar yoluyla periapikal dokularla temas ederek, lokalize bir enflamasyona neden olabilirler. Patlar, bileşimlerine bağlı olarak enflamasyonun derecesi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptirler ve bu da postoperatif ağrı seviyesini etkilemektedir.¹² Kök kanal tedavisinde yaygın olarak kullanılmakta olan rezin içerikli patlar yüksek sızdırmazlık ve bağlanma kapasiteleri ve antibakteriyel etkinlikleri gibi avantajlara sahiptir. Bununla birlikte, başlangıçta şiddetli olan ve birkaç hafta sonra azalan bir enflamatuvar reaksiyon üretirler.¹³ Neredeyse tüm endodontik patlar en azından sertleşmeden önce farklı derecelerde sitotoksikite sergilediğinden, taşkın dolgu malzemeleri periradiküler dokularda kimyasal irritasyona neden olabilir.⁶ Taşkın kanal patı ile obturasyon sonrası ağrının yoğunluğu arasında net bir ilişki yok gibi görünse de, taşkın materyal miktarı arttıkça periradiküler dokulara verilen hasarın yoğunluğunun da arttığı varsayılmalıdır.¹⁴

Endodontik tedaviyi takiben postoperatif ağrı, periradiküler dokudaki kimyasal, mekanik veya mikrobiyal yaralanmaya bağlıdır.¹⁵ Literatürde endodontide postoperatif ağrıyı kontrol etmek için ilaç reçetesi¹⁶⁻¹⁸, intrakanal tedavilerin kullanımı¹⁹⁻²¹ ve oklüzal redüksiyon²² dahil olmak üzere çeşitli teknikler ve tedaviler tanımlanmıştır. Ayrıca endodontide, postoperatif endodontik ağrıyı azaltmak için intrakanal bir irrigasyon yöntemi olarak birkaç randomize klinik çalışmada kriyoterapi tanıtılmıştır.²³ Soğuk salin solüsyonu ile intrakanal irrigasyonun, enflamasyonu sınırlayarak, ağrı impuls iletim hızını ve sıcaklığa duyarlı ağrı nosiseptörlerinin (termoreseptör) aktivasyon eşiğini azaltarak ve lokal anestezi benzeri bir etki sağlayarak işlem sonrası ağrının azaltılmasına yardımcı olduğu belirtilmiştir.²³

Literatürde farklı kanal patı kullanımının ve kriyoterapi kullanımının post-op ağrıya olan etkisi ayrı ayrı araştırılmışken iki faktörün birlikte incelendiği bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada amaç 3 farklı dolum materyali (AH Plus, TotalFill BC Sealer, TotalFill BC RRM) kullanılarak tedavi edilen hastalarda, kriyoterapi uygulamasının post-op ağrıya etkisinin incelenmesidir. Çalışmanın 1. sıfır hipotezi kanal tedavisinde farklı kanal dolum materyali kullanımının postoperatif ağrı üzerine anlamlı bir etkisi olmamasıdır. Çalışmanın 2. sıfır hipotezi kanal tedavisinde kriyoterapinin post operatif ağrı üzerine anlamlı bir etkisi olmamasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ağrı

2.1.1. Ağrının Tanımı

Uluslararası Ağrı Araştırmaları Birliği (IASP)'nin yapmış olduğu tanımlamaya göre ağrı, olası veya var olan doku hasarına eşlik eden veya bu hasar ile tanımlanabilen, hoş olmayan, duyuşsal ve emosyonel bir deneyimdir.²⁴ İnsanlar hayatı süresince ağrıyı farklı koşullar altında deneyimler ve ağrının algılanma şekli öznedir. Koşullardaki farklılık ağrıya gösterilecek yanıtı değiştirebilmektedir.²⁵

2.1.2. Dental Ağrının Algılanma Mekanizması

Diş pulpası, yoğun bir şekilde innerve edilen ve yüksek derecede vaskülarize olan yumuşak bir bağ dokusudur. İnflamasyon sırasında dokunun hacminin artma yeteneğini sınırlayan ve bağışıklık savunmasının seviyesini azaltan sert mineralize dentin ile çevrelenmiştir.²⁶ Pulpadaki sinir lifleri, trigeminal ganglionlardan kaynaklanan afferent (duyuşsal) lifleri ve servikal sempatik ganglionlardan kaynaklanan sempatik lifleri içerir.²⁷ Nöral bileşen ağırlıklı olarak duyuşsal trigeminal afferent aksonlardan ve daha az sempatik efferent aksonlardan oluşur. Diş pulpasında parasempatik innervasyonun varlığına dair kanıtlar bulunmasına rağmen bunun fizyolojik önemi düşük görünmektedir.²⁸

Diş pulpasındaki duyuşsal nöronların hücre gövdeleri trigeminal ganglionda bulunur. Duyuşsal nöronların uzun aksonları, nörovasküler demet içindeki apikal foramenler boyunca ilerleyerek radiküler pulpaya yükselir.²⁹ Her diş, apikal foramene girmeden önce dallanmış olabilen ve birden fazla diş innerve edebilen çok sayıda trigeminal akson tarafından innerve edilir.^{30, 31} Hem miyelinli hem de miyelinsiz lifler serbest sinir uçları olarak sonlanır. Bunlar, pulpa

mikroçevresindeki çeşitli eksternal irritanlar ve çevresel değişikliklerin yanı sıra pulpa iltihabındaki çeşitli inflamatuvar araçlara yanıt veren çevresel dedektörler olarak görev yapan nosiseptörlerdir.³²

Şaşırtıcı bir şekilde, aksonların bir kısmı aynı zamanda pulpa savunmasını güçlendirmede duyuşal innervasyonun rolünü işaret ederek, genellikle pulpa kan damarlarının yakınında, pulpada sonlanır. Bu, nosisepsiyon rolünün ötesinde inflamasyonu ve pulpa-dentin onarımını teşvik eder. Duyusal lifler, diş yaralanmasına, terminal öncesi dallarında ve terminal uçlarında kapsamlı anatomik ve sitokimyasal değişikliklerle tepki verir. Yaralanmadan sonraki 1 gün içinde nöropeptid içeriğinde artış ve terminal liflerinde filizlenme meydana gelebilir. Bu duyuşal nöropeptitler vazodilatasyonu indükler ve lokal pulpa hasarı bölgesine lökosit istilasına izin vermek için damar geçirgenliğini artırır. Bu, pulpa-dentin kompleksinin hayatta kalması için pulpa mikro ortamının homeostazisini yeniden oluşturmak amacıyla bağışıklık savunması ve onarımı için yerleşik yerel hücreleri etkiler.³³

Pulpa dokusu ve sinirleri normal şartlar altında mine, dentin ve sement tarafından çevrili olduğu için ağız içi ortamdan korunmaktadır. Bununla birlikte, sert dokularda çürük ve travma gibi bir hasar meydana geldiğinde pulpa dış uyaranlara açık hale gelir ve afferent sinir lifleri kimyasal, termal, ve mekanik etkenler ile şiddetli bir şekilde uyarılır.³⁴ Sinir impulsları trigeminal sistem tarafından pulpal veya periapikal nosiseptörlerin dokularda hasar yapan eşik üstü bir uyaranla aktivasyonu sonucu merkezi sinir sistemine taşınır ve burada dental ağrı olarak yorumlanır.^{35, 36}

2.2. Ağrıyı Değerlendirme Yöntemleri

Ağrıyı ölçmeye yönelik çeşitli yöntemler arasında görsel analog skala en duyarlı olanı gibi görünmektedir. Ağrının derecesi direkt olarak ölçülmediği sürece, ağrının dindiği söylenemez.³⁷ Ağrı değerlendirilmesinde kullanılacak olan yöntemi belirlerken ana kriterler yöntemin kolay uygulanabilir ve anlaşılır olması, geçerli ve güvenilir olması ve tedavi etkinliğini yansıtabilme yeteneğidir.^{38, 39} Günümüzde ağrı ölçümünde tek ve çok boyutlu ölçekler kullanılmaktadır.⁴⁰

2.2.1. Tek Boyutlu Ölçekler

Tek boyutlu ölçekler doğrudan ağrı şiddetini ölçmeye yönelik olup, değerlendirmeyi hasta kendisi yapmaktadır. Günümüzde özellikle akut ağrının değerlendirmesinde, ayrıca uygulanan ağrı tedavisinin etkinliğini izlemede kullanılmaktadırlar.⁴¹ 4 adet tek boyutlu ölçek bulunmaktadır:

1. Sözel Derecelendirme Ölçeği
2. Sayısal Derecelendirme Ölçeği
3. Görsel Analog Skala
4. Burford Ağrı Termometre

Görsel Analog Skala (Visual Analogue Scale – VAS): VAS, 1920'li yıllardan bu yana ağrı, yaşam kalitesi ve anksiyete gibi soyut büyüklüklerin ölçümünde kullanılmaktadır.⁴² Genellikle 100 mm uzunluğunda bir çizgiden oluşur ve (ağrı bağlamında) “ağrı yok” ve “hayal edilebilecek en kötü ağrı” gibi tanımlayıcı tanımlayıcıları içerir. Hasta kendi algısını yansıtan bir işaret yapar ve sol uç noktadan işarete olan mesafe mm cinsinden ölçülür. VAS ilk olarak psikolojide duygu durum bozukluklarının ölçümü için kullanılmış ve 1960'ların ortalarından itibaren ağrının ölçümü için kullanılmıştır.⁴³ Ölçek yatay veya dikey olabilir. VAS'a alternatifler, ara tanımlayıcıları (örneğin "hafif", "orta", "şiddetli") içeren Sözel Derecelendirme Ölçeği (VRS) ve Sayısal Derecelendirme Ölçeğidir (NRS).⁴⁴

2.2.2. Çok Boyutlu Ölçekler

Çok boyutlu ağrı ölçekleri ağrının yeri, ortaya çıkış zamanı, şiddeti, tipi, başlatan ve sonlandıran faktörler, ağrının olduğu bölge, kişinin ağrıyı ifadesi gibi ağrının tanımlanmasına ilişkin çoklu faktörleri sorgular.⁴⁵ Çok boyutlu ölçekler şunlardır;⁴⁶

- McGill Ağrı Ölçeği
- Dartmount Ağrı Soru Formu
- West Haven-Yale Çok Boyutlu Ağrı Çizelgesi
- Anımsatıcı Ağrı Değerlendirme Kartı
- Wisconsin Kısa Ağrı Çizelgesi
- Ağrı Algılama Profili
- Davranış Modelleri

2.3. Endodontide Postoperatif Ağrı

Postoperatif ağrı, kök kanal tedavisinin başlangıcından sonra ortaya çıkan herhangi bir derecedeki ağrı olarak tanımlanır.⁴⁷ Postoperatif ağrı prevalansı %3 ile %58 arasında değişmektedir.⁴⁸ Endodontik alevlenme, endodontik tedaviden sonra şiddetli ağrının ve/veya şişmenin başlaması veya devam etmesi olarak tanımlanır. Hastanın yaşam tarzını, günlük rutinini bozup hastaya planlanmamış doktor randevusuna götürecek şiddette rahatsızlık verir⁴⁷.

Tedavi sonrası ağrı hem hekim hem de hasta için rahatsız edici bir durumdur. Vakanın uzun vadeli başarısı açısından postoperatif ağrının zayıf bir gösterge olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle endodontik tedavinin ayrılmaz bir parçası, bu post endodontik ağrının önlenmesi ve tedavisi olmalıdır.⁴⁶

2.3.1. Postoperatif Ağrı Sebepleri

Farklı literatürlerde post endodontik ağrının görülme sıklığı ile ilgili bir dizi faktör bulunmaktadır. Bu faktörler arasında cinsiyet, diş tipi, obturasyon öncesi ağrı veya preoperatif ağrı ve endodontik tedavi sonrası ağrı, tek/çoklu seanslar, kullanılan çeşitli ilaçlar, enstrümantasyon ve dolgu teknikleri ve dişlerin canlılığı sayılabilir. Her ne kadar işlem sonrası ağrının en yaygın nedeni mikroorganizmalar olarak kabul edilse de, diğer nedenler arasında pulpal veya periapikal dokularda mekanik veya kimyasal yaralanmalar yer almaktadır. Nekrotik vakalarda alevlenmenin görülme sıklığı vital vakalara göre daha fazladır. Bu durum da periapikal dokular ve mikroorganizmalar arasında etkileşim olduğunun bir göstergesidir çünkü nekrotik vakalarda periapikal alanda vital dişlere kıyasla daha fazla mikroorganizma bulunmaktadır. Bu, başarılı endodontik tedaviden sonra bile pulpa durumu ile postoperatif ağrı arasında açık bir ilişki olduğunu gösterebilir.⁴⁹

Postoperatif ağrı oluşumuna etki eden faktörler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- Hastayla ilgili faktörler
 - Yaş
 - Cinsiyet
 - Sistemik hastalıklar
 - Tedavi öncesi ilaç kullanımı
 - Hastanın alerjen yapısı
 - Psikolojik etkenler
- Dişle ilgili faktörler
 - Pulpa vitalitesi
 - Periapikal dokularda lezyon varlığı
 - Preoperatif ağrı varlığı

- Diş türü
- Diş konumu
- Tedaviyle ilgili faktörler
 - Yapılan tedavinin toplam seans sayısı
 - Kanal boyunun ölçümü ve glide-path oluşturma
 - Kök kanallarının enstrümantasyonu
 - Irrigasyon prosedürleri
 - Dolum yöntemi
 - Kullanılan kanal patı
 - Oklüzal uyumlama

2.3.2.Endodontide Postoperatif Ağrı Kontrolü

2.3.2.1. Farmakolojik Yöntemler

Postoperatif ağrıyı azaltmaya yönelik farmakolojik stratejiler arasında asetaminofen, antihistaminikler, nonsteroidal antiinflamatuvar ilaçlar, steroid antiinflamatuvar ilaçlar, salisilik asit, narkotik analjezikler, 2 ilaç kombinasyonu veya uzun etkili anestezi kullanımı yer alır.⁵⁰

Tedavi randevusu tamamlandıktan sonra hastaya bazı ek noktaların aktarılması gerekmektedir. En önemlisi hastaya tedavi sonrasında ağrı olmayacağı izlenimi verilmemelidir. Çoğu durumda, hastanın yaşadığı hafif rahatsızlık geçicidir ve genellikle aspirin veya ibuprofen içeren non-steroidal antiinflamatuvar ajanlarla tedavi edilebilir. Aslında bu ilaçların hasta muayenehaneden ayrılmadan önce profilaktik olarak uygulanması, lokal anestezinin etkisi

geçmeden kanda terapötik analjezik düzeylerine ulaşarak postoperatif rahatsızlığın azaltılmasına yardımcı olabilir.⁵¹

Birçok yazar, endodontik tedaviyi takip eden dönemde ağrıyı hafifletmek için nonsteroidal antiinflamatuvar ilaçların kullanılmasını önermektedir. Örneğin Elzaki ve ark.⁵² parasetamol ve ibuprofen kombinasyonunu önermişlerdir. Naproksen belirtilen kombinasyonda eşit derecede etkilidir.⁵³ Smith ve ark.⁵⁴ sistematik bir inceleme yoluyla kapsamlı veriler sağlamışlardır ve 600 mg ibuprofenin 1000 mg parasetamol ile kombine edilmesinin postoperatif ağrıyı hafifletmede en etkili kombinasyon olduğunu gözlemlenmiştir.

Postoperatif koşulları iyileştirmek için birçok klinisyen endodontik tedaviden önce farmakolojik tedavileri kullanmıştır. Bu bağlamda Jalalzadeh ve ark.⁵⁵ tedaviden 30 dakika önce 30 mg prednizolon kullanılmasını önermişlerdir. Kortizon kullanımının postoperatif ağrının ciddi oranda azalmasını sağladığını rapor etmişlerdir.

2.3.2.2. Farmakolojik Olmayan Yöntemler

Postoperatif ağrıyı önlemeye yönelik farmakolojik olmayan stratejiler arasında, hastalara yönelik preoperatif rahatlama yaklaşımlar⁵⁶, oklüzal redüksiyon veya kök kanal tedavisi sırasında farklı kinematiklerin kullanılması yer almaktadır.⁵⁰

2.4. Kriyoterapi

2.4.1. Kriyoterapinin Tanımı

Kriyoterapi, tedavi amaçlı olarak doku sıcaklığının düşürülmesi anlamına gelir. Terim, Yunanca "soğuk" anlamına gelen "cryos" ve "tedavi" anlamına gelen "therapeia" sözcüklerinden türetilmiştir.⁵⁷ Eski Mısırlılar, MÖ 3000 gibi erken bir tarihte yaralanmaları tedavi etmek ve

iltihaplanmayı azaltmak için soğuğu ilk uygulayanlardı. Bununla birlikte, 1851'de James Arnott, kötü huylu hastalıklarda tuz ve buz karışımı kullanılarak yapılan buz terapisini bildiren ve gösteren ilk araştırmacıydı.⁵⁸

Kriyoterapi tıpta ve diş hekimliğinin diğler alanlarında sıklıkla uygulanmaktadır.⁵⁹

2.4.2. Kriyoterapinin Etki Mekanizması

Kriyoterapi doku sıcaklığını düşürerek ağrıyı en aza indirir. Bunu takiben, kan akışında ve metabolik aktivitede kayda değler bir azalma meydana gelir ve nöral reseptörlerin inhibisyonu ile birlikte yaralı dokularda oksijen difüzyonu artar.⁶⁰

Kriyoterapinin üç temel fizyolojik doku etkisi vasküler, nörolojik ve doku metabolizmasıdır. Dokunun düşük sıcaklığa 15 dakikadan daha uzun süre maruz kalması durumunda, başlangıçta refleks vazokonstriksiyon meydana gelir ve bunu soğüğün neden olduğu vazodilatasyon takip eder. Vazodilatasyona histamin benzeri “H” maddesinin salınması aracılık eder. Bunun sonucunda bölgede sıcak kan akışı tekrar vazokonstriksiyona ve ardından tekrar vazodilatasyona neden olur. Bu vazokonstriksiyon ve vazodilatasyon döngüsü tekrarlayan ve sürekli gerçekleşen "Hunting Response" olarak bilinir.⁶¹ Vazokonstriksiyon, kan damarlarının adrenerjik elemanları tarafından tetiklenen bir nöral refleks olarak vazodilatasyonu takip eder⁶² ve hücre duvarını bir araya getiren vasküler geçirgenliği azaltır.⁶³ Azalan geçirgenlik, periradiküler dokuya eksüda veya transüda olarak sızan sıvı miktarının azaltılmasında ve böylece kemomekanik preparasyondan sonra periapikal dokuda oluşabilecek doku ödemi ve şişliğin sınırlandırılmasında önemli bir faktördür.⁶⁴

Periradiküler cerrahi sonrası hematoma önlenmesi, ağrının kontrol edilmesi açısından da çok önemlidir. Aynı zamanda iyileşme sürecini hızlandırmak, cerrahi sonrası komplikasyon

insidansını azaltmak ve sonuçları iyileştirmek için de önemlidir. Cerrahi sonrası soğuk uygulama, lokal kan akışını engeller ve vazokonstriktör içeren lokal anesteziğin kullanımından sonra ortaya çıkan geri tepme fenomenini ortadan kaldırır. Bu nedenle cerrahi sonrası destek tedavisinde soğuk uygulama ile cerrahi bölgenin sıcaklığının düşürülmesi önerilen bir protokol haline gelmiştir.⁶⁵

Nörolojik etkiye ilişkin olarak analjezi, nosiseptif duyuşal sinir liflerinin sinir iletim hızıyla yakından ilişkilidir.^{66, 67} Soğutma, sinir iletim hızını yavaşlatarak analjeziyi indükler. Bununla birlikte, bu etki miyelinli sinir liflerinde (A-delta lifleri) miyelinsiz liflerle (C lifleri) karşılaştırıldığında daha belirgindir⁶⁸, çünkü A-delta lifleri yaklaşık 7°C'de tamamen devre dışı bırakılırken C lifleri yaklaşık 3°C'de tamamen devre dışı bırakılır. Ayrıca soğuk uygulama, endorfin gibi nöro-etkili ajanların salınımını uyarak analjeziyi indükleyebilir. Endorfinler medüller dorsal boynuzdaki opioid reseptörlerine bağlanır, böylece impulsların merkezi sinir sistemine nosiseptif iletimini engeller.⁶⁹

Buna ek olarak, soğuk uygulama, doku nosiseptörlerinin (bir doku yaralanmasından sonra etkinleştirilen özel sinir uçları) aktivasyon eşikini azaltabilir ve bu da soğüğün neden olduğu nöropraksi⁷⁰ olarak tanımlanan lokal anesteziğin etkiye neden olabilir. Bu nedenle, soğutmanın analjezik etkisi, ağrının kimyasal araçlarının salınımının azalması ve nöral ağrı sinyallerinin daha yavaş yayılmasının bir kombinasyonu ile oluşur. Kriyoterapinin doku metabolizması üzerindeki etkisine bakıldığında, yaralanan doku daha fazla oksijen tüketme eğilimi gösterir ve ardından doku hipoksisi ve nekrozu meydana gelir. Kriyoterapi doku kan akışını ve hücre metabolizmasını %50'den fazla azaltır. Bu sonuç olarak biyokimyasal reaksiyonların hızını yavaşlatır ve dokularda serbest radikallerin üretimini sınırlandırır; oksijen tüketim oranını azaltır; ve doku hipoksisini ve daha fazla doku hasarını önler.^{71, 72}

2.4.3. Kriyoterapinin Endodontide Kullanımı

Endodonti alanında, kriyoterapinin periradiküler cerrahilerden sonra ve kök kanal tedavisi sırasında postoperatif ağrı ve inflamasyonu en aza indirmek için kullanıldığı rapor edilmiştir.⁶⁴ Endodontide kriyoterapinin bir diğer uygulaması nikel-titanyum (NiTi) endodontik eğelerin derin kriyoterapisidir. Bu işlem döngüsel yorulma direncini artırır ve potansiyel ege kırılmasını azaltır.⁷³ Daha yakın zamanlarda, kriyoterapi, biyoseramik materyallerle (MTA gibi) birlikte vital pulpa tedavilerinde hemostaz için yararlı bir yardımcı madde olarak başarılı bir şekilde denenmiştir.⁷⁴ Ayrıca kanal içi kriyoterapi uygulaması günümüzde endodontik tedavi sonrası postoperatif ağrının tedavisinde basit ve uygun maliyetli bir teknik olarak önerilmektedir.⁷⁵

Vera ve arkadaşları⁷⁵ endodontik alanda kriyoterapiye ışık tutan ilk araştırmacılarıdır. Çekilmiş dişlerin dış kök yüzeyinin sıcaklığındaki değişimi ölçmek için 5 dakikalık uygulama süresi boyunca Endovac (Kerrdental, KerrHawe SA, Bioggio, İsviçre) cihazını 2,5 °C soğuk salinle son irrigasyon işlemi için kullanmışlardır. Dış kök yüzeyi sıcaklığında 4 dakika boyunca devam eden 10°C'den fazla bir azalma bulmuşlar. Kök yüzey sıcaklığındaki bu azalmanın periapikal doku üzerinde lokal bir antiinflamatuvar ve analjezik etki oluşturabileceği varsayımıyla aynı metodolojik çerçeveye daha fazla klinik araştırmayı teşvik etmişlerdir. Kriyoterapi klinik olarak endodontide ilk kez 2016 yılında Keskin ve ark.⁷⁶ tarafından tek seans kök kanal tedavisinden sonra postoperatif ağrıyı en aza indirmek amacıyla kullanılmıştır. Bu çalışmada da Vera ve ark.⁷⁵ tarafından önerilen protokolü uygulamışlardır ve negatif apikal basınç yerine yandan perfore, pozitif basınçlı 31-G NaviTip iğnesi (Güney Jordan, Utah) kullanarak bunun postoperatif ağrıyı azaltmadaki ek etkisini ortadan kaldırmışlardır. Vital iltihaplı pulpaya sahip dişler çalışmaya dahil edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, kriyoterapi grubunda kontrol grubuna kıyasla postoperatif ağrıda anlamlı bir azalma olduğunu ortaya koymuştur. Vera ve ark. tarafından sunulan aynı protokolü takip eden

diğer çalışmalar, kriyoterapinin, vital pulpaya sahip dişlerde tek seanslı kök kanal tedavisinden sonra postoperatif ağrıyı azalttığını doğrulamıştır.^{77,78}

Yapılan bir çalışmada Emad ve ark., semptomatik apikal periodontitisli olgularda farklı irrigasyon protokollerinin postoperatif ağrı ve interlökin 6 ekspresyonu üzerindeki etkisini araştırmışlar; 2-5 mL soğuk irrigasyon maddesi kullanan tüm irrigasyon protokolleri, oda sıcaklığında irrigasyona kıyasla önemli ölçüde daha düşük ağrı skoru ile sonuçlandı.⁷⁹ Ayrıca temizleme ve şekillendirme prosedürlerinin başından sonuna kadar 2-5 mL soğuk sodyum hipoklorit ile irrigasyon en düşük interlökin 6 ekspresyonunu göstermiştir.⁸⁰

Yapılan bir çalışmada, pulpal kanamanın kontrolü için kriyoterapinin doğrudan pulpa kuafajında başarılı bir şekilde uygulanabileceğini belirtilmiştir. Çalışmada steril buz (0°C), açıkta kalan pulpa dokusuna ve tüm diş yüzeyine 1 dakika süreyle doğrudan uygulanmış ve daha sonra aspirasyonla çekildikten sonra EDTA ile yıkanmıştır. Son olarak, maruz kalan bölge biyoseramik bir malzeme ile kapatılmış ve daimi restorasyon yapılmıştır. Tedavi edilen dişler 2 hafta sonra asemptomatik hale gelmiş ve 12-18 aylık takip süresi boyunca asemptomatik, vital ve fonksiyonel kalmıştır. Vital pulpa kriyoterapisinin uzun vadeli prognozunu belirlemek için daha fazla klinik çalışma önerilmiştir. ⁷⁴ Son zamanlarda Topçuoğlu ve ark.⁸¹ preoperatif intraoral kriyoterapi uygulamasının alt alveoler sinir bloklarının başarısı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. İntraoral kriyoterapi kullanımının, özellikle semptomatik geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde, alt alveolar sinir bloklarının potansiyelini arttırdığını bulmuşlardır. Ancak birçok vakada derin pulpal anestezi sağlamak için yine de ilave anestezi tekniklerine ihtiyaç duyulabileceği bildirilmiştir.

2.5. Kanal Tedavisinde Kullanılan Kanal Dolgu Patları

Kök kanal patları, dentin duvarı ile ana dolum arayüzü arasındaki boşluğu kapatmak için gereklidir. Patlar ayrıca kök kanal sisteminde, lateral ve aksesuar kanallardaki boşlukları ve

düzensizlikleri ve lateral kondenzasyonda kullanılan gütâ perka konları arasındaki boşlukları doldurur. Patlar aynı zamanda dolum işlemi sırasında lubrikant görevi de görmektedir.⁸²

Patlar biyouyumlu olmalı ve periradiküler dokular tarafından iyi tolere edilmelidir.⁸³ Tüm patlar ilk karıştırıldığında toksisite sergiler. Bununla birlikte, sertleşme sırasında toksisiteleri büyük ölçüde azalır.^{84, 85} Patlar dokulara ve doku sıvılarına maruz kaldıklarında rezorbe olabilirler, ancak ekstrüzyona uğrayan patların periradiküler dokulardan tümüyle temizlenememektedir.^{86, 87} Doku iyileşmesi ve onarımı, genellikle patların çoğundan etkileniyor gibi görünmektedir. Patların zamanla olumsuz bir bozunma ürünü oluşmamaktadır.⁸⁸⁻⁹¹ Patların bozunma ürünleri, özellikle apikal lezyon varlığında periradiküler hücre popülasyonlarının proliferatif kapasitesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir.⁸⁷ Sonuç olarak, patlar obtürasyon tekniğinin bir parçası olarak periradiküler dokulara taşırılmamalıdır.

İdeal kanal patının özellikleri:⁸²

1. Sertleştiğine kanal duvarı ile arasında iyi bir adezyon sağlamak için karıştırıldığında yapışkanlık göstermelidir.
2. Hermetik bir tıkama oluşturmalıdır.
3. Radyopak olmalıdır.
4. Sıvıyla kolayca karışabilmesi için çok ince toz şeklinde olmalıdır.
5. Sertleşirken büzülme göstermemelidir.
6. Dişte renklenme oluşturmamalıdır.
7. Bakteriyostatik olmalıdır veya en azından bakteri üremesini teşvik etmemelidir.
8. Yavaş sertleşme göstermelidir.

9. Vücut sıvılarında çözünmemelidir.
10. Periradiküler dokulara karşı irritant olmamalıdır.
11. Kök kanalı dolgusunun uzaklaştırılması gerekiyorsa ortak bir solventte çözünmelidir.

Kanal dolgu patlarının sınıflandırılması patın kimyasal içeriğine göre yapılmaktadır.⁹²

1. Çinko Oksit ve Öjenol İçerikli Patlar (Rickert's patı, Tubli Seal)
2. Ojenol İçermeyen Çinko Oksit Patlar (Nogenol, Canals-N)
3. Rezin Esaslı Patlar
 - a. Epoksi Rezin İçerikli (AH 26, AH Plus)
 - b. Metakrilat Rezin İçerikli (EndoREz)
4. Silikon Esaslı Kök Kanal Patları (RoekoSeal, GuttaFlow)
5. Cam İyonomer Esaslı Kök Kanal Patları (Ketac Endo, Endion)
6. Kalsiyum Hidroksit Esaslı Patlar (Selapex, Apexit)
7. Biyoseramik Esaslı Patlar

2.5.1. Çinko Oksit Ojenollü Patlar

Çinko oksit-öjenol içerikli patların uzun süredir başarılı bir kullanım geçmişi vardır. Çinko oksit-öjenol patlar periradiküler dokulara ekstrüzyona uğrarsa rezorbe olurlar.⁸⁶ Yavaş sertleşme süresi,⁹³ sertleşme sırasında büzülme,⁹⁴ çözünürlük⁹⁵ sergilerler ve diş yapısını boyayabilirler.⁹⁶ Bu pat grubunun bir avantajı antimikrobiyal aktiviteleridir.⁹⁷

2.5.2. Ojenol İçermeyen Çinko Oksit Patlar

Periodontal patlardan geliştirilen Nogenol, öjenolün tahriş edici etkileri olmayan bir kök kanal patıdır. Baz çinko oksit, baryum sülfat ve bizmut oksiklorür içerir.⁸²

2.5.3. Rezin Esaslı Patlar

2.5.3.1. Epoksi Rezin İçerikli Patlar

AH-26 (DENTSPLY DeTrey, Konstanz, Almanya), sertleştiğinde formaldehit açığa çıkardığı tespit edilen, yavaş sertleşen bir epoksi rezindir.^{98, 99} AH Plus (DENTSPLY DeTrey), formaldehitin salınmadığı modifiye edilmiş bir AH-26 formülasyonudur.¹⁰⁰ AH-26 ve AH Plus'ın sızdırmazlık özellikleri ile karşılaştırılabilir görünmektedir. AH Plus, iki tüp halinde gelen epoksi rezin-amin bazlı bir sistemdir. Epoksit pat tüpü, ana bileşenler olarak bir diepoksit (bisfenol A diglisidil eter) ve doldurucu maddeleri içerirken, amin pat tüpü, ana bileşenler olarak bir birincil monoamin, bir ikincil diamin, bir ikincil diamin, silikon yağı ve dolgu maddeleri içerir. Yaklaşık 4 saatlik çalışma süresi sergiler.

2.5.3.2. Metakrilat Rezin İçerikli Patlar

Bu pat, self-cure bir primerle (Fibrefill Primer A ve B) birlikte kullanılır. Bileşimi dentin bonding ajanlara benzer.¹⁰¹ Hidrofilik metakrilat rezin monomerleri, endodontik smear tabakasının çıkarılmasından sonra dentin tübüllerine daha iyi rezin nüfuzunu kolaylaştırmak için kök kanal patlarına dahil edilebilir.¹⁰² Ancak bu bağlanma konsepti, güta-perkanın poliizopren bileşeni ile metakrilat bazlı rezinler arasında kimyasal bir birleşmenin olmaması nedeniyle sekteye uğramaktadır. Bu sorunu aşmak için şu anda iki strateji kullanılmaktadır. Bunlardan ilki, güta-perkanın yerine koni şeklinde kalıplanabilecek alternatif bir kök dolgu malzemesi (Resilon, Resilon Research LLC, Madison, CT) olarak doldurulmuş bir termoplastik kompozit oluşturmak için polikaprolakton ve dimetakrilat içeren rezin karışımını kullanır. Bu teknikte Resilon, temizlenmiş ve şekillendirilmiş kök kanallarına, kendinden asitli bir primer ve hidrofilik dual-cure rezin pat kullanılarak yapıştırılır.^{103, 104}

2.5.4. Silikon Esaslı Patlar

RoekoSeal (Coltene/VVhaledent AG, Altst tten, Svvitzer bölgesi), sertleştiğinde hafifęe genleştiği bildirilen bir polidimetilsiloksandır.¹⁰⁵ GuttaFlow ve GuttaFlow2 (Coltene/Whaledent), toz haline getirilmiş soğuk akışkan matrislerdir. RoekoSeal'e eklenen 30  m'den küçük partikül formundaki g taperkadan oluşurlar. Malzemeyi toz haline getirme işlemi kapsüller halinde sağlanır. Teknik, materyalin kök kanal sistemine enjeksiyonunu ve ardından tek bir ana konun yerleştirilmesini içerir. Malzeme 15 dakikalık çalışma süresi sağlar ve 25 ila 30 dakikada sertleşir. Kanıtlar, malzemenin kanal düzensizliklerini tutarlı bir şekilde doldurduęunu¹⁰⁶ ve biyoyumlu olduğunu^{107, 108} göstermektedir. Ancak, sertleşme süresi tutarsızdır ve sodyum hipoklorit ile son irrigasyon nedeniyle gecikebilir.¹⁰⁹

2.5.5. Cam İyonomer Esaslı Patlar

Dentine bağlanma özellikleri nedeniyle cam iyonomerlerin obturasyonda kullanılması savunulmaktadır. Ketac-Endo (3M ESPE, Minneapolis, MN, ABD) materyal ile kanal duvarları arasında adezyonu sağlar.¹¹⁰ önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında uyumlu sonuçlara sahip olduğu rapor edilmiştir.¹¹⁰ Apikal ve orta üçte birlik kök kanal kısmına yumuşatıcı ajan eklenerek dentin duvarlarından düzgün bir şekilde uzaklaştırılması zordur. Cam iyonomer esaslı patların bir dezavantajı, yeniden tedavi gerekli olduğunda uzaklaştırılmalarının daha zor olmasıdır.¹¹¹ Ayrıca bu patların antimikrobiyal aktiviteleri de minimum düzeydedir.¹¹²

2.5.6. Kalsiyum Hidroksit Esaslı Patlar

Terapötik aktivite için kalsiyum hidroksit patlar geliştirilmiştir. Bu patların antimikrobiyal aktivite sergileyeceği ve osteojenik-sementojenik potansiyele sahip olacağı düşünülmüştür. Ne yazık ki bu etkiler kanıtlanmamıştır.^{112, 113} Ca(OH)₂ salınımı ve sürekli aktivite için çözünürlük gereklidir. Bu, patın amacına aykırıdır. CRCS (Calciobiotic Root Canal Sealer), tek bileşen olarak

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ içeren bir çinko oksit-öjenol patıdır. Sealapex (Romulus, MI, USA Sybron-Kerr,) bir katalizör/baz Sistemidir. Baz çinko oksit, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, bütıl benzen, sülfonamid ve çinko stearat içerir. Katalizör, toresin, izobütıl salisilat ve aerosol R972'nin yanı sıra radyopasifleştirici olarak baryum sülfat ve titanyum dioksit içerir.

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ bazlı kök kanal patları ile osteojenik bir yanıt gözlemlenmesine rağmen,¹¹⁴⁻¹¹⁶ bu patların zaman içinde yüksek pH'ı sürdürme ve kök yüzeyinde alkalın pH üretme yeteneğı sorgulanmıştır.¹¹⁷ Daha iyi biyouyumluluk ve osteojenik potansiyel, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ üreten trikalsiyum silikat bazlı kök kanal patlarının, geleneksel $\text{Ca}(\text{OH})_2$ patlara göre daha fazla olduğı rapor edilmiştir.⁹⁷

2.5.7. Biyoseramik Esaslı Patlar

Trikalsiyum silikat ve dikalsiyum silikat bazlı kök kanal patları, kök kanalının doldurulması için tanıtılan en son biyoaktif kök kanal patları grubudur.¹¹⁸ Bu patlar, çeşitli cerrahi ve vital pulpa tedavilerinde kullanılan suda sertleşen bir hidrolik toz olan dikalsiyum silikat ve trikalsiyum silikat bazlı mineral trioksit agregat (MTA) materyallerinin popülaritesinin bir sonucu olarak geliştirilmiştir.¹¹⁹⁻¹²¹ Bu tür kök kanal dolgu materyalleri, aynı zamanda hidrofiliktirler.¹²²

MTA, esas olarak trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat ve çoğunlukla bizmut oksit olan radyopak bir toz içeren, hidrolik olarak aktif bir tozdur. Kron dentininin bizmut oksit bileşeni tarafından boyanması nedeniyle, NaOCl (Sodyum Hipoklorit) varlığında kahverengiye, klorheksidin varlığında griye ve hatta glutaraldehit varlığında siyaha dönüşebilir. Bu nedenle radyopasite verici ajanların yerini artık zirkonya dioksit veya tantal oksit gibi başka bileşenler almıştır. Radyopak ajanlardan olan, bizmut oksit, zirkonya veya tantal oksit önemli bileşenlerdir. Bunlar olmadan MTA radyografide ayırt edilemez. Bazı MTA tipi ürünler kalsiyum karbonat veya tetrakalsiyum alüminoferrit içerir. MTA terimi burada tüm tri ve dikalsiyum silikat ürünlerini

belirtmek için kullanılmaktadır.⁸² Tri/dikalsiyum silikat patların kullanımıyla ilgili bir endişe, sert bir materyalin retreatment işlemindeki olası zorluklardır.^{123, 124} Bununla birlikte, diğer kök kanal patları için tavsiyelere benzer şekilde, tri/dikalsiyum patların da kök kanallarına yerleştirildikten sonra geri çekilerek uygulanması gerektiği unutulmamalıdır. Hem tek kon hem de lateral kondenzasyon teknikleri için blok halinde kullanmak yerine ince bir film olarak kullanılabilirler. GP ve tri/dikalsiyum silikat patlarla doldurulmuş kök kanallarının yeniden tedavisinde, pat kalıntılarının uzaklaştırılması ve apikal açıklığın yeniden kazanılması, epoksi veya rezin bazlı patlardan daha kötü değildir.¹²⁴

2.5.8. Çalışmamızda Kullanılan Kanal Dolum Materyalleri

2.5.8.1. AH Plus

Epoksi rezin bazlı AH Plus (Dentsply De Trey GmbH, Konstanz, Almanya), öncülü AH26'nın geliştirilmiş bir modifikasyonudur ve yüksek bir akışkanlık gösterir.¹²⁵ Endodontik kanal patlarının yeterli bir akış kabiliyeti, düzensizlikleri doldurmaya izin veren çok istenen bir özelliktir. Ancak, aşırı bir akışkanlık apikal ekstrüzyona sebep olabilir. Duarte ve ark.¹²⁶, AH Plus'a kalsiyum hidroksit eklemişlerdir ve kök kanal patının alkali pH'ını ve ardından kalsiyum iyonlarının salındığını doğrulamışlardır. AH Plus dentine yapışabilir¹²⁷ ve *Enterococcus faecalis*'e karşı antibakteriyel aktivite gösterir^{128, 129}. Dahası, biyouyumludur ve uzun vadeli boyutsal stabilitesini sağlayan iyi fiziksel özelliklere sahiptir.¹³⁰⁻¹³²

2.5.8.2. TotalFill BC Sealer

TotalFill BC Sealer (La Chaux-de-Fonds, İsviçre, FKG Dentine SA,) yeterli fizikokimyasal ve biyolojik özelliklere sahip olmasının yanı sıra antimikrobiyal etkiye de sahip bir kalsiyum silikat esaslı bir malzemedir.¹³³⁻¹³⁵ TotalFill BC kanal patı biyouyumluluk, kimyasal kararlılık, hidrofilite, akışkanlık, biyomineralizasyon, radyoopasite ve hafif genleşme özellikleri

gibi birçok istenen özelliğe sahiptir.^{136, 137} Üretici, mükemmel akışkanlığı ve boyutsal kararlılığı nedeniyle TotalFill BC pat için tek kon obturasyon tekniğinin kullanılmasını önermektedir. Totalfill BC kanal patı monoklinik zirkonyum oksit ortorombik dikalsiyum silikat ve rombohedral kalsiyum karbonattan oluşuyor. Pat hidrasyona uğradıkça kalsiyum hidroksit yoğunluğu zirve yapar. Kalsiyum karbonat hidrasyona uğrama sırasında yoğunluğu azalmaktadır.¹³⁸

2.5.8.3. TotalFill BC RRM

Totalfill BC Sealer ve Totalfill BC RRM (FKG Dentaire SA, La Chaux-deFonds, İsviçre) zirkonyum oksit, kalsiyum silikat, kalsiyum fosfat monobazik, kalsiyum hidroksit, doldurucular ve kalınlaştırıcı maddelerden oluşan biyoseramik kanal dolum materyalleridir. Üreticiye göre bu materyaller hidrofilitir ve sertleşme reaksiyonlarını başlatmak ve tamamlamak için sırasıyla dentin tübüllerinin ve periapikal dokuların nemini kullanırlar.¹³⁹ Dentin yaklaşık %20 sudan oluştuğu için materyalin fiksasyonunu kolaylaştırır .^{139, 140} Ayrıca antibakteriyel aktivite ve biyouyumluluk gibi biyolojik özelliklere sahiptirler. Totalfill BC RRM yüksek bir pH'a sahiptir, ancak, pH ile ilgili bilinen daha fazla ayrıntı yoktur. Ayrıca malzeme mükemmel radyoopasiteye sahiptir ve çalışma süresi 30 dakikadır. Totalfill BC RRM, kondanase edilebilir macun formunda önceden yüklenmiş bir şırıngada mevcuttur. Önceden yüklenmiş şırınganın ayrıca klinik durumlarda yerleştirmeyi kolaylaştırmak için bükülebilen kanal içi uçları vardır.¹⁴¹

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu tez çalışmasının amacı 3 farklı kanal dolum materyalinin ve kriyoterapinin kanal tedavilerinde oluşan postoperatif ağrıya etkisinin incelenmesidir. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan 12.10.2023 tarihli 2023/230 karar numarası ile etik onayı alınmıştır.

Çalışmamızda RTEÜ Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda yapılan tedavilerin takibi için oluşturulmuş hasta takip formları üzerinden elde edilen bilgiler kullanıldı. Hasta takip formları kliniğimize acil tedavi amacıyla başvuran hastalar için tedavi öncesi rutin olarak doldurulmaktadır. Hastalar tedavi sonrası takip için 3 gün sonra kontrole çağrılmaktadır. Kontrol randevusunda hastaların tedaviden hemen önce ve tedaviden sonra 1., 2., ve 3. gün sonundaki ağrı seviyelerinin VAS skolasına göre değerlendirilmesi istenmektedir ve alınan bilgiler kaydedilmektedir. (Ek-1)

3.1. Örneklem Boyutunun Belirlenmesi

Araştırma ana hipotezlerinde üç ve daha fazla bağımsız grubun aralarındaki farkların ve grup içi zamana göre değişimin incelenmesi planlanmıştır. Bu araştırmada “G. Power-3.1.9.2” programı kullanılarak %95 güven düzeyinde, ana hipotezler doğrultusunda örneklem boyutu belirlenmiştir¹⁴². Analiz sonucunda $\alpha=0,05$, standardize etki büyüklüğü zamana göre postoperatif ağrı değişiminin incelendiği bir çalışma ile değerlendirilerek ⁵⁹; 1,6243 olarak elde edilmiş ve 0,95 teorik güç ile her bir grup için minimum örneklem sayısı 11 olarak hesaplanmıştır.

3.2. Çalışmadaki Hastaların Dahil Edilme Kriterleri

Taranan hasta takip formlarından irreversible pulpitis tanısı konulmuş hasta formları seçilmiş ve bu formlar üzerinden detaylı tarama yapılarak aşağıdaki kriterler değerlendirilmiştir.

- 18 yaşından büyük hastalar,
- Herhangi bir sistemik hastalığı bulunmayan hastalar,
- Şiddetli preoperatif ağrı bildiren (görsel analog skala [VAS] > 60) hastalar,
- Tek seansta tedavi edilen, tek kanallı maxillar veya mandibular vital dişler çalışmaya dahil edilmiştir.

3.3. Çalışmadaki Hastaların Dahil Edilmeme Kriterleri

- Herhangi bir sistemik hastalık veya alerji hikayesi bulunan hastalar,
- Pre/postoperatif 3 gün içinde analjezik veya antibiyotik ilaç kullanmış olan hastalar,
- Şiddetli yaygın periodontal hastalık veya etkilenen dişte >3 mm periodontal cep, periodontal abse varlığı olan hastalar
- Preoperatif periapikal radyolüsensi bulunan dişler,
- Tedavi sırasında komplikasyon meydana gelen dişler,
- Postoperatif radyografisinde taşkın dolum/eksik dolum tespit edilen dişler,
- Preoperatif perküsyon hassasiyeti olan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.4. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

513 hasta takip formu taranmış 122 adet irreversible pulpitis tanılı hasta takip formu tespit edilmiştir. Bu formlar dahil edilme kriterlerine göre tarandıktan sonra 73 form çalışmaya dahil

edilmiştir. Bu formlar üzerinden, kullanılmış olan kanal dolum materyali ve kriyoterapi uygulamasına göre çalışma grupları oluşturulmuştur:

Grup1: AH Plus (11 hasta)

Grup 2: AH Plus + Kriyoterapi (11 hasta)

Grup 3: TotalFill BC Sealer (13 hasta)

Grup 4: TotalFill BC Sealer + Kriyoterapi (11 hasta)

Grup 5: TotalFill BC RRM (13 hasta)

Grup 6: TotalFill BC RRM + Kriyoterapi (14 hasta)

3.5. Kliniğimizde Uygulanan Kanal Tedavisi Protokolü

Kliniğimizde sistemik hastalık şikâyeti bulunmayan hastaların endodontik tedavisinde anestezi için 1:100,000 epinefrin içerikli 2 ml articain HCl ampül (Ultracain DS Forte; Pharma Vision San. ve Tic. A.Ş., İstanbul, Türkiye) kullanıldı.

Anestezi sonrası dişlere rubber dam uygulandı (***Şekil 1***) ve endodontik giriş kavitesi açıldı.



Şekil 1.Rubber dam uygulanması

Kanal ağzı tespit edildikten sonra kanallar 2 ml %2.5 NaOCl ile yıkandı ve elektronik apeks bulucu ile (Woodpex III, Guilin Woodpecker Medical Instruments Co., China) çalışma boyu belirlendi. (*Şekil 2*)



Şekil 2. Kullanılan elektronik apeks bulucu (Woodpex III)

Çalışma boyu tespitinden sonra kök kanal şekillendirmesinde EndoArt Smart Gold (İnci Dental, İstanbul, Türkiye) eğeler kullanıldı (*Şekil 3*).



Şekil 3. Kullanılan eğeler (EndoArt Smart Gold)

Kök kanalı ilk sıkışan K tipi eğeden 3 ila 5 boy büyük apikal çapa kadar endomotor (Ai Motor, Guilin Woodpecker Medical Instruments Co., China) kullanılarak genişletildi (**Şekil 4**).



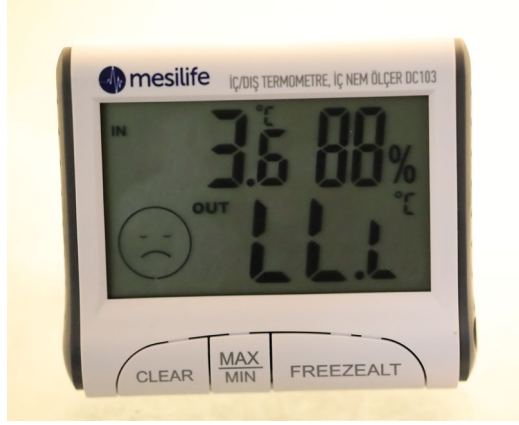
Şekil 4. Kök kanal şekillendirilmesi için kullanılan endomotor (Woodpecker AI Motor)

Her gagalama hareketi sonrasında 2 ml NaOCl ile irrigasyon yapıldı. Kök kanalının irrigasyonu için yandan çift delikli 30 gauge plastik irrigasyon uçları (İnci Dental, İstanbul, Türkiye) kullanıldı (**Şekil 5**).

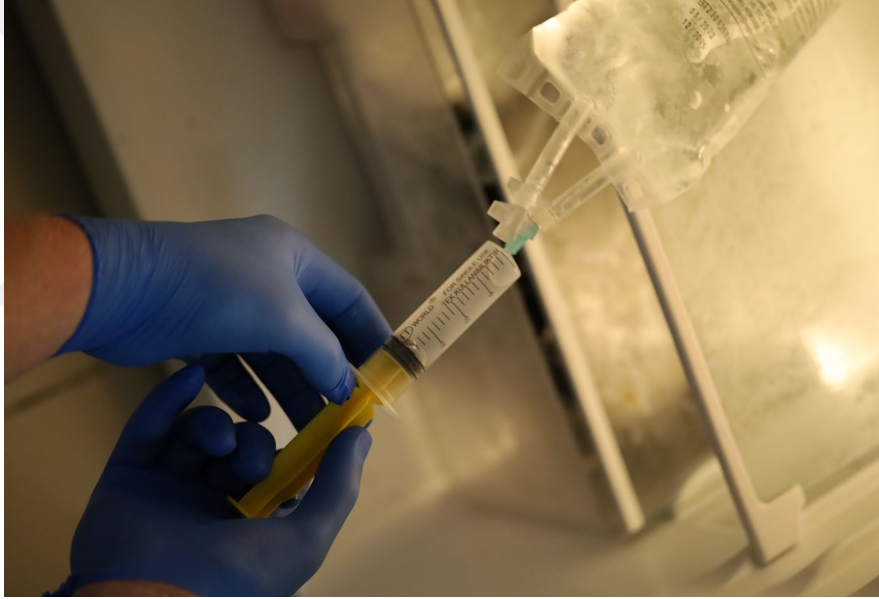


Şekil 5. Kullanılan plastik irrigasyon ucu

Final irrigasyon için 5 ml %17'lik EDTA, 5 ml serum fizyolojik ve sonrasında 5 ml %2.5'lik NaOCl uygulandı. Kriyoterapi kullanılmayan tedavilerde kök kanalı en son 5 ml serum fizyolojik ile irrigate edildi. Kriyoterapi kullanılan tedavilerde ise 20 ml 4°C'lik (**Şekil 6**) serum fizyolojik 5dk boyunca uygulandı. (**Şekil 7**) Kullanılan serum fizyolojik sıvısı iç ortamı 4°C olan buzdolabında muhafaza edilmiştir.



Şekil 6. Kriyoterapi için kullanılan serum fizyolojinin muhafaza edildiği buzdolabının sıcaklığı



Şekil 7. Kriyoterapi uygulamak için kullanılacak serum fizyolojinin enjektöre çekilme işlemi

İrrigasyon işlemi bittikten sonra kök kanalı negatif aspirasyon işlemi ve paper pointler (İnci Dental, İstanbul, Türkiye) ile kurulandı. Kök kanal dolumu için 3 farklı kanal dolum materyalinden biri seçildi (AH Plus; Denstply Sirona)(TotalFill; FKG)(TotalFill BC RRM; FKG) ve kanal master apikal çap ile uyumlu güta perka (İnci Dental, İstanbul, Türkiye) (*Şekil 8,Şekil 9,Şekil 10*) kullanılarak tek kon tekniğiyle dolduruldu.



Şekil 8. AH Plus



Şekil 9. TotalFill BC Sealer



Şekil 10. TotalFill BC RRM

Daimi restorasyon için asit ve bond uygulamasını takiben kanal ağızları akışkan kompozit (Nova Compo HF, Imicryl, Konya, Türkiye) (**Şekil 11**) ile kapatıldı ve kompozit rezin (Palfique Estelite LX5, Tokuyama Dental Corporation, Japan) ile restorasyon (**Şekil 12**) tamamlanmaktadır. Tabakalama yöntemi ile uygulanan kompozitin sertleşmesi için 1000 mW/cm^2 çıkışa sahip LED ışık cihazı (Valo Cordless, Ultradent. South Jordan, Utah, ABD) kullanılmaktadır.



Şekil 11. Kanal ağızlarının örtülmesi için kullanılan akışkan kompozit



Şekil 12. Daimi restorasyon için kullanılan rezin kompozit

Hastalara şiddetli ağrı durumunda kullanmaları için NSAİ analjezik reçete edilmektedir ve 3 gün sonrası için kontrol randevusu oluşturulmaktadır. Hastaların 1., 2. ve 3.gün sonunda hissettikleri ağrıya yönelik VAS skorları (1-100) ve postoperatif ağrı yönetimi için ilaç kullanım durumları hasta takip formuna işlenmektedir.

3.6. İstatistiksel Değerlendirme

Bu tezde istatistiksel analizler için Jamovi 2.3.28 istatistik programı kullanılmıştır. Cinsiyet ve yaşın gruplar arasındaki dağılımını incelemek için Ki-kare testi ve Welch's Tek yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Post-operatif ağrı verilerinin normal dağılımını değerlendirmek amacıyla Shapiro-Wilk testi ve Q-Q grafiği, varyansların homojenliğini kontrol etmek için ise Levene's testi uygulanmıştır. Gruplar normal dağılım göstermediği için, farklı kanal dolum materyali türlerinin post-operatif ağrı üzerindeki etkilerini incelemek için Kruskal-Wallis testi ve Dwass-Steel-Critchlow-Fligner post-hoc testi, zaman içindeki ağrı değişimlerini değerlendirmek için ise Friedman testi ve Durbin-Conover post-hoc testi kullanılmıştır. Kriyoterapi uygulamasının post-operatif ağrıya etkisini değerlendirmek için Mann-Whitney U testi ve Friedman testi kullanılmıştır. Son olarak, farklı kanal dolum materyali türlerinin ve kriyoterapi uygulamasının post-operatif ağrıya etkilerini birlikte değerlendirmek için Kruskal-Wallis testi ve Friedman testi uygulanmıştır. Veriler, ortalama ve standart sapma ($\text{Ort} \pm \text{SS}$) ile ortanca ve interkuartil aralık (Ortanca (IKR)) gibi istatistiksel özet ölçütlerle sunulmuştur. Anlamlılık $p < 0,05$ 'e ayarlanmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışmada RTEÜ Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda yapılan tedavilerin takibi için oluşturulmuş hasta takip formları üzerinden elde edilen veriler kullanıldı. Hastalar her grupta minimum 11 hasta olacak şekilde (n=11) seçildi ve toplamda 73 hasta değerlendirildi. AH Plus/Kriyoterapi(-) grubunda 11, TotalFill BC RRM/Kriyoterapi(-) grubunda 11, TotalFill BC Sealer/Kriyoterapi(-) grubunda 13, AH Plus/Kriyoterapi(+) grubunda 11, TotalFill BC RRM/Kriyoterapi(+) grubunda 13 ve TotalFill BC Sealer/Kriyoterapi(+) grubunda 14 hasta değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Cinsiyet ve yaşın gruplar arasında farklılığının karşılaştırılması

	Cinsiyet		Yaş	
	Kadın	Erkek	Ortalama (SS)	Min-Maks
AH Plus (N=22)	15,0 (%68,2) ^a	7,0 (%31,8) ^a	47,3 (11,9) ^a	32,0 - 68,0 ^a
TotalFill BC RRM (N=24)	17,0 (%70,8) ^a	7,0 (%29,2) ^a	42,0 (10,0) ^a	19,0 - 58,0 ^a
TotalFill BC Sealer (N=27)	19,0 (%70,4) ^a	8,0 (%29,6) ^a	49,4 (13,0) ^a	20,0 - 63,0 ^a
Total (N=73)	51,0 (%69,9) ^a	22,0 (%30,1) ^a	46,3 (12,0) ^a	19,0 - 68,0 ^a
p-değeri	0,978 ¹		0,064 ²	

¹ Ki-kare testi, ² Welch's Tek yönlü ANOVA testi, Games-Howell ikili karşılaştırma tersine göre aynı sütundaki farklı harfler anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0,05).

4.1. Cinsiyet ve Yaşın Gruplar Arasındaki Dağılımının İncelenmesi

Toplamda çalışmaya 51 kadın (%69,9) 22 erkek (%30,1) olmak üzere 73 hasta dahil edildi. Yaşın genel ortalaması 46,3 idi ve yaş aralığı 19 ile 68 arasında değişmekteydi. Gruplar arasında cinsiyet ve yaş açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). (*Tablo 1*)

4.2. Normal Dağılımın ve Homojenitenin Değerlendirilmesi

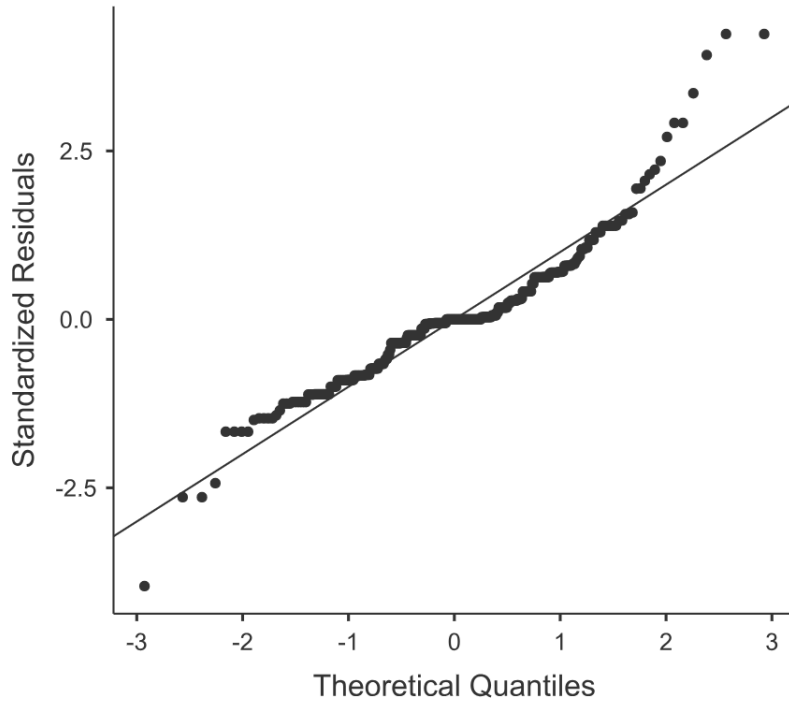
Q-Q grafiği incelendiğinde post-operatif ağrı verileri düz bir doğru etrafında yayılım göstermemiştir (*Şekil 13*). Ayrıca Shapiro-Wilk testinde her bir zaman dilimi için istatistiksel anlamlılık elde edilmiştir ($p<0,05$) (*Tablo 2*). Bu veriler ışığında post-operatif ağrı verilerinin dağılımı normal olarak kabul edilmemiştir. Homejenite ise Levene's testi ile değerlendirilmiş ve varyanslar birinci ve üçüncü günde anlamlı şekilde homojen bulunmamıştır ($p<0,05$) (*Tablo 3*).

Tablo 2. Post-operatif ağrı bağımsız değişkenine göre normalite test sonuçlarının gösterilmesi

İşlem Sırası	Normalite testi	p-değeri
Pre-op	Shapiro-Wilk	0,005
1. Gün	Shapiro-Wilk	0,022
2. Gün	Shapiro-Wilk	<,001
3. Gün	Shapiro-Wilk	<,001

Tablo 3. Post-operatif ağrı bağımsız değişkenine göre homejenite test sonuçlarının gösterilmesi

İşlem Sırası	Normalite testi	p-değeri
Pre-op	Levene's	0.052
1. Gün	Levene's	0.038
2. Gün	Levene's	0.077
3. Gün	Levene's	< .001



Şekil 13. Post-operatif ağrı verilerinin olasılık dağılımını gösteren Q-Q grafiği

4.3. Kanal Dolum Materyali Türünün Post-Operatif Ağrıya Etkisinin Değerlendirilmesi

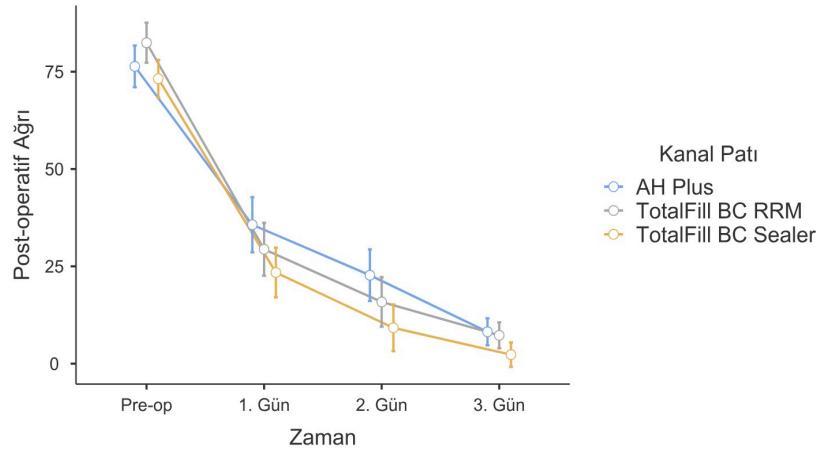
Tablo 4, AH Plus, TotalFill BC Sealer ve TotalFill BC RRM'nin post-operatif ağrı üzerindeki etkilerini karşılaştırmaktadır. Her bir dolum materyali türü için pre-op, 1. gün, 2. gün ve 3. gün ağrı değerlerinin ortalama ve standart sapmaları ($\text{Ort} \pm \text{SS}$) ile ortanca ve interkuartil aralıkları [Ortanca (IKR)] verilmiştir.

Pre-op döneminde ortalama ağrı değerleri AH Plus için 76.36 ± 15.97 , TotalFill BC RRM için 81.66 ± 14.65 ve TotalFill BC Sealer için 73.15 ± 10.93 olarak ölçülmüştür. Post-operatif dönemde ise her üç dolum materyali türünde de ağrı değerlerinde belirgin bir azalma gözlenmiş olup, 3. gün itibarıyla ağrı değerleri AH Plus için 8.18 ± 11.39 , TotalFill BC RRM için 6.67 ± 12.74 ve TotalFill BC Sealer için 2.22 ± 5.77 seviyelerine düşmüştür. İstatistiksel analizler (Kruskal-Wallis ve Friedman testleri) sonucunda, kanal dolum materyali türleri arasında post-operatif ağrı açısından anlamlı bir fark bulunmamış ($p > 0,05$); ancak, her bir grupta zaman içinde ağrının anlamlı şekilde azaldığı belirlenmiştir ($p < 0,001$). Kanal dolum materyali türünün post-operatif ağrıya etkilerini gösteren grafik (%95 güven aralığında) Şekil 15'de sunulmuştur.

Tablo 4. Kanal dolum materyali türünün post-operatif ağrıya etkisinin gösterimi

	AH Plus		TotalFill BC RRM		TotalFill BC Sealer		
	Ort±SS	Ortanca (IKR)	Ort±SS	Ortanca (IKR)	Ort±SS	Ortanca (IKR)	p- değeri
Pre-op	76,36±15,97 ^{A,a}	70(30) ^{A,a}	81,66±14,65 ^{A,a}	80(26,25) ^{A,a}	73,15±10,93 ^{A,a}	75(20) ^{A,a}	0,118 ¹
1. Gün	35,68±26,15 ^{A,b}	25(23,75) ^{A,b}	28,54±17,78 ^{A,b}	30(20) ^{A,b}	23,15±15,88 ^{A,b}	20(10) ^{A,b}	0,370 ¹
2. Gün	22,72±26,21 ^{A,c}	20(27,5) ^{A,c}	14,79±18,74 ^{A,c}	15(20) ^{A,c}	8,89±10,12 ^{A,c}	0(20) ^{A,c}	0,103 ¹
3. Gün	8,18±11,39 ^{A,d}	0(20) ^{A,d}	6,67±12,74 ^{A,d}	0(10) ^{A,d}	2,22±5,77 ^{A,d}	0(0) ^{A,d}	0,141 ¹
p-değeri	<0,001 ²		<0,001 ²		<0,001 ²		

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, IKR: Interkuartil aralık, ¹ Kruskal-Wallis testi ve Dwass-Steel-Critchlow-Fligner post-hoc testi, ² Friedman testi ve Durbin-Conover post-hoc testi. Aynı satırdaki farklı büyük harfler satır içi anlamlı farklılığı gösterirken, aynı sütundaki farklı küçük harfler sütun içi anlamlı farklılığı gösterir (p<0,05).

**Şekil 14.** Kanal dolum materyali türünün post-operatif ağrıya etkilerini gösteren grafik (%95 güven aralığında)

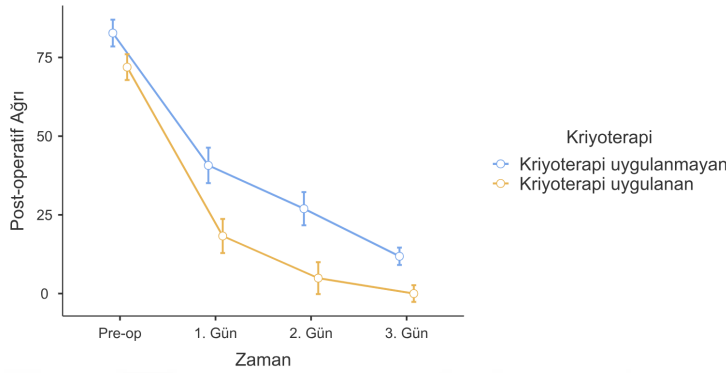
4.4. Kriyoterapi Uygulamasının Post-Operatif Ağrıya Etkisinin Değerlendirilmesi

Kriyoterapi(+) ve kriyoterapi(-) gruplar için pre-op, 1. gün, 2. gün ve 3. gün ağrı değerlerinin ortalama ve standart sapmaları (Ort±SS) ile ortanca ve interkuartil aralıkları [Ortanca (IKR)] karşılaştırılmıştır. Mann-Whitney U testi ve Friedman testi ile yapılan analizler sonucunda, preoperatif ve postoperatif tüm zaman dilimlerinde kriyoterapi uygulanan gruplarda ağrı değerleri, kriyoterapi uygulanmayan gruplara göre anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$) (**Tablo 5**). 1. gün, 2. gün ve 3. gün boyunca her iki grupta da ağrı değerlerinde önemli bir azalma görülmüş; 3. gün itibarıyla kriyoterapi(+) grupta ağrı değeri sıfıra düşerken, kriyoterapi(-) grupta bu değer $11,43\pm12,64$ olarak kalmıştır ($p<0,001$). Kriyoterapi uygulamasının post-operatif ağrıya etkisini gösteren grafik (%95 güven aralığında) Şekil 15’te sunulmuştur.

Tablo 5. Kriyoterapi uygulamasının post-operatif ağrıya etkisinin gösterimi

	Kriyoterapi uygulanmayan		Kriyoterapi uygulanan		p-değeri
	Ort±SS	Ortanca (IKR)	Ort±SS	Ortanca (IKR)	
Pre-op	82,29±14,97 ^{A,a}	80 (27,5) ^{A,a}	71,97±11,36 ^{B,a}	70 (20) ^{B,a}	0,003¹
1. Gün	40,14±20,05 ^{A,b}	40 (17,5) ^{A,b}	18,16±14,35 ^{B,b}	20 (21,25) ^{B,b}	<0,001¹
2. Gün	26,43±21,68 ^{A,c}	20 (10) ^{A,c}	4,47±8,61 ^{B,c}	0 (0) ^{B,c}	<0,001¹
3. Gün	11,43±12,64 ^{A,d}	10 (20) ^{A,d}	0,00±0,00 ^{B,d}	0 (0) ^{B,c}	<0,001¹
p-değeri	<0,001²		<0,001²		

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, IKR: Interkuartil aralık, ¹ Mann-Whitney U testi, ² Friedman testi ve Durbin-Conover post-hoc testi. Aynı satırdaki farklı büyük harfler satır içi anlamlı farklılığı gösterirken, aynı sütundaki farklı küçük harfler sütun içi anlamlı farklılığı gösterir ($p<0,05$).



Şekil 15. Kriyoterapi uygulamasının post-operatif ağrıya etkilerini gösteren grafik (%95 güven aralığında)

4.5. Kanal Dolum Materyali ve Kriyoterapi Uygulamasının Post-Operatif Ağrıya Etkisinin Birlikte Değerlendirilmesi

Tablo 6, farklı kanal dolum materyali türlerinin ve kriyoterapi uygulamasının farklı zaman dilimlerindeki post-operatif ağrıya etkisini detaylandırmaktadır. AH Plus, TotalFill BC RRM ve TotalFill BC Sealer için kriyoterapi uygulanmayan ve uygulanan gruplar, pre-op, 1. gün, 2. gün ve 3. gün ağrı değerlerinin ortanca ve interkuartil aralıkları (IKR) ile karşılaştırılmıştır.

Pre-op dönemde TotalFill BC RRM/ Kriyoterapi(-) grup ve AH Plus/Kriyoterapi(-) grup hariç, diğer tüm gruplardan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,003$). 1. Günde dolum materyali türü farketmeksizin Kriyoterapi(-) gruplar, Kriyoterapi(+) gruplara kıyasla anlamlı miktarda daha yüksek postoperatif ağrı göstermiştir ($<0,001$). Kendi aralarında ise anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). 2. günde de Kriyoterapi(-) gruplar, AH Plus hariç Kriyoterapi(+) gruplara kıyasla anlamlı miktarda daha yüksek post-operatif ağrı göstermiştir ($<0,001$). 3. Günde de AH Plus/Kriyoterapi(-) ve TotalFill BC RRM/Kriyoterapi(-) grupları, Kriyoterapi(+) gruplara

ve TotalFill BC Sealer/Kriyoterapi(-) grubuna kıyasla anlamlı miktarda daha yüksek post-operatif ağrı göstermiştir ($p<0,001$).

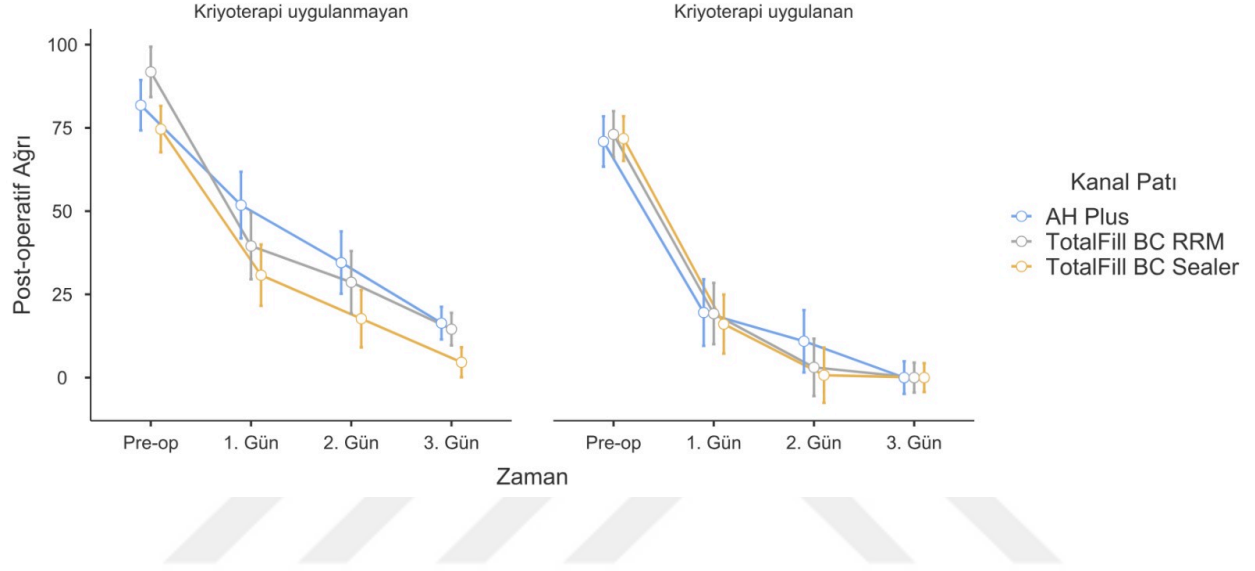
AH Plus/Kriyoterapi(-) grup, TotalFill BC RRM/ Kriyoterapi(+) grup ve TotalFill BC Sealer grup, post-operatif ağrı değerinde 2. güne kadar anlamlı miktarda azalma gösterirken ($p<0,001$), 2 ve 3. gün arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Ancak AH Plus/Kriyoterapi(+) ile, TotalFill BC Sealer/Kriyoterapi(-) grubu postoperatif ağrıda son güne kadar istatistiksel olarak anlamlı azalma göstermiştir ($p<0,001$).

Tablo 6. Kanal dolum materyali türünün ve kriyoterapinin post-operatif ağrıya etkisinin gösterimi

	AH Plus		TotalFill BC RRM		TotalFill BC Sealer		p-değeri
	Kriyoterapi	Kriyoterapi	Kriyoterapi	Kriyoterapi	Kriyoterapi	Kriyoterapi	
	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var	
Pre-op	90(40) ^{AB,a}	70(10) ^{B,a}	95(17.5) ^{A,a}	70(20) ^{B,a}	75(15) ^{B,a}	72.5(20) ^{B,a}	0,003¹
1. Gün	45(35) ^{A,b}	20(2.5) ^{B,b}	40(17.5) ^{A,b}	20(30) ^{B,b}	30(20) ^{A,b}	20(23.75) ^{B,b}	<0,001¹
2. Gün	20(25) ^{A,c}	10(20) ^{AB,c}	20(10) ^{A,c}	0(0) ^{B,c}	20(0) ^{A,c}	0(0) ^{B,c}	<0,001¹
3. Gün	20(10) ^{A,c}	0(0) ^{B,d}	10(20) ^{A,d}	0(0) ^{B,c}	0(10) ^{B,d}	0(0) ^{B,c}	<0,001¹
p-değeri	<0,001²		<0,001²		<0,001²		

Ortanca, IKR: Interkuartil aralık, ¹ Kruskal-Wallis testi ve Dwass-Steel-Critchlow-Fligner post-hoc testi, ² Friedman testi ve Durbin-Conover post-hoc testi. Aynı satırdaki farklı büyük harfler satır içi anlamlı farklılığı gösterirken, aynı sütundaki farklı küçük harfler sütun içi anlamlı farklılığı gösterir ($p<0,05$).

Kriyoterapi uygulanmayan ve uygulanan gruplardaki dolum materyali türlerinin post-operatif ağrıya etkilerini gösteren grafik (%95 güven aralığında) Şekil 16'da sunulmuştur.



Şekil 16. Kriyoterapi uygulamasının post-operatif ağrıya etkilerini gösteren grafik (%95 güven aralığında)

5. TARTIŞMA

Endodontide işlem sonrası görülen postoperatif ağrı kaçınılmaz bir olaydır ve bu durumun sebebi olarak tedavi sırasında giriş kavitesinin hazırlanmasından başlayarak kanalların doldurulmasına kadar geçen sürede dokunun üzerinde oluşan fiziksel, kimyasal ve termal irritasyonlar gösterilebilir.⁴⁸ Kök kanalında bulunan nekrotik artıklar, mikroorganizmalar ve/veya yan ürünleri ve endodontik tedavi sırasında kullanılan çeşitli kimyasallar ve ilaçlar tedavi sırasında periapikal bölgeye itilebilir.¹⁴³ Bu faktörler kökten periapikal bölgeye geçtiğinde, proinflamatuvar sitokinlerin salınmasıyla inflamasyon oluşumu başlar ve ağrıya neden olur.¹⁴⁴ Bu durum daha da karmaşık hale gelerek alevlenmeye neden olabilir.¹⁴⁵ Böyle bir durumda tedavi seçeneği, periapikal bölgenin dekompresyonu ve ardından inflamasyonun çözülmesidir.¹⁴⁶ Bu amaçla çeşitli stratejiler kullanılmıştır. Bunlardan bazıları tam debridman, çoklu seans ve terapötik ajanların uygulanmasını içerir. Diğer olası önleyici stratejiler arasında kanal içi medikamentlerin kullanımı ve dişin oklüzyondan düşürülmesi yer alır. Terapötik önlemler arasında antibiyotik veya anti-inflamatuarların (steroidler veya steroid olmayan anti-inflamatuar ilaçlar) reçete edilmesi veya analjeziklerin uygulanması yer alır.¹⁴⁷ Ancak NSAİ ilaç kullanımının gastrointestinal sistemde ülserasyon ve kanamaya sebep olduğu¹⁴⁸, ayrıca opioidlerin ve kortikosteroidlerin hastanın kardiyovasküler ve gastrointestinal sistem üzerinde yan etkileri olabileceği bilinmektedir.¹⁴⁹ Kanal içi kriyoterapi uygulaması son dönemde endodontik tedaviden sonra oluşan postoperatif ağrının yönetimi için önerilen basit, yan etkisi olmayan ve uygun maliyetli bir tekniktir. Ayrıca kriyoterapi uygulamasının postoperatif dönemde analjezik kullanım ihtiyacını azalttığı bildirilmektedir.⁶⁴

Kriyoterapi uygulaması doku sıcaklığını düşürerek postoperatif ağrı, şişlik ve ödemi gidermeyi amaçlamaktadır. Etkisini vasküler yapılar, sinir yapıları ve doku metabolizmasında oluşturduğu değişiklikler aracılığıyla sağlamaktadır. Soğuğa karşı ilk reaksiyon vasokonstriksiyona bağlı kan

akışında azalmaz. Böylece proenflamatuvar sitokinlerin salınımı kısıtlanır.¹⁵⁰ Ayrıca doku sıcaklığının düşmesi nosiseptör liflerinin sinirsel aktivitelerini azaltır. Sonuçta ortaya çıkan analjezik etkinin kimyasal ağrı mediatörlerinin azaltılması ve nöral ağrı sinyallerinin yavaşlatılması ile oluştuğu düşünülmektedir.¹⁵¹ Jorge Vera ve arkadaşları in vitro bir çalışmada 20ml'lik 2.5°C serum fizyolojik kullanılarak yapılan 5 dk'lık intrakanal kriyoterapinin kök dış yüzeyinin sıcaklığını 10°C düşürebildiğini ve bu sıcaklığın 4 dk boyunca muhafaza edilebildiğini göstermiştir.⁷⁵ Bu uygulamanın negatif basınçlı irrigasyon metoduyla final irrigasyonu olarak kullanıldığı randomize klinik bir çalışmada intrakanal kriyoterapinin nekrotik pulpal ve apikal periodontitisli vakalarda postoperatif ağrı ve analjezik kullanımını azalttığı gösterilmiştir.⁶⁴ Bu verilerle uyumlu olarak mevcut çalışmada da intrakanal kriyoterapi grubunda 2.5°C'lik serum fizyolojik 5 dk süreyle uygulanmıştır.

Mevcut çalışmada, Graunaite ve ark.¹⁵² ve Gondim ve ark.¹⁵³'nin postoperatif ağrı üzerine yaptıkları çalışmalara benzer şekilde, tek seansta tamamlanan kök kanal tedavileri çalışmaya dahil edilmiştir. Böylece, kanal içi medikament uygulaması veya geçici dolgu kaynaklı koronal sızıntı gibi diğer postoperatif ağrı etkenleri elimine edilmiş ve kriyoterapi ile kanal dolgu materyalinin postoperatif ağrı üzerindeki etkisinin daha spesifik olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Hasta kaynaklı faktörler (anksiyete, bulantı vb.) nedeniyle tek seansta kök kanal tedavisi yapılamayan vakalar çalışmadan çıkarılmıştır.

Bu çalışmada cinsiyet ve yaş ile postoperatif ağrı arasında herhangi bir zaman diliminde anlamlı bir korelasyon bulunamadı. Literatürde, 415 kişinin dahil edildiği bir çalışmada yaşın postoperatif ağrı üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığı ve postoperatif ağrının görülme olasılığının erkeklerde kadın hastalara göre %57 oranında anlamlı derecede daha düşük olduğu belirtilmiştir.¹⁵⁴ Ayrıca, Fox ve arkadaşları'nın yaptığı çalışmada postoperatif ağrı açısından cinsiyetin farklılık

oluşturduğu ancak yaşın farklılık oluşturmadığı; Genet ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada ise hem cinsiyet hem de yaşın postoperatif ağrı üzerinde anlamlı farklılıklar oluşturduğu belirtilmiştir. Her iki çalışmada da kadınların erkeklere göre daha fazla ağrı hissettiği görülmüştür.^{155, 156} Cinsiyetler arasındaki farklılıklar, ağrıya karşı fizyolojik tepkilerdeki farklılıklarla veya erkeklerin ağrıyı kadınlardan daha fazla tolere ettikleri yönündeki toplumsal beklentiler nedeniyle daha az bildirmeleriyle açıklanabilir¹⁵⁶ Machado ve ark.'nın¹⁵⁷ yapmış olduğu bir çalışmada ise mevcut çalışmayı destekler şekilde yaş veya cinsiyete göre postoperatif ağrıda anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir.

Aslan ve Dönmez Özkan'ın yaptığı çalışmada da azı dişlerinde tek seanslı kanal tedavisi sonrası postoperatif ağrı şiddeti açısından Endoseal MTA, Endosequence BC Sealer ve AH Plus arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.¹⁵⁸ Graunaitte ve arkadaşlarının biyoseramik ve rezin içerikli patları postoperatif ağrı açısından karşılaştırdıkları çalışmada iki patın benzer postoperatif ağrı değerlerine neden olduğu, en yüksek ağrı değerinin 24.saatte görüldüğü ve zamanla azalarak 72.saat sonunda herhangi bir ağrı olmadığı bildirilmiştir.¹⁵² Bu çalışmalarla benzer olarak mevcut çalışmada da kriyoterapi uygulaması göz ardı edildiğinde kullanılan pat tipleri arasında postoperatif ağrı açısından fark yoktu. Tedaviden sonra oluşan en şiddetli ağrı 24. saate görüldü ve zamanla azalmıştır. Patların gecikmiş sertleşme süresi biyoyumluluğu etkileyebilir ve son sertleşmeden önce sitotoksik yan ürünlerin salınma potansiyelini tetikleyebilir.¹⁵⁹ Sertleşme öncesinde polimerize olmamış sitotoksik kanal patı bileşenlerinin reaktif oksijen türevleri (ROS) formasyonunu tetiklediği bilinmektedir.¹⁶⁰ Bu durum ilk 24 saatteki şiddetli postoperatif ağrıyı açıklayabilir.

Kanal dolum materyalleri ile periapikal doku arasındaki istenmeyen pat-doku etkileşimlerine rağmen, pat bileşiminin genellikle ekstrüzyon vakalarında post operatif klinik semptomlarla ilişkili

olduğu belirtilmiştir.¹⁶¹ Kanal patlarının, konsantrasyona bağlı bir şekilde trigeminal nosiseptörleri doğrudan aktive edebileceği ve bunun sonucunda nörojenik inflamasyonun güçlü bir modülatörü olan kalsitonin gen ilişkili peptidin (CGRP) salınmasına neden olabileceği varsayılmıştır.¹⁶² Ekstrüzyon vakalarında daha düşük iyileşme oranının kanal patının sitotoksitesinden¹⁶³ veya bazı bileşenlerine karşı yabancı cisim reaksiyonundan¹⁶⁴ kaynaklandığı öne sürülmüştür. Bu nedenle çalışmamıza overfilling (gutta-perka veya patın radyografik apeksin ötesine ekstrüzyonu) vakaları dahil edilmemiştir. Dolayısıyla, bu çalışmada post operatif 24. ve 48. saatte farklı pat tipleri arasında postoperatif ağrıda önemli bir fark bulunmaması kök kanal patlarının periapikal dokularla küçük temas alanına bağlanabilir.

Kriyoterapi, periapikal bölgedeki kan akışını ve metabolik aktiviteyi azaltarak ağrıyı azaltmaya yardımcı olur.¹⁶⁵ Ayrıca periapikal bölgedeki sinir reseptörlerini inhibe eder.¹⁶⁶ Kriyoterapi, bu hücrelerin kılcal damarların duvarlarına yapışmasını azalttığı için periapikal bölgedeki iltihaplı hücrelerin sayısı azalır.¹⁶⁶ Ayrıca, ağrıya neden olan bradikinin salınımını ve aktivitesini azaltır.¹⁶⁷ Kriyoterapinin, iltihapla birlikte ağrıyı azaltmada ve iyileşmeyi hızlandırmada yardımcı olduğu bulunmuştur.⁶⁵ Bazaid ve arkadaşları randomize kontrollü klinik bir çalışmada apikal periodontitisli semptomatik irreversible pulpitisli hastalarda kanal içi kriyoterapinin ağrıyı azaltmada yardımcı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca apikal periodontitis bulunmayan hastalarda kriyoterapi anlamlı sonuç vermemiştir.¹⁶⁸ Keskin ve arkadaşları 170 hastanın dahil edildiği çalışmada irreversible pulpitis tanılı vital dişlerin tek seanslı kök kanal tedavileri sırasında kriyoterapi uygulamışlar ve kanal içi kriyoterapinin postoperatif ağrıyı azalttığını bulmuşlardır.⁷⁶ Gündoğdu ve arkadaşlarının yaptığı randomize klinik bir çalışmada ise intrakanal, intraoral ve ekstraoral olarak uygulanan kriyoterapinin postoperatif ağrıyı azalttığı ve kontrol grubuna göre daha az analjezik kullanımı gerektirdiği gösterilmiştir.⁵⁹ Bu çalışmalarla uyumlu olarak mevcut

çalışmada da tüm zaman dilimlerinde kriyoterapi uygulanan gruplardaki postoperatif ağrı düzeyleri anlamlı şekilde daha azdı. Kriyoterapi uygulanan ve uygulanmayan vakalar kendi içerisinde değerlendirildiğinde 1. ve 2.günlerde, kullanılan dolum materyali tipinin postoperatif ağrı açısından anlamlı fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. 3.günde kriyoterapi uygulanan gruplar arasında fark yokken kriyoterapi uygulanmadığında TotalFill BC Sealer grubu, TotalFill BC RRM ve AH Plus gruplarına kıyasla anlamlı derecede daha düşük ağrı değerleri göstermiştir. Bu bulgular doğrultusunda çalışmamızın sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Ayrıca, kriyoterapi uygulanan bioseramik içerikli pat gruplarında postoperatif ağrı değerleri 48. saatte sıfırlanmışken rezin esaslı pat kullanıldığında ağrının 72. saatte ortadan kalktığı tespit edildi. Kriyoterapi uygulanmayan vakalarda ise TotalFill BC Sealer kullanımında 72. saatte postop ağrı tamamen yok olmuşken, TotalFill BC RRM ve AH Plus gruplarında ağrının devam ettiği tespit edildi.

Kök kanal dolgu materyalleri, apikal foramen ve lateral kanallar yoluyla periapikal dokularla temas ederek, dolgu maddesinin bileşimine bağlı olarak inflamasyona neden olabilir. Bu durum postoperatif ağrı seviyelerini etkileyebilir.¹⁶⁹ Zhang ve Peng'in yaptığı bir fare çalışmasında biyoseramik esaslı pat olan iRoot SP ve ProRoot MTA'nın, AH Plus'a göre kemik üzerinde daha az inflamasyon oluşturduğu ve yeni kemik formasyonunu indüklediği görülmüştür.¹⁶⁹ Khandelwal ve ark. yaptığı bir çalışmaya göre nekrotik pulpalı ve apikal periodontitistli hastalarda yapılan kanal tedavilerinde biyoseramik esaslı pat olan BioRoot CS, rezin içerikli olan AH Plus ve öjenol içerikli olan TubliSeal pata göre daha iyi periapikal iyileşme ve daha az postoperatif ağrı göstermiştir.¹² Total Fill BC Sealer'ın, AH Plus'a kıyasla önemli ölçüde daha düşük sitotoksik etki gösterdiği tespit edilmiştir.¹⁷⁰ Benzer şekilde Demirci ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada AH Plus'ın biyoseramik içerikli TotalFill BC Sealer'a göre daha fazla sitotoksisite gösterdiği belirtilmiştir.¹⁷¹

Ayrıca, biyoseramik esaslı kanal patlarının düşük sitotoksikite sergileyerek daha az inflamatuvar mediatör geliştirdikleri¹⁷² ve daha az postoperatif ağrıya neden oldukları ileri sürülmektedir.¹⁷³ Biyoseramikler yüksek biyouyumlulukları, biyomineralizasyon kapasiteleri ve antibakteriyel aktivitelerinin yanı sıra yüksek doku onarım potansiyeline sahiptirler.¹⁷⁴ Daha hızlı iyileşme ve daha az eflamasyon gibi avantajlar sağlarlar.¹⁷⁵ Buna ek olarak, biyoseramiklerin nörojenik inflamasyona ve ağrıya yol açan kalsitonin gen salınımından sorumlu nosiseptörleri daha az aktive ettiği ileri sürülmektedir.¹⁶² Bu veriler çalışmamızda, kriyoterapi uygulanmadığında AH Plus patının postoperatif 72. saatte TotalFill BC Sealer'a kıyasla daha yüksek ağrı sergilemesini açıklayabilir. Ayrıca, AH Plus esas olarak epoksi rezin ve amin karışımından oluşur ve önceki çalışmalarda bu bileşenlerin esas olarak eter bisfenol-A-diglisidil gibi monomerlerin salınması nedeniyle eflamasyonu tetikleyecek maddeler üretebildiği ve ağrıya neden olabildiği gözlemlenmiştir.¹⁷⁰ AH Plus grubunda görece yüksek post operatif ağrı görülmesinde bu reaksiyonun da etkisi olmuş olabilir.

Literatürde TotalFill BC RRM kanal dolum materyalinin postoperatif ağrı bakımından değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Almeida ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada TotalFill BC Sealer ve TotalFill BC RRM'nin sitotoksitesi AH Plus, MTA Fillapex ve MTA Angelus ile karşılaştırıldığında daha az bulunmuştur.¹⁴¹ TotalFill BC RRM de biyoseramik bazlı olmasına rağmen kriyoterapi uygulanmayan grupta 72. saatte TotalFill BC Sealer'a kıyasla anlamlı derecede yüksek post op ağrı tespit edilmesi, bu gruptaki preoperatif ağrı değerinin de anlamlı derecede daha yüksek olmasına bağlanabilir.

Çalışmada farklı diş grupları tercih edilmesinden ötürü tam bir standardizasyon sağlanamamış olabilir. Bu durumda bulguları etkilemiş olabilmektedir. Daha güvenilir bir çalışma için tek diş grubu içeren bir çalışma düzeneği tasarlanabilir.

Her grup için belirlenen 11 örneklem sayısı yapılan çalışmanın güvenilirliğini arttırmak adına daha fazla belirlenerek yeni bir çalışma düzeneği tasarlanabilir. Ayrıca hastalar arasında cinsiyet ve yaş bakımından eşitlik bulunmadığı için bu durum bulguları etkilemiş olabilir. Daha homojen dağılım gösteren bir çalışma düzeneği ile bu durum düzeltilebilir.

Çalışmamızda hasta gruplarındaki preoperatif ağrı değerleri standardize edilememiştir. Kriyoterapi ve dolum materyallerinin postoperatif ağrı üzerindeki etkisinin daha güvenilir değerlendirilebilmesi için hasta gruplarındaki preoperatif ağrı seviyelerinin standardize edilmesi avantaj sağlayacaktır.

Ağrı algılanmasında hastaya bağlı faktörlerin oldukça etkili olduğu göz önünde bulundurulduğunda bu çalışmada bölünmüş ağız (split mouth) tasarımının olmaması da bir limitasyon olarak değerlendirilebilir. Gelecekte, kriyoterapinin post-op ağrı üzerindeki etkisini değerlendirirken bireysel farklılıkları ekarte edebilmek için split-mouth randomize klinik çalışmalar tasarlanabilir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada postoperatif ağrı bakımından cinsiyet ve yaş açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır.

Kanal dolum materyali türleri arasında postoperatif ağrı bakımından anlamlı bir fark bulunamamıştır ancak zaman içerisinde ağrı anlamlı şekilde azalmıştır. Bununla birlikte TotalFill BC Sealer grubunun daha az ağrıya yol açtığı istatistiksel olarak gözlenmiştir.

Tüm zaman dilimlerinde kriyoterapi uygulanan gruplarda post-operatif ağrı, kriyoterapi uygulanmayan gruplara göre anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur. Kriyoterapi uygulanan grupların hepsinde ağrının 3.günde 0 düzeyine indiği görülmüştür.

Kriyoterapinin ve dolum materyallerinin postoperatif ağrı üzerine olan etkilerini anlamak açısından konu ile ilgili ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Yong D, Cathro P. Conservative pulp therapy in the management of reversible and irreversible pulpitis. *Aust Dent J*, 2021; 66 Suppl 1:S4-s14.
2. Jontell M, Okiji T, Dahlgren U ve ark. Immune defense mechanisms of the dental pulp. *Crit Rev Oral Biol Med*, 1998; 9:179-200.
3. Farges JC, Alliot-Licht B, Renard E ve ark. Dental pulp defence and repair mechanisms in dental caries. *Mediators Inflamm*, 2015; 2015:230251.
4. Randow K, Glantz PO. On cantilever loading of vital and non-vital teeth. An experimental clinical study. *Acta Odontol Scand*, 1986; 44:271-277.
5. Hahn CL, Liewehr FR. Innate immune responses of the dental pulp to caries. *J Endod*, 2007; 33:643-651.
6. LSW S. *Pathways of the Pulp*, 8th ed., 2002.
7. Botirovna SJ, Shuhratovna RZ, Rustambekovna SA. Tooth pulpitis. *Tex J of Med Sci*, 2021; 3:40-41.
8. Bjørndal L. Dentin and pulp reactions to caries and operative treatment: biological variables affecting treatment outcome. *Endod Topics*, 2002; 2:10-23.
9. Endodontists AAo. Glossary of endodontic terms, 10th Editionth ed., American Association of Endodontists, 2020.
10. Pintor AV, Dos Santos MR, Ferreira DM, ve ark. Does smear layer removal influence root canal therapy outcome? A systematic review. *J Clin Pediatr Dent*, 2016; 40:1-7.
11. Parirokh M, Sadr S, Nakhaee N ve ark. Comparison between prescription of regular or on-demand ibuprofen on postoperative pain after single-visit root canal treatment of teeth with irreversible pulpitis. *J Endod*, 2014; 40:151-154.
12. Khandelwal A, Jose J, Teja KV ve ark. Comparative evaluation of postoperative pain and periapical healing after root canal treatment using three different base endodontic sealers - A randomized control clinical trial. *J Clin Exp Dent*, 2022; 14:e144-e152.
13. Orstavik D, Mjör IA. Histopathology and x-ray microanalysis of the subcutaneous tissue response to endodontic sealers. *J Endod*, 1988; 14:13-23.
14. Torabinejad M, Dorn SO, Eleazer PD ve ark. Effectiveness of various medications on postoperative pain following root canal obturation. *J Endod*, 1994; 20:427-431.

15. Mostafa M, El-Shrief YAI, Anous WIO ve ark. Postoperative pain following endodontic irrigation using 1.3% versus 5.25% sodium hypochlorite in mandibular molars with necrotic pulps: a randomized double-blind clinical trial. *Int Endod J*, 2020; 53:154-166.
16. Mehrvarzfar P, Abbott PV, Saghiri MA ve ark. Effects of three oral analgesics on postoperative pain following root canal preparation: a controlled clinical trial. *Int Endod J*, 2012; 45:76-82.
17. Pochapski MT, Santos FA, de Andrade ED ve ark. Effect of pretreatment dexamethasone on postendodontic pain. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009; 108:790-795.
18. Arslan H, Gündoğdu EC, Sümbüllü M. The effect of preoperative administration of antihistamine, analgesic and placebo on postoperative pain in teeth with symptomatic apical periodontitis: A randomized controlled trial. *Eur Endod J*, 2016; 1:1-5.
19. Doğanay Yıldız E, Arslan H. Effect of low-level laser therapy on postoperative pain in molars with symptomatic apical periodontitis: a randomized placebo-controlled clinical trial. *J Endod*, 2018; 44:1610-1615.
20. Tupyota P, Chailertvanitkul P, Laopaiboon M ve ark. Supplementary techniques for pain control during root canal treatment of lower posterior teeth with irreversible pulpitis: A systematic review and meta-analysis. *Aust Endod J*, 2018; 44:14-25.
21. Menakaya IN, Oderinu OH, Adegbulugbe IC ve ark. Incidence of postoperative pain after use of calcium hydroxide mixed with normal saline or 0.2% chlorhexidine digluconate as intracanal medicament in the treatment of apical periodontitis. *Saudi Dent J*, 2015; 27:187-193.
22. Parirokh M, Rekabi AR, Ashouri R ve ark. Effect of occlusal reduction on postoperative pain in teeth with irreversible pulpitis and mild tenderness to percussion. *J Endod*, 2013; 39:1-5.
23. Gupta A, Aggarwal V, Gurawa A ve ark. Effect of intracanal cryotherapy on postendodontic pain: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Dent Anesth Pain Med*, 2021; 21:15-27.
24. SA D. Diş Hekimliğinde Anestezi, ed. Ankara, J Ankara Univ Fac Med Sci, , 2013.
25. Hertel SA. Do neonates and small infants feel pain?. *Nord Med*, 1995; 110:273-274.
26. Henry MA, Hargreaves KM. Peripheral mechanisms of odontogenic pain. *Dental Clinics*. 2007; 51:19-44.
27. Caviedes-Bucheli J, Muñoz HR, Azuero-Holguín MM ve ark. Neuropeptides in dental pulp: the silent protagonists. *J Endod*, 2008; 34:773-788.

28. Olgart L. Neural control of pulpal blood flow. *Crit Rev Oral Biol Med*, 1996; 7:159-171.
29. Nair PN, Schroeder HE. Number and size spectra of non-myelinated axons of human premolars. *Anat Embryol (Berl)*, 1995; 192:35-41.
30. Johnsen D, Johns S. Quantitation of nerve fibres in the primary and permanent canine and incisor teeth in man. *Arch Oral Biol*, 1978; 23:825-829.
31. Reader A, Foreman DW. An ultrastructural qualitative investigation of human intradental innervation. *J Endod*, 1981; 7:161-168.
32. Yu CY, Abbott PV. Pulp microenvironment and mechanisms of pain arising from the dental pulp: From an endodontic perspective. *J Aust Endod*, 2018; 44:82-98.
33. Byers MR, Närhi MV. Dental injury models: experimental tools for understanding neuroinflammatory interactions and polymodal nociceptor functions. *Crit Rev Oral Biol Med*, 1999; 10:4-39.
34. Hildebrand C, Fried K, Tuisku F ve ark. Teeth and tooth nerves. *Prog Neurobiol*, 1995; 45:165-222.
35. Owatz CB, Khan AA, Schindler WG ve ark. The incidence of mechanical allodynia in patients with irreversible pulpitis. *J Endod*, 2007; 33:552-556.
36. Oberoi SS, Hiremath SS, Yashoda R ve ark. Prevalence of various orofacial pain symptoms and their overall impact on quality of life in a tertiary care hospital in India. *J Maxillofac Oral Surg*, 2014; 13:533-538.
37. Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet*. 1974; 2:1127-1131.
38. Melzack R. The McGill Pain Questionnaire: Major properties and scoring methods. *Pain*. 1975; 1:277-299.
39. Katz J, Melzack R. The McGill Pain Questionnaire: Development, psychometric properties, and usefulness of the long-form, short-form, and short-form-2. ed, Guilford Press, 2011.
40. Katz J, Melzack R. Measurement of pain. *Surg Clin North Am*, 1999; 79:231-252.
41. FE A. Ağrı değerlendirme yöntemleri. *CÜ Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 2002; 6:9-16.
42. Heller GZ, Manuguerra M, Chow R. How to analyze the Visual Analogue Scale: Myths, truths and clinical relevance. *Scand J Pain*, 2016; 13:67-75.
43. Bond MR, Pilowsky I. Subjective assessment of pain and its relationship to the administration of analgesics in patients with advanced cancer. *J Psychosom Res*, 1966; 10:203-208.

44. Scott J, Huskisson EC. Graphic representation of pain. *Pain*. 1976; 2:175-184.
45. Yeşilyurt M, Faydalı S. Ağrı değerlendirmesinde tek boyutlu ölçeklerin kullanımı. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2020; 23:444-451.
46. Arslan S, Çelebioğlu A. Postoperatif ağrı yönetimi ve alternatif uygulamalar. *J. Hum. Sci*, 2011; 8.
47. Walton R, Fouad A. Endodontic interappointment flare-ups: a prospective study of incidence and related factors. *J Endod*, 1992; 18:172-177.
48. Sathorn C, Parashos P, Messer H. The prevalence of postoperative pain and flare-up in single-and multiple-visit endodontic treatment: a systematic review. *Int. Endod. J*, 2008; 41:91-99.
49. Mathew ST. Post operative pain in endodontics: A systemic review. *J. Dent. Oral Hyg*. 2015; 7:130-137.
50. Arslan H, Güven Y, Karataş E ve ark. Effect of the simultaneous working length control during root canal preparation on postoperative pain. *J Endod*, 2017; 43:1422-1427.
51. Joshi DM. Endodontic pain management: Problems solving in clinical dentistry, Kindle Edition th ed., 2020.
52. Turner CL, Eggleston GW, Lunos S ve ark. Sniffing out endodontic pain: use of an intranasal analgesic in a randomized clinical trial. *J Endod*, 2011; 37:439-444.
53. Elzaki WM, Abubakr NH, Ziada HM ve ark. Double-blind randomized placebo-controlled clinical trial of efficiency of nonsteroidal anti-inflammatory drugs in the control of post-endodontic pain. *J Endod*, 2016; 42:835-842.
54. Mehrvarzfar P, Abbott P, Saghiri MA ve ark. Effects of three oral analgesics on postoperative pain following root canal preparation: a controlled clinical trial. *Int. Endod. J*, 2012; 45:76-82.
55. Su Y, Wang C, Ye L. Healing rate and post-obturation pain of single-versus multiple-visit endodontic treatment for infected root canals: a systematic review. *J Endod*, 2011; 37:125-132.
56. Gatchel RJ. Managing anxiety and pain during dental treatment. *J Am Dent Assoc* (1939), 1992; 123:37-41.
57. Modabber A, Rana M, Ghassemi A ve ark. Three-dimensional evaluation of postoperative swelling in treatment of zygomatic bone fractures using two different cooling therapy methods: a randomized, observer-blind, prospective study. *Trials*. 2013; 14:1-10.

58. Nayeema S, Subha D. Cryotherapy. A novel treatment modality in oral lesions. *Int J Pharm Pharm Sci*, 2013; 5:4-5.
59. Gundogdu EC, Arslan H. Effects of various cryotherapy applications on postoperative pain in molar teeth with symptomatic apical periodontitis: a preliminary randomized prospective clinical trial. *J Endod*, 2018; 44:349-354.
60. Knight K. Cryotherapy in sport injury management, Human Kinetics. Champaign: IL. 1995.
61. Salmassy DA, Pogrel MA. Liquid nitrogen cryosurgery and immediate bone grafting in the management of aggressive primary jaw lesions. *J Oral Maxillofac Surg*, 1995; 53:784-790.
62. Johnson JM, Yen TC, Zhao K ve ark. Sympathetic, sensory, and nonneuronal contributions to the cutaneous vasoconstrictor response to local cooling. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2005; 288:H1573-H1579.
63. Sahuquillo J, Vilalta A. Cooling the injured brain: how does moderate hypothermia influence the pathophysiology of traumatic brain injury. *Curr Pharm Des*, 2007; 13:2310-2322.
64. Vera J, Ochoa J, Romero M ve ark. Intracanal cryotherapy reduces postoperative pain in teeth with symptomatic apical periodontitis: a randomized multicenter clinical trial. *J Endod*, 2018; 44:4-8.
65. Laureano Filho JR, Camargo IB, Gouveia FM ve ark. The influence of cryotherapy on reduction of swelling, pain and trismus after third-molar extraction: a preliminary study. *J Am Dent Assoc*, 2005; 136:774-778.
66. Algaflly AA, George KP. The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. *Br. J. Sports Med*, 2007; 41:365-369.
67. Herrera E, Sandoval MC, Camargo DM ve ark. Motor and sensory nerve conduction are affected differently by ice pack, ice massage, and cold water immersion. *Physical Therapy*. 2010; 90:581-591.
68. Ernst E, Fialka V. Ice freezes pain? A review of the clinical effectiveness of analgesic cold therapy. *J Pain Symptom Manage*, 1994; 9:56-59.
69. Fields HL, Basbaum AI. Brainstem control of spinal pain-transmission neurons. *Annu Rev Physiol*, 1978; 40:217-248.
70. Nadler SF, Weingand K, Kruse RJ. The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain Physician*, 2004; 7:395-399.

71. Ho SS, Coel MN, Kagawa R ve ark. The effects of ice on blood flow and bone metabolism in knees. *Am J Sports Med*, 1994; 22:537-540.
72. Malanga GA, Yan N, Stark J. Mechanisms and efficacy of heat and cold therapies for musculoskeletal injury. *Postgrad Med*, 2015; 127:57-65.
73. George GK, Sanjeev K, Sekar M. An in vitro evaluation of the effect of deep dry cryotreatment on the cutting efficiency of three rotary nickel titanium instruments. *J. Conserv. Dent*, 2011; 14:169-172.
74. Bahcall J, Johnson B, Xie Q. Introduction to vital pulp cryotherapy. *Endod Pract US*, 2019; 1:14.
75. Vera J, Ochoa-Rivera J, Vazquez-Carcaño M, ve ark. Effect of Intracanal Cryotherapy on Reducing Root Surface Temperature. *J Endod*, 2015; 41:1884-1887.
76. Keskin C, Özdemir Ö, Uzun İ ve ark. Effect of intracanal cryotherapy on pain after single-visit root canal treatment. *Aust Endod J*, 2017; 43:83-88.
77. Vieyra J, Enriquez F, Acosta F ve ark. Reduction of postendodontic pain after one-visit root canal treatment using three irrigating regimens with different temperature. *Niger. J. Clin. Pract*, 2019; 22.
78. Al-Nahlawi T, Hatab TA, Alrazak M ve ark. Effect of intracanal cryotherapy and negative irrigation technique on postendodontic pain. *J Contemp Dent Pract*, 2016; 17:990-996.
79. Barış SD, Türkyılmaz A. Endodontide Post-operatif ağrı yönetimine güncel bir yaklaşım: Kriyoterapi. *European J. Dent. Res*, 2023; 7:163-171.
80. Fayyad DM, Abdelsalam N, Hashem N. Cryotherapy: a new paradigm of treatment in endodontics. *J Endod*, 2020; 46:936-942.
81. Topçuoğlu HS, Arslan H, Topçuoğlu G ve ark. The effect of cryotherapy application on the success rate of inferior alveolar nerve block in patients with symptomatic irreversible pulpitis. *J Endod*, 2019; 45:965-969.
82. Rotstein LHBKHI. Cohen's Pathway of the Pulp, Twelfth Edition th ed., 2021.
83. Jung S, Sielker S, Hanisch MR ve ark. Cytotoxic effects of four different root canal sealers on human osteoblasts. *PLoS One*, 2018; 13:e0194467.
84. Kaur A, Shah N, Logani A ve ark. Biotoxicity of commonly used root canal sealers: A meta-analysis. *J Conserv Dent*, 2015; 18:83-88.
85. Langeland K. Root canal sealants and pastes. *Dent Clin North Am*, 1974, 18:309-327.

86. Augsburger RA, Peters DD. Radiographic evaluation of extruded obturation materials. J Endod, 1990; 16:492-497.
87. Ricucci D, Rôças IN, Alves FR ve ark. Apically extruded sealers: Fate and influence on treatment outcome. J Endod, 2016; 42:243-249.
88. Boiesen J, Brodin P. Neurotoxic effect of two root canal sealers with calcium hydroxide on rat phrenic nerve in vitro. Endod Dent Traumatol, 1991; 7:242-245.
89. Briseno BM, Willershausen B. Root canal sealer cytotoxicity on human gingival fibroblasts. I. Zinc oxide-eugenol-based sealers. J Endod, 1990; 16:383-386.
90. Briseño BM, Willershausen B. Root canal sealer cytotoxicity with human gingival Fibroblasts. III. Calcium hydroxide-based sealers. J Endod, 1992; 18:110-113.
91. Brodin P, Røed A, Aars H ve ark. Neurotoxic effects of root filling materials on rat phrenic nerve in vitro. J Dent Res, 1982; 61:1020-1023.
92. Coşar M. Tek seansta kök kanal tedavisi uygulamalarında iki farklı kök kanal patının postoperatif ağrı üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi. 2022.
93. Allan NA, Walton RC, Schaeffer MA. Setting times for endodontic sealers under clinical usage and in vitro conditions. J Endod, 2001; 27:421-423.
94. Kazemi RB, Safavi KE, Spångberg LS. Dimensional changes of endodontic sealers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1993; 76:766-771.
95. Peters DD. Two-year in vitro solubility evaluation of four gutta-percha sealer obturation techniques. J Endod, 1986; 12:139-145.
96. Krastl G, Allgayer N, Lenherr P ve ark. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a literature review. Dent Traumatol, 2013; 29:2-7.
97. Al-Khatib ZZ, Baum RH, Morse DR ve ark. The antimicrobial effect of various endodontic sealers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1990; 70:784-790.
98. Koch MJ. Formaldehyde release from root-canal sealers: influence of method. Int Endod J, 1999; 32:10-16.
99. Spångberg LS, Barbosa SV, Lavigne GD. AH 26 releases formaldehyde. J Endod, 1993; 19:596-598.
100. Leonardo MR, Bezerra da Silva LA, Filho MT ve ark. Release of formaldehyde by 4 endodontic sealers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1999; 88:221-225.

101. Gogos C, Economides N, Stavrianos C ve ark. Adhesion of a new methacrylate resin-based sealer to human dentin. *J Endod*, 2004; 30:238-240.
102. Onay EO, Ungor M, Orucoglu H. An in vitro evaluation of the apical sealing ability of a new resin-based root canal obturation system. *J Endod*, 2006; 32:976-978.
103. Shipper G, Ørstavik D, Teixeira FB ve ark. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod*, 2004; 30:342-347.
104. Tay FR, Loushine RJ, Weller RN ve ark. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. *J Endod*, 2005; 31:514-519.
105. Ørstavik D, Nordahl I, Tibballs JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater*, 2001; 17:512-519.
106. Zielinski TM, Baumgartner JC, Marshall JG. An evaluation of Guttaflow and gutta-percha in the filling of lateral grooves and depressions. *J Endod*, 2008; 34:295-298.
107. Collado-González M, Tomás-Catalá CJ, Oñate-Sánchez RE ve ark. Cytotoxicity of GuttaFlow Bioseal, GuttaFlow2, MTA Fillapex, and AH Plus on human periodontal ligament stem cells. *J Endod*, 2017; 43:816-822.
108. Mandal P, Zhao J, Sah SK ve ark. In vitro cytotoxicity of guttaflow 2 on human gingival fibroblasts. *J Endod*, 2014; 40:1156-1159.
109. Bouillaguet S, Wataha JC, Tay FR ve ark. Initial in vitro biological response to contemporary endodontic sealers. *J Endod*, 2006; 32:989-992.
110. Friedman S, Löst C, Zarrabian M ve ark. Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer. *J Endod*, 1995; 21:384-390.
111. 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*, 1994; 20:90-92.
112. Al-Khatib ZZ, Baum RH, Morse DR ve ark. The antimicrobial effect of various endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1990; 70:784-790.
113. Mohammadi Z, Dummer PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J*, 2011; 44:697-730.
114. Holland GR. Periapical response to apical plugs of dentin and calcium hydroxide in ferret canines. *J Endod*, 1984; 10:71-74.

115. Sonat B, Dalat D, Gunhan O. Periapical tissue reaction to root fillings with Sealapex. *Int Endod J*, 1990; 23:46-52.
116. Tagger M, Tagger E, Kfir A. Release of calcium and hydroxyl ions from set endodontic sealers containing calcium hydroxide. *J Endod*, 1988; 14:588-591.
117. Esberard RM, Carnes DL, Del Rio CE. pH changes at the surface of root dentin when using root canal sealers containing calcium hydroxide. *J Endod*, 1996; 22:399-401.
118. Jafari F, Jafari S, Etesamnia P. Genotoxicity, bioactivity and clinical properties of calcium silicate based sealers: A literature review. *Iran Endod J*, 2017; 12:407-413.
119. Awawdeh L, Al-Qudah A, Hamouri H ve ark. Outcomes of vital pulp therapy using mineral trioxide aggregate or biodentine: A prospective randomized clinical trial. *J Endod*, 2018; 44:1603-1609.
120. 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*, 2018; 51:177-205.
121. Torabinejad M, Parirokh M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part II: other clinical applications and complications. *Int Endod J*, 2018; 51:284-317.
122. Camilleri J, Pitt Ford TR. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *Int Endod J*, 2006; 39:747-754.
123. Hess D, Solomon E, Spears R ve ark. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. *J Endod*, 2011; 37:1547-1549.
124. Kok D, Rosa RA, Barreto MS ve ark. Penetrability of AH plus and MTA fillapex after endodontic treatment and retreatment: a confocal laser scanning microscopy study. *Microsc Res Tech*, 2014; 77:467-471.
125. Almeida J, Gomes B, Ferraz C ve ark. Filling of artificial lateral canals and microleakage and flow of five endodontic sealers. *Int. Endod. J*, 2007; 40:692-699.
126. Duarte M, De O. Demarchi A ve ark. Determination of pH and calcium ion release provided by pure and calcium hydroxide-containing AHPlus. *Int. Endod. J*, 2004; 37:42-45.
127. Brackett MG, Martin R, Sword J ve ark. Comparison of seal after obturation techniques using a polydimethylsiloxane-based root canal sealer. *J Endod*, 2006; 32:1188-1190.

128. Kayaoglu G, Erten H, Alaçam T ve ark. Short-term antibacterial activity of root canal sealers towards *Enterococcus faecalis*. *Int. Endod. J.*, 2005; 38:483-488.
129. Nawal R, Parande M, Sehgal R ve ark. A comparative evaluation of antimicrobial efficacy and flow properties for Epiphany, Guttaflow and AH-Plus sealer. *Int. Endod. J.*, 2011; 44:307-313.
130. Neff T, Layman D, Jeanson BG. In vitro cytotoxicity evaluation of endodontic sealers exposed to heat before assay. *J Endod*, 2002; 28:811-814.
131. Leyhausen G, Heil J, Reifferscheid G ve ark. Genotoxicity and cytotoxicity of the epoxy resin-based root canal sealer AH plus. *J Endod*, 1999; 25:109-113.
132. Leonardo MR, Da Silva L, Almeida W ve ark. Tissue response to an epoxy resin-based root canal sealer. *Dent Traumatol*, 1999; 15:28-32.
133. Zordan-Bronzel C, Tanomaru-Filho M, Rodrigues E ve ark. Cytocompatibility, bioactive potential and antimicrobial activity of an experimental calcium silicate-based endodontic sealer. *Int. Endod. J.*, 2019; 52:979-986.
134. Tanomaru-Filho M, Torres FFE, Chávez-Andrade GM ve ark. Physicochemical properties and volumetric change of silicone/bioactive glass and calcium silicate-based endodontic sealers. *J Endod*, 2017; 43:2097-2101.
135. Zamparini F, Siboni F, Prati C ve ark. Properties of calcium silicate-monobasic calcium phosphate materials for endodontics containing tantalum pentoxide and zirconium oxide. *Clin. Oral Investig*, 2019; 23:445-457.
136. Debelian G, Trope M. The use of premixed bioceramic materials in endodontics. *G Ital Endod*, 2016; 30:70-80.
137. Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-based root canal sealers: a review. *Int. J. Biomater*, 2016; 2016:9753210.
138. Raman V, Camilleri J. Characterization and assessment of physical properties of 3 single syringe hydraulic cement-based sealers. *J Endod*, 2024.
139. 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*, 2009; 107:e79-82.
140. Loushine BA, Bryan TE, Looney SW ve ark. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Endod*, 2011; 37:673-677.
141. Almeida MMd. Physical-chemical properties and cytotoxicity analysis of 5 different endodontic sealers: Universidade de São Paulo; 2017.

142. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences, ed., Routledge, 2013.
143. Priyanka.S.R DV. Flare-ups in endodontics – A review. IOSR J. Dent. Med. Sci, 2013; 9:26-31.
144. Segura-Egea JJ, Castellanos-Cosano L, Machuca G ve ark. Diabetes mellitus, periapical inflammation and endodontic treatment outcome. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2012; 17:e356.
145. Schwendicke F, Göstemeyer G. Single-visit or multiple-visit root canal treatment: systematic review, meta-analysis and trial sequential analysis. BMJ, 2017, 7:e013115.
146. Walton RE. Interappointment flare-ups: incidence, related factors, prevention, and management. Endod Topics, 2002; 3:67-76.
147. Jayakodi H, Kailasam S, Kumaravadivel K ve ark. Clinical and pharmacological management of endodontic flare-up. J Pharm Bioallied Sci, 2012; 4:S294-S298.
148. Rainsford K. Profile and mechanisms of gastrointestinal and other side effects of nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs). Am J Med, 1999; 107:27-35.
149. Sostres C, Lanás Á. Appropriate prescription, adherence and safety of non-steroidal anti-inflammatory drugs. Med Clin (English Edition), 2016; 146:267-272.
150. McLean D. The use of cold and superficial heat in the treatment of soft tissue injuries. Br. J. Sports Med, 1989; 23:53.
151. Keskin C, Aksoy A, Kalyoncuoğlu E ve ark. Effect of intracanal cryotherapy on the inflammatory cytokine, proteolytic enzyme levels and post-operative pain in teeth with asymptomatic apical periodontitis: A randomized clinical trial. Int. Endod. J, 2023; 56:932-942.
152. Graunaite I, Skucaite N, Lodiene G ve ark. Effect of resin-based and bioceramic root canal sealers on postoperative pain: A split-mouth randomized controlled trial. J Endod, 2018; 44:689-693.
153. Gondim Jr E, Setzer FC, Dos Carmo CB ve ark. Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial. J Endod, 2010; 36:1295-1301.
154. Ng YL, Glennon J, Setchell D ve ark. Prevalence of and factors affecting post-obturation pain in patients undergoing root canal treatment. Int. Endod. J, 2004; 37:381-391.
155. Fox J, Atkinson JS, Dinin AP ve ark. Incidence of pain following one-visit endodontic treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1970; 30:123-130.

156. Genet J, Hart A, Wesselink P ve ark. Preoperative and operative factors associated with pain after the first endodontic visit. *Int. Endod. J.*, 1987; 20:53-64.
157. Machado R, Comparin D, Ignácio SA ve ark. Postoperative pain after endodontic treatment of necrotic teeth with large intentional foraminal enlargement. *Restor Dent Endod*, 2021; 46.
158. Aslan T, Dönmez Özkan H. The effect of two calcium silicate-based and one epoxy resin-based root canal sealer on postoperative pain: a randomized controlled trial. *Int. Endod. J.*, 2021; 54:190-197.
159. Okiji T, Yoshida K. Reparative dentinogenesis induced by mineral trioxide aggregate: a review from the biological and physicochemical points of view. *Int. Endod. J.*, 2009; 2009:464-280.
160. Victoria-Escandell A, Ibañez-Cabellos JS, de Cutanda SB-S ve ark. Cellular responses in human dental pulp stem cells treated with three endodontic materials. *Int J Stem Cells*, 2017; 2017:8920356.
161. Sari Ş, Durutürk 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*, 2007; 104:e54-e59.
162. Ruparel NB, Ruparel SB, Chen PB ve ark. Direct effect of endodontic sealers on trigeminal neuronal activity. *J Endod*, 2014; 40:683-687.
163. Muruzabal M, Erausquin J, Devoto F. A study of periapical overfilling in root canal treatment in the molar of rat. *Arch Oral Biol*, 1966; 11:373-383.
164. Nair PR, Sjögren U, Krey G ve ark. Therapy-resistant foreign body giant cell granuloma at the periapex of a root-filled human tooth. *J Endod*, 1990; 16:589-595.
165. Freire B, Geremia J, Baroni BM ve ark. Effects of cryotherapy methods on circulatory, metabolic, inflammatory and neural properties: a systematic review. *Fisioter. em Mov*, 2016; 29:389-398.
166. Vieira Ramos G, Pinheiro CM, Messa SP ve ark. Cryotherapy reduces inflammatory response without altering muscle regeneration process and extracellular matrix remodeling of rat muscle. *Sci Rep*, 2016; 6:18525.
167. Golias C, Charalabopoulos A, Stagikas D ve ark. The kinin system-bradykinin: biological effects and clinical implications. Multiple role of the kinin system-bradykinin. *Hippokratia*, 2007; 11:124.

168. Bazaid DS, Kenawi LM. The effect of intracanal cryotherapy in reducing postoperative pain in patients with irreversible pulpitis: a randomized control trial. *Int J Health Sci Res*, 2018; 8:83-88.
169. Zhang W, Peng B. Tissue reactions after subcutaneous and intraosseous implantation of iRoot SP, MTA and AH Plus. *Dent Materials Journal*, 2015; 34:774-780.
170. Zhang W, Li Z, Peng B. Ex vivo cytotoxicity of a new calcium silicate-based canal filling material. *International Endodontic Journal*, 2010; 43:769-774.
171. Kandemir Demirci G, Çöven FO, Güneri P ve ark. The solubility, pH value, chemical structure, radiopacity, and cytotoxicity of four different root canal sealers: an in vitro study. *Clinical Oral Investigations*, 2023; 27:5413-5425.
172. Lee B-N, Hong J-U, Kim S-M ve ark. Anti-inflammatory and osteogenic effects of calcium silicate-based root canal sealers. *Journal Of Endodontics*, 2019; 45:73-78.
173. Seron MA, Nunes GP, Ferrisse TM ve ark. Postoperative pain after root canal filling with bioceramic sealers: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Odontology*, 2023; 111:793-812.
174. Wang Z. Bioceramic materials in endodontics. *Endodontic Topics*, 2015; 32:3-30.
175. Jitaru S, Hodisan I, Timis L ve ark. The use of bioceramics in endodontics-literature review. *Clujul Medical*, 2016; 89:470.

EKLER

EK-1 Özgeçmiş

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	: Kaan ILICALI
Eğitim	
Lise	: Bilkent Erzurum Laboratuvar Okulları
Lisans	: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Uzmanlık	: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti
Anabilim Dalı	
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce	

EK-2 Etik Kurul Onayı



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



Sayı : E-40465587-050.01.04-838
Konu : Etik Kurul

21.10.2023

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ahter ŞANAL ÇIKMAN

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz “**Üç Farklı Kanal Patının ve Kriyoterapi Uygulamasının Kanal Tedavisi Sonrası Oluşan Ağrı Üzerine Etkisi**” isimli başvurunuz etik kurulumuz yönergesine göre 12.10.2023 tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, 2023/230 karar numarası ile bilimsel ve etik yönden uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim.

Doç. Dr. Tahsin Gökhan TELATAR
Başkan

EK-3 Hasta Takip Formu

Tarih	
İsim-Soyisim	
Telefon Numarası	
Yaş	
Cinsiyet	E/K
Medikal Anamnez	
Dental Anamnez (Semptomlar)	
Teşhis	
Şişlik Varlığı	İntraoral / Ekstraoral Endodontik / Periodontal
Fistül Varlığı	İntaroral / Ekstaoral
Diş Numarası	
Vitalite	Pozitif / Negatif
Periapikal Durum	Lezyon Var / Lezyon Yok
Perküsyon	/ 10
Palpasyon	+ / -
Kullanılan İrrigasyon Solüsyonları	NaOCl / EDTA / CHX / SF
Kriyoterapi Kullanımı	+ / -
İrrigasyon Aktivasyon Türü	İğne ile / Manuel / Sonik / Ultrasonik / Lazer
Kullanılan Kanal Patı İçeriği	Rezin / Biyoseramik / MTA
Kanal İçi Medikament Kullanımı	Ca(OH) ₂ / 3'lü Antibiyotik Patı / 2'li Antibiyotik Patı
Tedavi Türü (Yapılan ek işlemleri belirtiniz; rezorpsiyon tamiri, rejenerasyon vs.)	Kanal Tedavisi / Retreatment / Kuafaj (İD / D)
Kullanılan Eğe Sistemi	Rotary / Resiprokal
Pre-op Komplikasyon Varlığı	
İşlem Esnasında Komplikasyon Gelişti Mi?	
Seans	
Tedavi Öncesi Vas Skoru	
Tedaviden 8-16-24-48-72 Saat Sonraki Vas Skorları	/ / / /
Ağrı Kesici/Antibiyotik Kullanımı	Pre-op: + / - Post-op: + / -
Anestezi Türü ve Sayısı	Rejyonel / İnfiltratif
İşlem Süresi	
İşlemi Yapan Hekim	