

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI ENDODONTİK RETREATMENT
SİSTEMLERİNİN KÖK KANAL DOLGUSUNU
UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİKLERİNİN MİKRO-BT İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Eren ORHAN

**Endodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Doç.Dr. Betül Güneş**

**ESKİŞEHİR
2021**

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOMİSYONU BAŞKANLIĞI

Bilim Alanı: Endodonti

Proje No: 202045A208

PROJENİN ADI

FARKLI ENDODONTİK RETREATMENT SİSTEMLERİNİN KÖK KANAL DOLGUSUNU
UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİKLERİNİN MİKRO-BT İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

PROJE YÖNETİCİSİ

Doç.Dr. Betül GÜNEŞ / Endodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi

PROJE ÇALIŞANLARI

Araş.Gör.Dt. Eren ORHAN / Endodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi

Başlama Tarihi : 27.03.2020

Proje Desteği: 35.487,78 TL

Bitiş Tarihi : 31.08.2021

PROJE DESTEĞİ : 35.487,78 TL

HARCANAN MİKTAR : 35.449,02 TL

EK DESTEK :

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ DİŞ
HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI ENDODONTİK RETREATMENT
SİSTEMLERİNİN KÖK KANAL DOLGUSUNU
UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİKLERİNİN MİKRO-BT İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Eren ORHAN

Endodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
DoÇ.Dr. Betül Güneş

Bu tez, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 202045A208 proje numarası ile desteklenmiŐtir.

ESKİŞEHİR
2021

UZMANLIK TEZİ BEYANNAMESİ

Uzmanlık tezi olarak sunduğum “**Farklı Endodontik Retreatment Sistemlerinin Kök Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Etkinliklerinin Mikro-BT İle Değerlendirilmesi**” başlıklı araştırmayı danışmanım **Doç.Dr. Betül GÜNEŞ**’in rehberlik ve sorumluluğunda tamamladığımı; çalışma protokolü ve süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun davrandığımı, verilerin tarafımdan toplandığını, örneklerin tarafımda hazırlandığını; deney, analiz ve görüntüleme işlemlerinin ilgili laboratuvar ve görüntüleme merkezinde tarafımda yaptırıldığını, tez metnini hazırlarken kaynakçanın eksiksiz olarak gösterildiğini, tezin yazım kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırlandığını ve belirtilen hususların aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Eren ORHAN

İÇİNDEKİLER

UZMANLIK TEZİ BEYANNAMESİ	I
İÇİNDEKİLER	II
TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XII
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi ve Dezenfeksiyonu	3
2.2. Endodontik Tedavide Başarı ve Başarısızlık.....	4
2.3. Endodontik Tedavinin Başarısızlık Nedenleri	7
2.3.1. Kanal Tedavisi Sırasında Meydana Gelen Komplikasyonlar ve İşlemsel Hatalar	7
2.3.1.1. Basamak Oluşumu	7
2.3.1.2. Transportasyon.....	7
2.3.1.3. Perforasyon	8
2.3.1.4. Alet Kırılması.....	9
2.3.1.5. Kanal Dolgusunun Eksik ya da Taşkın Olması	9
2.3.3. Koronal Mikro Sızıntı.....	10
2.3.4. Gözden Kaçan Kanallar	11
2.3.5. Mikrobiyal Etkenler.....	11
2.4. Tedavi Planı.....	13
2.5. Retreatment İşlem Basamakları.....	14
2.5.1. Koronal Restorasyonun Uzaklaştırılması ve Koronal Girişin Sağlanması..	14
2.5.2. Postların Uzaklaştırılması.....	16
2.5.3. Gutta-perkanın Uzaklaştırılması.....	17
2.5.4. Gümüş Konların Uzaklaştırılması	20
2.5.5. Taşıyıcı Bazlı Kanal Dolum Maddelerinin Uzaklaştırılması	21
2.5.6. Patların Uzaklaştırılması.....	22
2.5.7. Kırık Aletlerin Uzaklaştırılması	23

2.6. Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılmasında El ile Kullanılan Aletler	26
2.6.1. K Tipi Eğeler	26
2.6.2. H Tipi Eğeler	26
2.7. Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılmasında Düşük Hızlı Motorlar ile Kullanılan Aletler.....	27
2.7.1. Frezler.....	27
2.7.2. Gates-Glidden Frezler.....	27
2.8. Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılmasında Endodontik Motorlar ile Kullanılan Ni-Ti Döner Aletler	28
2.8.1. Nikel Titanyum Döner Aletlerin Genel Özellikleri.....	28
2.8.2. ProTaper Universal Retreatment Sistemi	29
2.8.3. R-Endo Retreatment Sistemi	29
2.8.4. D-RaCe Retreatment Sistemi.....	30
2.8.5. Mtwo R Retreatment Sistemi	30
2.8.6. XP-Endo Shaper ve Finisher R Sistemi.....	31
2.8.7. Reciproc R25 Eğesi	32
2.9. Deneysel Retreatment İşleminin Etkinliğinin İncelendiği Yöntemler	32
2.9.1. Radyografik Yöntem	33
2.9.2. Şeffaflaştırma ve Boyama	33
2.9.3. Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop	33
2.9.4. Scanning Elektron Mikroskobu (SEM)	34
2.9.5. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)	34
2.9.6. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT)	35
3. MATERYAL VE METOD	37
3.1. Örneklerin Seçimi.....	37
3.1.1. Dişlerin Çalışmaya Dâhil Edilme ve Çalışma Dışı Bırakılma Kriterleri.....	37
3.2. Örneklerin Hazırlanması	38
3.2.1. Çalışma Boyunun Tespiti	39
3.2.2. Kanalların Şekillendirilmesi ve Dolum İçin Hazırlanması.....	39
3.2.3. Kanalların Doldurulması	40
3.3. Kanallar Doldurulduktan Sonra Örneklerin Mikro-BT ile Görüntülenmesi	42
3.4. Retreatment İşleminin Uygulanması	42
3.4.1. Grup 1: ProTaper Universal Retreatment Sistemi	43
3.4.2. Grup 2: Reciproc R25 Eğesi	44

3.4.3. R-Endo Retreatment Sistemi	44
3.4.4. Grup 4: XP-Endo Retreatment Sistemi	45
3.4.5. Grup 5: Paslanmaz Çelik Hedstrom Kanal Eğeleri	47
3.5. Retreatment İşleminde Sonra Örneklerin Mikro-BT ile Görüntülenmesi.....	48
3.6. Görüntülerin Bilgisayar Yazılımına Yüklenmesi ve Hacimlerin Hesaplanması.....	49
3.7. Retreatment Süresi	51
3.8. İstatiksel Analiz.....	51
4. BULGULAR	53
5. TARTIŞMA	58
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	71
KAYNAKLAR	73
EKLER	97
EK-1. ÖZGEÇMİŞ.....	97
EK-2. ETİK KURUL ONAYI.....	99

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerini paylaşarak eğitimime önemli katkılar sağlayan, yol gösteren, tecrübe ve becerilerimin gelişmesinde büyük katkıları olan danışman hocam Doç.Dr. Betül Güneş'e,

Mikro-BT görüntülerinin analizini yapan ve yardımını esirgemeyen Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Kaan Orhan'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, bana her zaman yardımcı olan ve yol gösteren Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyeleri Doç. Dr. Ekim Onur Orhan'a ve Dr. Öğr. Üyesi Kübra Yeşildal Yeter'e,

Çalışma sonuçların istatistiksel analizini yapan Dr. Yasin Altay'a,

Uzmanlık eğitimimin başından bu yana birlikte çalıştığım asistan arkadaşlarım ve Endodonti kliniği çalışanlarına,

Her zaman yanımda olan ve en zor günlerde dahi desteğini esirgemeyen, ellerinden geleni yapan, beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan anneme, babama, kardeşime ve Yasemin'e

Saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Eren ORHAN

ÖZET

Farklı Endodontik Retreatment Sistemlerinin Kök Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Etkinliklerinin Mikro-BT ile Değerlendirilmesi

Amaç: Bu çalışmanın amacı farklı retreatment eğe sistemlerinin eski kök kanal dolgu materyallerini uzaklaştırma etkinliklerinin Mikro-BT ile incelenmesidir.

Yöntem: Bu in-vitro çalışmada 60 adet, mezial kök kurvatürü 20°-40° arasında olan, insan alt molar dişleri çalışmaya dâhil edilmiştir. Dişlerin koronal kısımları, uzunluğu 18±1 mm'de standardize etmek için uzaklaştırılmıştır. Meziobukkal kanallar ProTaper Next X2 Ni-Ti döner eğesi ile genişletilip, gutta-perka ve AH Plus kök kanal dolum patı ile doldurulmuştur. Örnekler kök kanal dolum materyali hacminin ölçülmesi amacıyla Mikro-BT ile görüntülenmiştir. Örnekler rastgele olarak 5 deney grubuna ayrılmıştır. Yapılan kök kanal tedavileri aşağıda belirtilen sistemler ile uzaklaştırılmıştır.

Grup 1: ProTaper Universal Retreatment Sistemi kullanılarak kök kanal dolgusu uzaklaştırılmıştır.

Grup 2: Kanal dolgusunu uzaklaştırmak için Reciproc R25 eğesi kullanılmıştır.

Grup 3: Örneklerin retreatment işlemi R-Endo sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Grup 4: XP Endo Retreatment Sistemi kullanılarak kök kanal dolgusu uzaklaştırılmıştır.

Grup 5: Kanal dolgusunu uzaklaştırmak için Hedstrom tipi el eğeleri ve Gates Glidden frezler kullanılmıştır.

Her örnek için retreatment sistemlerinin kanal dolgusunu uzaklaştırma süresi kaydedilmiştir. Örneklerden tekrar Mikro-BT görüntüleri elde edilerek kalan rezidüel kök kanal dolum materyalinin hacmi hesaplanmıştır. Veriler, One-Way Anova ve Kruskal-

Wallis Testleri kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir (P=0.05). Tukey HSD ve Bonferroni Dunn Testleri kullanılarak ikili karşılaştırmalar yapılmıştır.

Bulgular: ProTaper Universal, Reciproc R25, R-Endo, XP-Endo ve El Eğesi gruplarının rezidüel kök kanal dolgusu hacmi ortalamaları ve rezidüel kök kanal dolgu maddesi yüzdesi (%) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir (P<0.05). ProTaper Universal, Reciproc R25, R-Endo, XP-Endo ve El Eğesi gruplarının Apeks Ulaşma Zamanı (T1) ve Tüm Dolgunun Söküm Zamanı (T2) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir (P<0.05).

Rezidüel kök kanal dolgusu hacmi ortalamaları ve rezidüel kök kanal dolgu maddesi yüzdesi (%) ortalamaları en yüksek R-Endo ve Reciproc R25 gruplarında iken en az XP-Endo ve ProTaper Universal grubunda bulunmuştur. T1 ve T2 değerleri ise en yüksek el eğesi grubunda iken en az XP-Endo grubunda bulunmuştur.

Sonuç: Bu çalışmanın sonuçlarına göre karşılaştırılan bütün eğeler kök kanalından dolgu malzemelerini tamamen uzaklaştıramamıştır. XP-Endo ve ProTaper Universal grubu kök kanal dolgu malzemesini Reciproc R25, el eğesi ve R-Endo gruplarına göre daha etkili bir şekilde uzaklaştırmıştır. Test edilen gruplar arasında XP-Endo grubunun en hızlı retreatment sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Döner eğeler, Mikro-BT, Ni-Ti eğeler, resiprokal eğeler, retreatment.

ABSTRACT

Micro-CT Evaluation of Root Canal Filling Removal Efficiency of Different Endodontic Retreatment Systems

Aim: The aim of this study was to evaluate the efficacy of different retreatment file systems to remove the root canal filling materials using Micro-CT.

Method: In this in-vitro study, 60 human mandibular molar teeth with mesial root curvature between 20° and 40° were included in the study. The coronal parts of the teeth were removed to standardize the tooth length at 18±1 mm. Mesio Buccal canals of specimens were prepared with the ProTaper Next Ni-Ti rotary file system (up to X2) and filled with gutta-percha and AH Plus root canal filling paste. Samples were imaged with Micro-CT to measure the volume of the root canal filling volume. The samples were randomly divided into 5 experimental groups. Root canal treatments were removed with the following systems.

Group 1 (PTU-R): Root canal filling was removed using ProTaper Universal Retreatment System.

Group 2 (Rc-25): Reciproc R25 file was used to remove the root canal filling.

Group 3(R-endo): Retreatment of specimens were performed using R-Endo Retreatment System.

Group 4 (XP-R): Root canal filling was removed using XP Endo Retreatment System.

Group 5: Hand files (HF) and Gates Glidden burs was used to remove the root canal filling.

The time needed to remove the root canal filling was recorded for each specimen. Micro-CT images were obtained from the samples after removing the root canal filling and the volume of the residual root canal filling material was calculated. The data was

statistically analysed using One-Way Anova and Kruskal-Wallis Tests ($P=0.05$). Pair-wise comparisons were done using Tukey HSD and Bonferroni Dunn Tests.

Results: A statistically significant differences were observed between the residual root canal filling volume and the percentage of residual root canal filling material (%) of ProTaper Universal, Reciproc R25, R-Endo, XP-Endo and Hand File groups ($P<0.05$). Statistically significant difference was observed between ProTaper Universal, Reciproc R25, R-Endo, XP-Endo and Hand File groups in terms of time to reach the apex (T1) and to remove all filling material (T2) ($P<0.05$). The residual root canal filling volume and the percentage of residual root canal filling material (%) in the R-Endo and Reciproc R25 groups were statistically higher than the XP-Endo and ProTaper Universal Retreatment groups. T1 and T2 values were the highest in the hand file group and time values were the lowest in the XP-Endo group.

Conclusion: According to the results of this study, all files compared could not completely remove filling materials from the root canal. XP-Endo Retreatment and ProTaper Universal Retreatment systems removed the root canal filling material more efficiently than Reciproc R25, Hand Files and R-Endo groups. It was concluded that the XP-Endo group was the fastest retreatment system among the tested groups.

Keywords: Micro-CT, Ni-Ti files, reciprocal files, retreatment, rotary files.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

#	: Numara
%	: Yüzde
°	: Derece
μ	: Mikron
μm	: Mikro metre
Ark.	: Arkadaşları
°C	: Santigrat derece
CM	: Kontrollü bellek (controlled memory)
EDTA	: Etilendiamin tetraasetik asit
G	: Gauge
ISO	: Uluslararası standartlar teşkilatı
KIBT	: Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi
Kv	: Kilovolt
Mikro-BT	: Mikro bilgisayarlı tomografi
NaOCl	: Sodyum hipoklorit
Ncm	: Newton santimetre
Ni-Ti	: Nikel Titanyum
Ort	: Ortalama
P	: İstatistiksel anlamlılık derecesi
PTU	: ProTaper Universal Retreatment Seti
Rpm	: Dakikadaki devir sayısı
Std	: Standart

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>		<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1.	Kök kanalların başlangıç preparasyonu için kullanılan ProTaper Next X1 ve X2 eğeleri	40
Şekil 3.2.	Örneklerin Hazırlanması.....	41
Şekil 3.3.	Örneklerin Gruplandırılması	41
Şekil 3.4.	Kanal dolumu sonrası elde edilen Mikro-BT görüntüleri	42
Şekil 3.5.	Pro Taper Universal Retreatment Seti	44
Şekil 3.6.	Reciproc R25 eğesi	44
Şekil 3.7.	R-Endo Retreatment Sistemi	45
Şekil 3.8.	XP-Endo Shaper Eğesi	46
Şekil 3.9.	XP-Endo Finisher R Eğrisi	46
Şekil 3.10.	Paslanmaz Çelik Hedstrom Tipi El Eğeleri	47
Şekil 3.11.	Gates-Glidden Frezler.....	47
Şekil 3.12.	Retreatment sonrası kök kanallarının Mikro-BT görüntüsü.....	48
Şekil 3.13.	CTAn yazılımı ile retreatment öncesi kanal dolgu maddesinin hacminin hesaplanması.....	50
Şekil 3.14.	CTAn yazılımı ile retreatment sonrası kanal dolgu maddesinin hacminin hesaplanması.....	50
Şekil 3.15.	Retreatment öncesi ve sonrası oluşturulan 3 boyutlu örnek modeller	51
Şekil 4.1.	Rezidüel kök kanal dolgusu hacmi ortalamaları (mm ³)	54
Şekil 4.2.	Rezidüel kök kanal dolgu maddesi yüzdesi (%).....	55
Şekil 4.3.	Apeks Ulaşma Zamanı (T1) ortalamaları (saniye)	56
Şekil 4.4.	Tüm Dolgunun Söküm Zamanı (T2) ortalamaları (saniye).....	57

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo No</u>		<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1.	Rezidüel kök kanal dolgusu hacmi ortalamaları için istatistikler ve Tukey HSD ve Bonferroni Dunn çoklu karşılaştırma sonuçları	53
Tablo 4.2.	Rezidüel kök kanal dolgu maddesi yüzdesi (%) ortalamaları için istatistikler ve Tukey HSD ve Bonferroni Dunn çoklu karşılaştırma sonuçları	55
Tablo 4.3.	Apeks'e Ulaşma Zamanı (T1) ortalamaları için istatistikler ve Tukey HSD ve Bonferroni Dunn çoklu karşılaştırma sonuçları	56
Tablo 4.4.	Tüm Dolgunun Söküm Zamanı (T2) ortalamaları için istatistikler ve Tukey HSD ve Bonferroni Dunn çoklu karşılaştırma sonuçları.	57

1. GİRİŞ

Endodontik tedavinin başarısız olduğu durumlarda, cerrahi olmayan yeniden tedavi (endodontik retreatment), endodontik cerrahi veya diş çekimi gibi alternatif tedavi seçenekleri mevcuttur.¹ Cerrahi olmayan endodontik retreatment işleminin birincil amacı, önceki dolgu malzemesinin tamamen çıkarılması, ardından kanal temizleme, şekillendirme ve yeniden doldurma işlemleriyle kök kanal sisteminin ve periapikal dokuların sağlığının yeniden kazanılmasını sağlamaktır.² Bununla birlikte, retreatment işlemlerinden sonra kanalda önemli miktarlarda dolgu maddesi kalmaktadır.³

Gutta-perka ve kök kanal dolum patını kök kanallarından uzaklaştırmak için el eğelerinin, ultrasonik cihazların, resiprokal veya rotary hareketle çalışan Ni-Ti sistemlerinin kullanılması da dâhil olmak üzere farklı teknikler önerilmiştir.⁴⁻⁷

Son yıllarda Ni-Ti retreatment sistemlerindeki gelişmeler sonucunda kök kanal dolum materyallerinin uzaklaştırılmasında bu sistemler yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Özel olarak retreatment için tasarlanan bazı Ni-Ti sistemleri; kesit tasarımı, kesme açısı, gutta-perka ve kök kanalından dentin uzaklaştırılmasını etkileyebilecek bir aktif ucun varlığı / yokluğu gibi fiziksel özelliklere sahiptir.⁸ Ni-Ti enstrümanların, manuel tekniklerle karşılaştırıldığında dolum malzemesinin daha güvenli ve daha hızlı uzaklaştırılmasına olanak sağladığı gösterilmiştir.⁹

ProTaper Universal Retreatment Sistemi (Dentsply Sirona Maillefer, Ballaigues, İsviçre), XP Endo Retreatment Sistemi (FKG, La Chaux de Fonds, İsviçre) ve R-Endo (Micro Mega, Besancon, Fransa) gibi endodontik motorlarla kullanılan Ni-Ti retreatment sistemleri üretilmiştir.

Resiprokal hareketle çalışan Reciproc R25 (VDW, Münih, Almanya) Ni-Ti eğeler M-Wire alaşımından yapılmıştır ve başlangıçta tek eğeli endodontik tedavi için

geliştirilmiştir. Ancak bazı yazarlar aletlerin özel tasarımının yanı sıra resiprokal hareketin dolgu materyallerinin uzaklaştırılmasında etkili olduğu hipotezi ile endodontik retreatment işleminde kullanımlarının uygun olduğunu göstermişlerdir.¹⁰

Son zamanlarda, yeni bir ege olan XP-Endo Finisher (FKG, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) tanıtılmıştır. Özel bir alaşımdan (MaxWire; Martensite-Austenite Electropolish Flex) yapılmış konik olmayan döner Ni-Ti egesidir. Ege sıcaklığa göre şeklini değiştirmektedir. Oda sıcaklığında, martensit evresinde (M evresi), ege düzdür. Bununla birlikte, vücut sıcaklığında, östenit fazına (A fazı) girer ve boyunun son 10 mm'sinde 1,5 mm derinliğinde kaşık şeklini alır. XP-Endo Finisher R (FKG, La Chaux de Fonds, İsviçre); retreatment için geliştirilen XP-Endo Finisher egesinin yeni bir çeşididir.

Bir başka retreatment sistemi olan R-Endo retreatment sistemi (Micro Mega, Besancon, Fransa) 1 tane el egesi ve 4 tane Ni-Ti egeden oluşmaktadır. Ni-Ti egeler üçgen kesitlidir. 3 eşit aralıklı kesme kenarına sahiptir ve uç kısımları perforasyonu önlemek amacıyla inaktiftir.¹¹

Literatür incelendiğinde farklı el egeleleri ve retreatment ege sistemlerinin eski kök kanal dolum materyallerini uzaklaştırma etkinlikleri farklı teknikler kullanılarak incelenmiştir. Bu teknikler arasında Taramalı Elektron Mikroskopu,¹² stereomikroskop,¹³ Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi,¹⁴ Mikro-Bilgisayarlı Tomografi¹⁵ gibi teknikler vardır. Mikro-Bilgisayarlı tomografik (Mikro-BT) görüntüleme, doğru 3 boyutlu modellerin geliştirilmesine ve kantitatif verilerin elde edilmesine izin veren yüksek çözünürlüklü bir araştırma teknolojisidir ve son yıllarda diş hekimliğinde ve endodontide yaygın biçimde kullanılmaktadır.¹⁶

Bu çalışmada, endodontik retreatment işleminde kullanılan el egeleleri ve farklı Nikel-Titanyum (Ni-Ti) döner ege sistemlerinin kök kanal dolum materyallerini uzaklaştırma etkinlikleri Mikro-BT kullanılarak incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Endodonti pulpa ve periradiküler dokuların hastalıkları, tedavisi, sağlığı ve fonksiyonunun devamıyla ilgilenen bir diş hekimliği dalıdır.¹⁷ Kök kanal tedavisi ise çeşitli nedenler ile (çürük, travma gibi nedenlerle pulpanın açılması, geri dönüşümsüz pulpitis; pulpa nekrozu ya da gangren) sağlığını kaybetmiş pulpanın çıkarılıp kök kanallarının biyomekanik preparasyonu, dezenfeksiyonu ve sonrasında kök kanallarının üç boyutlu olarak tam bir tıkama sağlayan inert materyaller ile doldurulmasıdır.¹⁸⁻²⁰

Endodontik tedavinin başarılı olabilmesi için kök kanallarındaki hastalıklı pulpa ve mikroorganizmalar uzaklaştırılmalı ve kök kanalları biyomekanik yöntemler ile dezenfekte edilip şekillendirilmelidir. Sonrasında kök kanal dolgu maddeleri kullanılarak apikal; restoratif materyaller kullanılarak koronal tıkama sağlanmalıdır. Başarılı bir tedavi için bu işlem basamaklarının eksiksiz ve doğru şekilde yerine getirilmesi gerekmektedir.²¹

Eksik radyografik ve klinik muayene, hatalı teşhis, tespit edilemeyen ve gözden kaçan kanallar, yetersiz biyomekanik preparasyon ve dezenfeksiyon, tam olarak sağlanamayan apikal ve koronal tıkama, iatrojenik hatalar, dirençli mikroorganizmaların varlığı gibi sebepler endodontik tedavinin başarısız olmasına yol açabilir.²²

2.1. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi ve Dezenfeksiyonu

Biyomekanik kök kanal preparasyonu endodontik tedavide önemli bir basamaktır. Amaç, kalan pulpa dokusunun, mikroorganizmaların ve enfekte dentinin tamamen uzaklaştırılmasıdır.²³ Kök kanalları apikalden koronale doğru genişleyen konik şekilde olmalıdır. Bu konik şekil sayesinde kök kanallarının anatomik şekli bozulmamakta ve

irrigasyon solüsyonlarının apikal bölgeye ulaşması kolaylaşmaktadır. Böylece etkili bir dezenfeksiyon sağlanmaktadır.^{24,25}

Kök kanallarının mekanik şekillendirilmesi sırasında el ile kullanılan aletler, mikromotor ya da anguldruva ile kullanılan aletler, endodontik motor ile kullanılan aletler, sonik ve ultrasonik kök kanal aletleri ve lazerler kullanılmaktadır.^{26,27}

Endodontik aletler genellikle paslanmaz çelik ve nikel titanyum (Ni-Ti) alaşımlardan üretilmektedir. El ile kullanılan aletlerin çoğu paslanmaz çelikten üretilmiştir. Son yıllarda üretilen döner ege sistemlerinde ise çoğunlukla Ni-Ti alaşımlar kullanılmaktadır. Bu da eğerlere esneklik, korozyona karşı direnç, daha az işlemsel hata gibi olumlu özellikler kazandırmaktadır.²⁸ Temizleme ve şekillendirme amaçları şu şekilde sıralanabilir:

- Enfekte olmuş yumuşak ve sert dokuların uzaklaştırılması,
- Apikal kanal boşluğuna irrigasyon solüsyonlarının iletilmesi,
- Medikamenlerin ve kanal dolgu materyallerinin yerleştirilmesi ve sonrasında obtürasyon amacıyla boşluk oluşturulması,
- Radiküler yapıların bütünlüğünün sağlanmasıdır.²⁹

2.2. Endodontik Tedavide Başarı ve Başarısızlık

Cerrahi olmayan endodontik tedavi, % 98'e varan yüksek başarı oranları ile öngörülebilir ve güvenilir bir tedavidir.^{30,31} Bununla birlikte, çeşitli nedenlerle, endodontik başarısızlığın devam etmesi ve periapikal kemik yıkımının radyografik göstergeleri ile birlikte klinik belirti ve semptomların varlığı, yeniden tedavi ihtiyacını göstermektedir.^{32,33}

Endodontik tedavinin sonucu klinik (belirti ve semptomlar) ve radyografik parametrelerin bir kombinasyonu ile değerlendirilmelidir. Ek olarak araştırma amacıyla histolojik incelemeler de kullanılabilir.³⁴

Endodontik tedavi, tamamlandıktan 1 yıl sonra ve daha sonra belirli periyotlarla 4 yıla kadar takip edilmeli ve değerlendirilmelidir. Endodontik tedavinin başarısının değerlendirilmesinde aşağıdaki kriterler kullanılmaktadır:

- Ağrı, şişlik ve diğer semptomların olmaması,
- Sinüs yolu olmaması,
- Fonksiyon kaybı olmaması,
- Radyografik değerlendirmede kök çevresinde normal bir periodontal ligament aralığının gözlenmesidir.³⁵

Radyografilerin bir lezyonun boyutunun aynı kaldığını veya sadece boyutunun küçüldüğünü göstermesi, tedavinin başarılı olması anlamına gelmemektedir. Bu durumda lezyonun iyileşene kadar veya 4 yıllık bir süre boyunca değerlendirilmesi tavsiye edilir. 4 yılın sonunda iyileşme olmadığında kanal tedavisi başarısız olarak kabul edilir.³⁵

Radyografik ve klinik muayene sonucu aşağıdaki bulguların olması tedavinin başarısız olduğunu gösterir:

- Endodontik tedavinin ardından lezyon oluşması veya önceden var olan bir lezyonun boyutunun artması,
- 4 yıllık bir değerlendirme döneminde lezyonun boyutunun aynı kalması veya boyutunun küçülmesine karşılık semptomların var olması,
- Devam eden kök rezorbsiyonu veya hipersementoz belirtilerinin mevcut olmasıdır.

Bu durumda cerrahisiz retreatment, endodontik cerrahi ile daha ileri tedavi veya dişin çekimi tavsiye edilmektedir.³⁵

Kanal tedavisinin yenilenmesi için ilk ve en önemli adım, endodontik başarısızlığın nedenini belirlemektir. Birçok çalışmada kök kanallarındaki veya periradiküler lezyonlardaki mikroorganizmaların, kanal tedavisinden sonra apikal periodontitis lezyonlarının kalıcılığında önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir.^{36,37}

Endodontik tedavinin başarısızlığının altında yatan neden genellikle bakteriyel bir enfeksiyona bağlıdır. Bakteriler, kök kanalında gözden kaçan veya enstrümante edilmeyen alanlara yerleşebilirler, sızdıran bir koronal restorasyon ve kök kanal dolgusu yoluyla sızabilirler.^{38,39}

Endodontik başarısızlık mikroorganizmalara bağlı olabileceği gibi kök perforasyonu, basamak oluşumu, alet kırılması, gözden kaçırılan kanallar gibi işlemsel hataların yanı sıra apikal dallanma, isthmus gibi anatomik zorluklar ve diğer morfolojik düzensizliklerden de kaynaklanabilir.³⁷⁻⁴⁰

Endodontik literatürde, endodontik tedavinin başarısızlığı ile ilgili olarak çok sayıda sebep tanımlanmıştır. Bunlar arasında; yanlış giriş kavitesi dizaynı gibi hekim kaynaklı (iatrojenik) işlemsel hatalar, gözden kaçırılmış kanallar (hem ana hem de aksesuar kanallar),⁴¹ eksik temizlenmiş ve doldurulmuş kanallar,⁴² enstrümantasyon komplikasyonları (basamaklar, perforasyonlar veya alet kırılmaları) ve taşkın kanal dolgu materyalleri sayılabilir.⁴³ Koronal sızıntı da ayrıca kanal içi veya kanal dışı enfeksiyona ve radiküler kistlere neden olması sebebiyle tedavi sonrası başarısızlığa neden olabilir.⁴⁴

2.3. Endodontik Tedavinin Başarısızlık Nedenleri

2.3.1. Kanal Tedavisi Sırasında Meydana Gelen Komplikasyonlar ve İşlemsel Hatalar

2.3.1.1. Basamak Oluşumu

Basamak oluşumu (ledge) kanal duvarlarında yapay olarak oluşturulan ve kanal aletlerinin apekse kadar ilerlemesini engelleyen düzensizliktir.⁴⁵ Basamak oluşumunun nedenleri şunlardır:

- Giriş kavitesinin yetersiz açılması ve bu sebeple kanalın apikal kısmına düz ve doğrudan bir erişimin sağlanamaması,
- Yetersiz irrigasyon,
- Büyük eğelerle kurvatürlü bir kanalın aşırı genişletilmesi,
- Kanalın apikal kısmında debris birikimi,
- Eğelerin boyutuna göre sıralı kullanılmaması.⁴⁵

Basamaklar sebebiyle apikal kısımdaki nekrotik doku uzaklaştırılmamakta, mikroorganizmaların eliminasyonu zorlaşmakta bu da endodontik tedavinin uzun dönem başarısını olumsuz etkilemektedir.⁴⁶ Ayrıca master konların apikale kadar ulaşamaması nedeniyle tam bir obtürasyon da sağlanamamaktadır.⁴⁷ Bu nedenlerle basamak oluşumu endodontik tedavinin başarısızlığında rol oynayan faktörlerden birisidir.⁴⁰

2.3.1.2. Transportasyon

Eğelerin kanal preparasyonu sırasında kendi orijinal çizgisel şekillerine geri dönme eğilimi nedeniyle kanalın apikal bölümünde kanal duvar yapısının dış tarafının kaldırılması olarak tanımlanabilir.⁴⁸

Eğeler kanal içinde düzleşme eğiliminde olduğundan, transportasyon tipik olarak iç (veya dışbükey) radiküler duvara doğru gerçekleşir. Şekillendirme sırasında kanal ekseninde meydana gelen bu kayma, aşırı dentin kaybına neden olur. Sonuçta perforasyon, apikal transportasyon, zip veya apikal perforasyon oluşabilir. Bunlar da kök kanal tedavisinin başarısız olmasına neden olabilir.⁴⁹

2.3.1.3. Perforasyon

Amerikan Endodontistler Birliği'ne göre perforasyon; kök kanal sistemi ile dişin dış yüzeyi arasındaki mekanik veya patolojik açıklıktır.⁵⁰

Daha önce belirtildiği gibi perforasyon, kök kanal sistemi içinde meydana geldiğinde kanal transportasyonunun bir sonucu olabilir. Perforasyonların bir diğer nedeni de giriş kavitesi preparasyonu sırasındaki işlemsel hatalardır. Üç tip perforasyon tanımlanabilir: çok köklü dişlerin furkasyon bölgesinde meydana gelen perforasyonlar, kanal kurvatürü ile ilişkili perforasyonlar ve apikal foramendeki perforasyonlar.⁴⁹

Kuron-kök açıları, pulpa odası ve orifislerin kalsifikasyonları, anatomik varyasyonlar ve koronal dentinin fazla uzaklaştırılması, dişin koronal kısmındaki perforasyonlara neden olabilir.⁵¹

Tamir zamanı, perforasyonun lokalizasyonu ve perforasyonun büyüklüğü prognozu etkileyen faktörlerdir.⁵¹ Kök kanal sistemindeki perforasyonlar endodontik tedavilerin prognozunu düşüren ciddi komplikasyonlardır.⁵¹

2.3.1.4. Alet Kırılması

Kanal aletlerinin kırılması genellikle aletlerin yanlış kullanımı veya aşırı kullanımından ve ayrıca enstrümantasyon sırasında kurvatürlü ve kalsifiye kanallarda aletlere uygulanan aşırı kuvvetten kaynaklanmaktadır.⁴⁰

Kırık aletin apikalinde kalan enfekte alandaki mikroorganizmaların eliminasyonu zorlaşacağı için tedavinin prognozu bundan olumsuz etkilenmektedir.⁴⁰ Kanal içindeki kırık aletler, kök kanal sisteminin kapsamlı bir şekilde temizlenmesini ve şekillendirilmesini engeller ve bu nedenle endodontik tedavinin başarısını etkileyebilir.⁵²

Bu gibi durumlarda, endodontik tedavi sonrası prognoz, tedavi öncesi pulpanın vital veya devital olmasına, dişin semptomatik veya asemptomatik olmasına, periapikal alanda patoloji olup olmamasına, kırılma anındaki temizlik ve şekillenme düzeyine, kanalda kırılma seviyesine bağlı olmakla birlikte standart endodontik tedaviye göre düşüktür.⁵³

2.3.1.5. Kanal Dolgusunun Eksik ya da Taşkın Olması

Kök kanallarının yetersiz doldurulması veya eksik doldurulması (radyografik apekten 2 milimetreden daha kısa) genellikle mekanik şekillendirme sırasında eksik şekillendirme veya kök kanalındaki basamak oluşumunun bir sonucu olarak meydana gelir. Çalışma boyundan kısa şekillendirme genellikle çalışma uzunluğunun yanlış ölçümünden, yetersiz irrigasyon ve mekanik şekillendirme sırasında kanal açıklığının kontrol edilmemesinden (debris birikimi nedeniyle kanalın tıkanması) kaynaklanabilir.⁴⁰

Chugal ve arkadaşları, çalışma uzunluğundaki 1 mm'lik bir kaybın apikal periodontitisli dişlerde tedavi başarısızlığı olasılığını yüzde 14 artırdığını bildirmiştir.⁴² Kanal dolgusunun apikal seviyesi de nekrotik pulpalı ve periapikal lezyonlu dişlerin

tedavisinin prognozu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yapılan bir çalışmada en iyi prognoz, kanal dolununun apeksten 2 mm'ye kadar olan alanda bitirilen tedavilerde bulunmuştur. Bunlardan % 94'ü takip muayenesinde normal periapikal koşullar göstermiştir. Aynı çalışmada taşkın kanal dolumu yapılmış dişler için % 76, 2 mm'den daha fazla kısa dolgulu kökler için ise bu oran % 68 olarak bulunmuştur.⁵⁴

Çok sayıda klinik çalışma, taşkın dolunun endodontik tedavinin prognozunu olumsuz etkilediğini göstermiştir.³⁰ Bu çalışmalar iritan maddeler içeren kök dolgu materyallerinin periapekte bir yabancı cisim reaksiyonuna yol açabileceğini ve uzun süre endodontik tedaviye dirençli kalabilen asemptomatik periapikal lezyonların gelişmesine neden olabileceğini göstermektedir.⁵⁵

Bununla birlikte, tedavi öncesinde kök kanalları bakteri veya kontamine nekrotik doku gibi iritanlar içermiyorsa, tek başına yetersiz ve kısa dolum periradiküler hastalığa neden olmayabilir.⁴⁰

2.3.3. Koronal Mikro Sızıntı

Ağız sıvılarının diş yüzeyi, restorasyon, siman veya kanal dolgu malzemesi arasındaki herhangi bir arayüz boyunca girişi mikro sızıntı olarak tanımlanır. Mikro sızıntı kavramı aynı zamanda apikal doku sıvılarının koronal yönde kök kanal yüzeyi ile kanal dolgu materyalleri arasındaki herhangi bir arayüz boyunca geçişi olarak da tanımlanabilir.⁵⁶

Kanal tedavisi sırasında, tükürük ve mikroorganizmaların kanal sistemine girişini önlemek için giriş kavitesinde sızdırmazlık oluşturmak önemlidir.⁵⁷ Koronal restorasyon bozulur veya kaybolursa, periapikal dokuların kontaminasyonu endodontik tedavinin başarısızlığına neden olabilir.⁵⁸ Yapılan in vitro çalışmalarda koronal olarak

kapatılmamış, doldurulmuş kök kanalları yoluyla önemli miktarda bakteriyel mikro sızıntı oluşabileceği gösterilmiştir.⁵⁷

Başarısızlık genellikle endodontik tedavinin tamamlanmasından daimi restorasyonun yapılmasına kadar geçen sürede ortaya çıkar.⁵⁹ Bu nedenle tedavi edilen dişler, koronal sızıntıyı önlemek için mümkün olan en kısa sürede kalıcı restorasyonlarla restore edilmelidir.

2.3.4. Gözden Kaçan Kanallar

Tüm kanalların tedavi edilememesi, endodontik başarısızlığa yol açan nedenlerden biridir. Bu kanallarda bulunan mikroorganizmalar semptomların devam etmesine neden olurlar.²² Molar diş üzerinde yapılan bir çalışmanın sonuçları, MB2 kanalının bulunamamasının bu dişlerin uzun vadeli prognozunda önemli bir düşüşe neden olduğunu göstermiştir.⁶⁰ Başka bir çalışmada, gözden kaçan kanalların insidansının endodontik olarak başarısız olan 1100 dişin % 42'si olduğu bildirilmiştir.⁶¹ Gözden kaçan ve bu nedenle tedavi edilmeyen kanallar enfekte olursa hastalığı sürdürmek veya hastalığa neden olmak için yeterli sayıda bakteri barındırabilir. Başlangıçta enfekte olmasa bile, tedavi edilmeyen kaçırılmış kanallar, yeniden enfeksiyon için potansiyel alanlar olarak işlev görebilir.⁶²

2.3.5. Mikrobiyal Etkenler

Kök kanal sistemi içinde kalan bakteriler, endodontik tedavinin başarısızlığında önemli bir faktördür. Başarılı bir apikal periodontitis tedavisinin en önemli amaçlarından biri, kanal içi bakterilerin varlığını ortadan kaldırmak veya azaltmaktır.⁶³ Bu nedenle

kanal tedavisi, bakterileri enfekte kanal sisteminden uzaklaştırmayı ve yeniden enfeksiyonu önlemeyi amaçlamaktadır. Klinik çalışmalar, kemomekanik preparasyon ve antimikrobiyal ilaç kullanımının kök kanal sistemlerinde bakteri yükünü azaltmada etkili olduğunu göstermiştir.⁶⁴ Ancak bu çabalara rağmen bazı bakteriler varlığını sürdürmeye devam edebilir.⁶⁵

Primer endodontik enfeksiyon vakalarında, mikroflora çoğunlukla anaeroblardan oluşur. *Fusobacterium*, *Eubacterium*, *Peptostreptococcus*, *Prevotella*, *Actinomyces*, *Streptococcus* ve *Porphyromonas* nekrotik pulpalardan sıklıkla izole edilen bakteri türleridir.⁶⁶ Bununla birlikte, endodontik tedavinin başarısız olduğu durumlarda, kanal içi flora farklıdır ve fakültatif anaeroblar baskın olabilir.⁶⁷ Semptomatik kanal dolgulu dişlerin kanallarında ise sıklıkla polimikrobiyal enfeksiyonlar ve zorunlu anaeroblar bulunmuştur.⁶⁸

Enterococcus faecalis, endodontik tedavinin başarısız olduğu dişlerin kök kanallarından en yaygın izole edilen gram pozitif fakültatif anaerobik bakteridir. Kültür çalışmalarından elde edilen veriler *Enterococcus faecalis*'in zaman zaman primer endodontik enfeksiyonlardan izole edildiğini, ancak sıklıkla kök kanallarında başarısız bir tedaviden sonra yaygın olarak bulunduğunu göstermektedir.⁶⁹ *E. Faecalis*'in, kemomekanik preparasyona ve kanal içi medikamentlere dirençli olduğu gösterilmiştir.⁷⁰

Kök kanal sisteminden izole edilen en önemli mantar olan *Candida albicans*, endodontik tedavi başarısızlığında önemli bir role sahiptir. *C. albicans*, cerrahi olmayan endodontik tedaviye dirençli kök kanal enfeksiyonlarına ve periapikal lezyonlara neden olan güçlü bir patojendir.⁷¹ *Candida albicans* gibi bazı mantarların, endodontik başarısızlığa neden olduğu, irrigasyon solüsyonlarına, kalsiyum hidroksite ve antibiyotiklere dirençli olduğu gösterilmiştir.⁷² *C. Albicans* genellikle inatçı apikal periodontitis vakalarıyla ilişkilidir, ancak primer apikal periodontitiste de izole

edilebilirler. Çeşitli virülans faktörleri, *C. albicans*'ın dentine adezyonunu ve penetrasyonunu sağlar. Bu nedenle kök kanallarında uzun süre kalabilirler.⁷¹

Endodontik tedaviden sonra periapikal lezyona neden olan faktörler;

- İntraradiküler enfeksiyon,⁴⁶
- *Actinomyces israelii* ve *Propionibacterium propionicum* türlerine ait bakterilerin neden olduğu ekstradiküler enfeksiyon,⁷³
- Yabancı cisim reaksiyonu,⁷⁴
- Kistlerin özellikle kolesterol kristalleri içerenleri,⁷⁵
- Geleneksel tedaviyi takiben fibröz skar dokusu iyileşmesidir.⁷⁶

Tüm bu faktörlerden genel olarak kanal tedavisi başarısızlığının en büyük nedeninin, kanal dolgulu dişlerin apikal kısmındaki mikroorganizmaların varlığı olduğu düşünülmektedir.⁷⁷

2.4. Tedavi Planı

Endodontik tedavinin başarısız olduğu dişlerde hasta açısından tedavi konusunda dört seçenek vardır:

- Herhangi bir şey yapılmaması,
- Dişin çekilmesi,
- Cerrahi olmayan retreatment,
- Cerrahi retreatment,⁷⁸

İlk seçenek bu durumla ilgili herhangi bir şey yapılmamasıdır. Ancak hekim hastayı hiçbir şey yapılmaması halinde neler olacağı konusunda tam olarak bilgilendirmelidir.⁷⁸

Dişin çekimi genelde geçerli bir seçenek olarak görülür. Hem protetik rekonstrüksiyon teknikleri hem de dental implantolojideki yeni gelişmeler çekimi daha istenen bir seçenek haline getirmiştir. Ancak buna rağmen çekim ve sonrasındaki protetik tedavi seçeneğinin dişin korunmasına göre daha pahalı ve daha fazla zaman gerektirmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır.⁷⁹

Dişin ağızda tutulması kararı verildiğinde tedavi için çeşitli seçenekler vardır. Bunlar cerrahi olan veya cerrahi olmayan endodontik tedaviler olarak gruplandırılabilir. Cerrahi seçenekler; periradiküler küretaj, apikal rezeksiyon, kök ampütasyonu veya hemiseksiyon ve kasıtlı replantasyon (çekim/replantasyon) olarak sayılabilir.⁸⁰ Bazı durumlarda cerrahi ve cerrahi olmayan tedavinin birlikte yapılması gerekmektedir. Genelde cerrahi olmayan retreatment tercih edilen ilk seçenek olmalıdır. Endodontik tedavi sonrası meydana gelen hastalığın en yaygın sebebi olan kanal içi enfeksiyonu elimine etmede en başarılı seçenektir.⁸¹

2.5. Retreatment İşlem Basamakları

2.5.1. Koronal Restorasyonun Uzaklaştırılması ve Koronal Girişin Sağlanması

Endodontik tedavi uygulanmış kök kanallarına giriş sağlamak genellikle zordur. Öncelikle amalgam, kompozit, siman gibi dolgu maddelerinin ya da post-core ve kron restorasyonların uzaklaştırılması gerekmektedir. Ancak koronal restorasyonlar sağlam, kenar uyumu iyi ve fonksiyonel olarak kabul edilebilecek seviyedeysen restorasyon üzerinden kök kanal dolgusuna ulaşım sağlanabilir. Sağlam olan koronal restorasyonların kaldırılmaması rubber-dam yerleştirilmesini kolaylaştırır, sızıntıyı önler ve geçici dolgunun yerleştirilmesini kolaylaştırır.⁸² Bununla birlikte, kalitesiz, marjinal

adaptasyonu kötü ve altında sekonder çürük olan restorasyonlar, yeniden tedavi sürecinde tamamen kaldırılmalıdır.⁸³ Eski restorasyonun kaldırılması; perforasyonların ve vertikal kök kırıklarının saptanması, tedavi edilmemiş kök kanalları ve gümüş konların koronal kısımlarının tespit edilebilmesi gibi avantajlar sağlamaktadır.⁸² Ayrıca kanallar daha kolay lokalize edilmekle birlikte şekillendirme, temizleme ve doldurma işlemleri de daha kolay gerçekleştirilmektedir.⁸³

Giriş kavitesi preparasyonunda amaç, diş yapılarını mümkün olduğunca çok koruyarak kök kanal sistemine düz bir giriş sağlamaktır. İdeal preparasyonda, giriş kavitesi duvarları enstrümanların kanala doğrudan girişine izin vermelidir.⁸⁴

Retreatment ihtiyacı olan dişte tam kron restorasyonu varsa ve restorasyonla ilişkili bir defekt veya bir çürük varsa ya da tedavi planı yeni bir kron yapılmasını gerektiriyorsa eski kron uzaklaştırılır ve tedavi sonrasında yenilenir. Kron sağlam ise durum daha kompleks olmaktadır. Restorasyonun korunması halinde yenileme maliyeti önlenir, izolasyon daha kolay olur, oklüzyon korunur ve estetik görünüş az değişir. Restorasyonun yenilenmesi gerekli bile olsa endodontik retreatment boyunca rubber dam ile daha iyi bir izolasyon sağlamak için restorasyon yerinde tutulabilir. Ancak kron yerinde kaldığında retreatment zorlaşabilir. Çünkü bu durum görünürlüğü zorlaştıracaktır ve iatrojenik hata ihtimalinin artışına neden olacaktır. Ayrıca postların uzaklaştırılması zor olmakta ve gizli rekürrent çürük, kırık veya ilave kanal gibi tedavinin başarısını etkileyen faktörlerin gözden kaçma ihtimali artmaktadır. Bu nedenle postların uzaklaştırılması tavsiye edilmektedir.⁸⁴

2.5.2. Postların Uzaklaştırılması

Endodontik yeniden tedavi vakalarında genellikle bir postun ve core materyalinin uzaklaştırılması gerekmektedir. Postların uzaklaştırılmasını etkileyen temel faktörler; postun uzunluğu ve kullanılan simanın özelliğidir. Ayrıca bunlara ilave olarak postun paralel veya açılı olması, döküm veya prefabrike olması, interoklüzal mesafe, mevcut restorasyonlar ve post başının suprakrestal veya subkrestal yerleşimli olması sayılabilir.⁸⁵

Post uzaklaştırılmadan önce, post ve pulpa odası ile temas halinde olan tüm core materyalleri uzaklaştırılmalıdır. İnce elmas frezler ve piezoelektrik ultrasonikler, post etrafındaki core materyalin çıkarılmasında kullanılmaktadır.⁸²

Postları uzaklaştırmak için birçok teknik geliştirilmiştir. Postu uzaklaştırmada ilk adım tüm restoratif materyalleri uzaklaştırmaktır. Postun etrafındaki kor materyali yüksek hızlı sistemle konik veya silindirik, karbid ya da elmas frez kullanılarak uzaklaştırılır. Restoratif materyalin büyük çoğunluğu uzaklaştırıldığında düşük hızlı sistemlerle ya da ultrasonikler ile kalan kısım uzaklaştırılır. Post ve dentin ara yüzeyindeki siman, ultrasoniklerin postun etrafında hareket ettirilmesiyle uzaklaştırılarak postun retansiyonu azaltılacaktır.⁸⁶ Genellikle bu sayede post kolaylıkla uzaklaşacaktır. Post bu şekilde uzaklaştırılmazsa diğer tekniklerin kullanımı yardımcı olacaktır.

İntraradiküler postların çıkarılmasında, döner aletler, özel forsepsler, özel cihazlar ve sistemler, ultrasonikler veya bunların kombinasyonu kullanılmaktadır.⁸⁷ Günümüzde değişik etkinlik derecelerinde çeşitli post uzaklaştırma kitleri mevcuttur. Bunlara Gonon Post Uzaklaştırma Sistemi, Thomas Screw Post Uzaklaştırma Kiti, Ruddle Post Uzaklaştırma Sistemi, JS Post Extractor, Egger Post Remover örnek verilebilir.

Birçok dental işlemde olduğu gibi post sökümünün de riskleri vardır. Bu riskler dişin kırılması, postun kırılması, postun çıkarılamaması, dişin restore edilemez hale

gelmesi, kök perforasyonu ve postun kırılmasıdır.⁸⁸ Ayrıca ultrasoniklerin ürettiği ısının periodonsiyuma zarar verme ihtimali de bulunmaktadır.⁸⁹

Literatür, post boşluğunun kanal duvarlarının zayıflamasına bağlı olarak dikey kök kırığına neden olabileceğine dair kanıtlar sunmaktadır. Bu nedenle, prefabrike veya döküm bir postun çıkarılması kök kırıklarına neden olabilir. Kök kırığı riski uzun, iyi adapte olmuş, daha büyük çaplı postların kullanılması ile artmaktadır.^{90,91}

2.5.3. Gutta-perkanın Uzaklaştırılması

Endodontik bir dolgu malzemesi olarak gutta-perkanın birçok avantajı vardır. İnert, biyouyumlu, radyopak ve sıkıştırılabilir bir dolgu maddesidir. Kanal dolum patı ile birlikte, gutta-perkanın kondanse olması sebebiyle kök kanal duvarlarına iyi bir uyum gösterir ve apekte sızdırmazlık sağlanmış olur. Retreatment ile ilgili olarak, gutta-perkanın en önemli avantajı, genellikle zorluk çekmeden çıkarılabilesidir.⁹² Gutta-perkanın uzaklaştırılmasındaki zorluk, daha önce kullanılan obturasyon tekniği, kanalın uzunluğu, kurvatür ve intraradiküler anatomi gibi faktörlere bağlıdır.⁸⁵ Gutta-perkayı uzaklaştırma teknikleri arasında Ni-Ti döner eğeler, ultrasonik aletler, ısı, ısı veya kimyasal çözücüler ile birlikte el eğeleri bulunmaktadır.⁹³

Yetersiz şekilde doldurulmuş ve iyi kondanse edilmemiş kanallarda, çalışma uzunluğunda kök kanal duvarı boyunca bir eğe yerleştirilmesi mümkün olduğunda, oluşturulan alanı genişletmek için el eğeleri kullanılır. 25 numaralı K tipi el eğesi çalışma boyunda pasif hale geldiğinde, H tipi el eğeleri çözücü kullanımına gerek kalmadan gutta-perkanın büyük kısmını kanaldan çıkarmak için kullanılır.⁹²

İyi kondanse olmamış gutta-perka kök dolgusunun yanına bir H tipi el eğesi yerleştirmek mümkün olabilir. Hedstrom eğesi, gutta-perka ile daha fazla bağlantı

sağlamak için saat yönünde çeyrek tur döndürülür ve ege kanaldan çekildiğinde, zayıf olan kök dolgusu da dışarı çekilir. Tüm gutta-perka uzaklaştırılana kadar işlemin art arda daha büyük boyutlu eğelerle tekrarlanması gerekebilir. Gutta-perkanın uzaklaştırılmasında K-tipi eğeler de kullanılabilirken, Hedstrom eğeleri daha etkilidir çünkü ege nin konfigürasyonu, kesici kenarlara sahip bir dizi koniden oluşur ve bu da kök dolgu malzemesinin egeye daha iyi bağlanmasını sağlar. Gutta-perka kök dolgusu iyi kondanse edilmişse, bu tekniğin etkili olma olasılığı daha düşüktür.⁹⁴

Gutta-perkanın kök kanallarına iyi kondanse olduğu durumda uzaklaştırılması daha zor olmaktadır. Bu durumda gutta-perkanın çıkarılması için ısıtılmış el pluggeri kullanılabilir. Koronal kısımdaki gutta-perkayı uzaklaştırmak için Gates Glidden frezler de kullanılmaktadır.⁹⁵ Koronal kısımdaki gutta-perka uzaklaştıktan sonra oluşan boşluğa birkaç damla solvent damlatılabilir. Sonrasında crown-down tekniği ile apikale doğru eğelerin boyutu küçülerek gutta-perka uzaklaştırılır.⁹²

İyi kondanse edilmiş bir gutta-perka kök dolgusu kanal içinde serbest olmayacak ve aletlerin yerleştirilmesi için yer kalmayacaktır. Bu nedenle, gutta-perka önce ısı veya çözücülerle yumuşatılmalıdır. Bu, kök dolgusunu serbestleştirecek ve gutta-perkayı çıkarmak için aletlerin yerleştirilmesine izin verecek gerekli alanı yaratacaktır. Ancak bu durumda kök dolgusunun tamamını tek parça halinde çıkarmak genellikle mümkün değildir.⁹⁴

Isı, kondanse edilmiş gutta-perka dolgusuna doğrudan pluggerlar veya ısı taşıyıcıları, sıcak gutta-perka doldurma teknikleriyle ilişkili aletler kullanılarak uygulanabilir. Bu el aletleri alevde ısıtılır ve alet kök dolgusuna yerleştirilerek ısı aktarılır. Hastanın yanıklıkla yaralanmasını önlemek için ısıtılmış aletlerle çalışırken dikkatli olunmalıdır. Diğer bir dezavantaj, ısıtılmış aletin alevden uzaklaştırıldığında hemen soğumaya başlaması ve bu nedenle sık sık yeniden ısıtmanın gerekli olmasıdır. Bu

yöntem, ısıyı kök dolgusuna aktarmanın verimsiz bir yoludur. Gutta-perka ayrıca zayıf bir ısı iletkenidir ve sadece daha yüzeysel olan kısımlar yumuşatılır, tüm kök dolgusu yumuşatılmaz.⁹⁴ Alternatif olarak, gutta-perkayı yumuşatmak için ısı sağlayan Touch'n Heat (SybronEndo, Orange, CA, ABD) veya System B Heat Source (SybronEndo, Orange, CA, ABD) gibi sistemler kullanılabilir.⁹⁶ Kanaldaki yumuşatılmış gutta-perkanın geri kalanı elle veya döner Ni-Ti eğeleri ile çıkarılır.⁹⁴ Periodontal dokuların hasar görmesini önlemek için, uygulanan ısının fazla olmaması gerekmektedir ve bu sistemler dikkatli kullanılmalıdır.⁹⁶ Bu nedenle, ısıtılmış alet aralıklı kısa dokunmalar halinde ve sadece kök kanalının düz kısmına uygulanmalıdır.⁹⁴

Döner nikel-titanyum (Ni-Ti) eğelerin ortaya çıkışı, tek kon veya yetersiz kondanse edilmiş gutta-perkanın çıkarılması için başka bir seçenek sağlamıştır.⁹⁷ El eğelerinde olduğu gibi, kesme yivlerinin kanal duvarına değil kök dolgusuna bağlanması için uygun boyutta bir döner Ni-Ti eğesi seçilir. Döner Ni-Ti eğesi etkinleştirildiğinde, yivler kök dolgusunu kanalın dışına itmeli. Gutta-perkanın uzaklaştırılması için döner bir Ni-Ti eğesi kullanmanın ana riski, alet kırılması tehlikesidir. Bu risk, aşırı apikal basınç uygulanmayarak ve seçilen döner sistemin önerilen hız ve tork sınırlarında çalıştırılması ile azaltılabilir.⁹⁴

Tek bir kon veya yetersiz kondanse edilmiş gutta-perka dolgusu ultrasonikler kullanılarak çıkarılabilir. Teknik temelde kök dolgusunu gevşetmek için irrigasyon ve ultrasonik titreşim kombinasyonuna dayanır. Bununla birlikte, gutta-perka hareket halindeki eğe tarafından plastikleştirileceğinden, kök dolgusunun bozulmadan çıkarılmasını zorlaştıracaktır. Oluşan ısıyı önlemek için endosonik eğenin kuru çalıştırılmaması gerekmektedir.⁹⁴

Retreatment sırasında gutta-perkayı çözmek veya uzaklaştırmak için kloroform,⁹⁸ metilkloroform,⁹⁹ ökaliptol,¹⁰⁰ halotan,¹⁰¹ ksilen¹⁰² gibi solventler önerilmiştir. Tüm bu

solventler toksiktir ve bu nedenle kullanımlarından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır.¹⁰³ Fakat buna rağmen iyi kondanse edilmiş gutta-perkanın uzaklaştırılmasında solvent kullanımı genelde gerekli olmaktadır. Kloroform, çözücü etkinliği nedeniyle en sık kullanılan çözücüdür. Ayrıca nispeten ucuzdur ve kullanımı kolaydır.¹⁰⁴

2.5.4. Gümüş Konların Uzaklaştırılması

Geçmişte endodontik tedavide gümüş konların kullanımı oldukça popüler olmuştur ve kolay taşınması ve yerleştirilmesi, yumuşak olmaları, radyoopasiteleri ve gümüşün bir miktar antibakteriyel etkinlik göstermesi nedeniyle kullanılmışlardır.¹⁰⁵ Ancak son yıllarda gümüş konların kullanımı azalmıştır. Bu değişikliğin temel nedeni zamanla korozyona uğramaları ve apikal tıkanmanın kaybolmasıdır.¹⁰⁶ Ayrıca gümüş konlar kanal sisteminde kabul edilebilir üç boyutlu tıkamayı sağlamaktan ziyade sıklıkla görülen aksesuar kanalları da tıkayamayarak sadece apikal konstrüksiyonda bir tıkama yapar.¹⁰⁵ Gümüş konlar doku sıvılarıyla, sodyum hipoklorit ile ve bazı patlarla temas ettiğinde korozyon meydana gelir.¹⁰⁷ Konların özellikle apikal ve koronal kısımlarında korozyon meydana gelir ki bu da korozyonun sızıntı nedeniyle olduğunu göstermektedir.¹⁰⁸ Gutta-perka kanal dolgu tekniğinin böyle dezavantajları yoktur ve endodontide kullanımları gümüş konların yerine geçmiştir.

Gümüş konların çıkarılmasındaki ilk aşama uygun girişi sağlamaktır. Sıklıkla konun koronal parçası kor materyalinin içine yerleştirilmiştir. Bu materyal frez ve ultrasoniklerle dikkatli bir şekilde uzaklaştırılmalıdır. Dikkat edilmesi gereken, giriş kavitesi preparasyonu içindeki hiçbir gümüş kon parçasının uzaklaştırılmamasıdır. Hekimin çalışacağı gümüş kon parçası ne kadar fazlaysa gümüş konun da çıkarılması o kadar kolay olacaktır.¹⁰⁹ Kök kanal duvarı ve gümüş kon arasında boşluk oluşturmak için

el eğeleri, ultrasonikler, solventler kullanılabilir. Kon serbest hale geldiğinde Steiglitz forsepsi, Caulfield gümüş kon yakalayıcısı, forsepsler veya hemostatlar ile tutulup yavaşça çekilebilir.⁸² Gümüş konun koronal kısmı yoksa Hedstrom eğeler gümüş konun etrafındaki iki veya üç noktadan mümkün olduğunca apikale kadar yerleştirilir. Hedstrom eğenin yiv dizaynı diğer eğe dizaynları ile karşılaştırıldığında bu eğelerin gümüş kona çok daha iyi bağlanmasını sağlar. Ardından da eğeler birlikte bükülerek giriş kavitesi içinden çekip çıkarılır.¹¹⁰

Gümüş kon uzaklaştırdıktan sonra, gümüş korozyon ürünlerinin periradiküler dokulara mümkün olduğunca en az taşırılarak ağrılı akut flare-up oluşmasını azaltmak için enstrümantasyon crown-down yöntemiyle gerçekteştirilmelidir.¹¹¹

2.5.5. Taşıyıcı Bazlı Kanal Dolum Maddelerinin Uzaklaştırılması

Thermafil, Dens-Fil ve GT Obturator gibi solid kor kanal obturasyon sistemleri piyasaya sunulduğundan beri oldukça popüler hale gelmiştir. Bu sistemler sıcak gutta-perka obturasyonu için hızlı ve kolay bir tekniğe imkan tanır ancak solid kor materyallerin retreatment işlemi sadece gutta-perkanın uzaklaştırılacağı vakalara kıyasla daha kompleks ve zor olmaktadır. Bunun sebebi gutta-perka kitlesi içerisindeki solid taşıyıcının varlığıdır. Mevcut taşıyıcının yapısı kullanılacak metodu ve sökme işleminin karmaşıklığını belirleyecektir. Bu sistemlerde metal (paslanmaz çelik veya titanyum) ve plastik olmak üzere iki tip taşıyıcı mevcuttur.¹¹²

Metal bir taşıyıcının uzaklaştırılması başlangıçta taşıyıcıya ısı uygulanması ile gerçekteştirilebilir. Bu şekilde etrafındaki gutta-perka yumuşatılır. Bu ısı uygulaması Peet gümüş kon forsepsi veya modifiye Steiglitz forsepsi ile metal taşıyıcının uzaklaştırılmasını kolaylaştırır. Sıklıkla forsepsle kavranması için girişte yeteri kadar

taşıyıcı mevcut bulunmaz. Bu nedenle sökme işleminde solvent uygulaması ve etrafındaki koronal gutta-perkanın küçük el enstrümanları ile uzaklaştırılması gerekli olabilmektedir. Genelde bu işlemden sonra taşıyıcının etrafında ultrasoniklerin kullanılması ve kırık alet çıkarılması yaklaşımı gerekebilmektedir.⁸²

Plastik taşıyıcıların uzaklaştırılması gutta-perkanın uzaklaştırılmasına benzemektedir ancak ısı uygulamasından taşıyıcıya zarar verme olasılığını en aza indirmek için kaçınılması gerekmektedir. Solventler koronal gutta-perkayı çıkarmak için kullanılabilir. Giriş kloroform gibi bir solventle doldurulur ve taşıyıcı etrafındaki gutta-perka el eğeleri ile uzaklaştırılır. Taşıyıcı serbestleştikten sonra, bükülmüş Hedstrom eğeleri ile çıkarma işlemi gerçekleştirilebilir. Başka bir teknikte ise ısıtılmış iki ya da 3 tane Hedstrom eğesi yerleştirilir ve soğumaları beklenir. Isıtılmış eğeler plastiğe penetre olur ve soğuduktan sonra eğelere penetre olan plastik taşıyıcı, fulkrum tekniği ve forseps kullanılarak çıkarılabilir. Ayrıca Nikel-titanyum döner aletler, plastik taşıyıcı sistemlerin çıkarılmasında da kullanılabilir. Taşıyıcının ve gutta-perkanın çıkarılmasından sonra rutin geleneksel tedavi gerçekleştirilir.⁸²

2.5.6. Patların Uzaklaştırılması

Kök kanal dolum materyali olarak çeşitli patlar kullanılmaktadır. Hiçbir pat kanalı tam olarak tıkama potansiyeline sahip değildir ve kanaldaki patın tamamını sökmek imkansızdır.¹¹³

Retreatment için patlar yumuşak ve sert olarak sınıflandırılabilir ve patların tümünün potansiyel olarak toksik olduğu düşünülmelidir. Patın taşırılması, şiddetli postoperatif ağrı¹¹⁴ ve patın potansiyel nörotoksitesisi nedeniyle parestezi veya duyu kaybına¹¹⁵ neden olabileceğinden pat sökülürken dikkatli çalışılmalıdır. Crown-down

enstrümantasyon tekniği ile genellikle kolayca sökülen yumuşak patların apikalden taşmasını azaltmak için bol irrigasyon yapılmalıdır.¹¹⁶

Sert patların uzaklaştırılması daha zor olmaktadır. Büyütme ve aydınlatma altında kanalın kolayca ulaşılabilen koronal kısmında küçük çaplı frezlerle veya düz ve açılı ultrasonik uçlarla uzaklaştırılabilir.⁸⁵ Kanal kurvatürünün daha apikal kısmında bu metodun kullanılması kanal duvarlarına zarar verebilir ve perforasyona neden olabilir. Bu bölgede önceden eğimlendirilmiş küçük el eğeleri kanala yerleştirilerek apekse ulaşılabilir. Genellikle patlar kanalın koronal kısmında daha yoğundur ve yerleştirme yöntemine bağlı olarak apikale doğru yoğunluğu azalmaktadır.⁸⁵ Pat bu şekilde uzaklaştırılmadığında patı çözmek için solventler kullanılabilir.¹¹⁷

Diğer uzaklaştırma yöntemleri arasında ısı, döner Ni-Ti aletlerinin kullanımı ve Endosolv R ve Endosolv E gibi çözücülerin kullanılması yer almaktadır.⁸⁵

2.5.7. Kırık Aletlerin Uzaklaştırılması

Cerrahi olmayan kök kanal tedavisi sırasında kanallarda alet kırılabilir, apikal bölgeye ulaşımı engelleyebilir. Kırılan aletler genellikle el eğeleri ve döner eğeler, reamerlar bazen de Gates-Glidden frezler, lentülo, termomekanik pat kompaktörü veya sond ya da spreader gibi el aletlerinin uçları olabilmektedir. En yaygın eğe kırılma nedenleri; eğenin yanlış kullanımı, eğenin fiziksel özelliklerindeki limitasyonlar, yetersiz giriş kavitesi, zorlu kök kanal anatomisi ve eğenin üretimindeki hatalardır.¹¹⁸

Kırık alet varlığında tedavi, ortograd veya cerrahi yolla olmaktadır. Ortograd yaklaşımda kırık aletin çıkarılması, kırık aletin yanından geçilerek bypass edilmesi veya kanalın kırık alete kadar olan kısmının şekillendirilmesi, temizlenmesi ve doldurulması seçenekler arasındadır. Genel olarak, en uygun tedavi seçeneği kırık aletin çıkarılması ve

böylece kök kanal sisteminin temizlenmesi ve şekillendirilmesiyle mikroorganizmaları ortadan kaldırarak tamamlanabilmesidir.¹¹⁹

Dışlerin anatomisi, kanal kurvatürü, kırık aletin konumu, tipi, dizaynı ve uzunluğu, hasta ile ilgili faktörler ve hekimin becerisi kırık aletlerin çıkarılmasını etkileyen faktörlerdir. Kırık aletin çıkarılması birçok faktöre bağlıdır. Kırık aletin lokalizasyonu önemli bir faktördür. Eğer kırık alet koronal bölgeye yakın bir yerde ise çıkarılması daha kolay olmaktadır. Eğer kırık alet kanalın apikal bölgesine yakın ya da kırık aletin ucu kanal kurvatüründeysen çıkarılması mümkün olmayabilir.^{119,120}

Retreatment sırasında kanal sisteminde kırık bir alet olduğu teşhis aşamasında ya da ancak kanal dolgu maddesi söküldükten sonra görünür hale gelebilir. Bu nedenle kanal dolgu materyali uzaklaştırıldıktan sonra kanalda herhangi bir mekanik tıkanıklığın olup olmadığını belirlemek için kontrol radyografisi alınması yararlıdır.¹²¹

Kırık aletlerin uzaklaştırılmasında birçok cihaz, teknik ve yöntem kullanılmaktadır. Ege klinik olarak koronal girişte görünür durumdaysa ve hemostat veya Steiglitz forsepsi ile yakalanabilecek pozisyonda ise, bu aletler eğeyi sıkıca tutmak ve çıkarmak için kullanılabilir. Ancak genellikle eğeler kanalın daha derin ve görünürlüğünün zor olduğu kısımda kırılabilmektedir. Kırılmış kanal aletlerinin beklendiği gibi uzaklaştırılması için hekim düz bir koronal-radiküler giriş oluşturmalıdır. Düz bir radiküler giriş modifiye Gates-Glidden frezlerinin kullanımı ile sağlanabilir. Bu işlem ultrasonik kullanımını kolaylaştırmak üzere çevresel bir platform oluşturabilmektedir.¹¹⁹

Ultrasonik aletlerin kanaldaki engelleri uzaklaştırmada oldukça etkili olduğu gösterilmiştir.¹²² Ultrasonik uç kırılmış olan eğe ile kanal duvarı arasında oluşturulan platform üzerine yerleştirilir ve saat yönünün tersi istikametinde titreştirilir. Bu şekilde titreştirilirken vidalanan eğeye serbestleşmesi için kuvvet uygulanır. Bu teknik saat

yönünde kesme hareketine sahip olan aletlerin uzaklaştırılmasına yardımcı olabilmektedir. Şayet ege saat yönünün tersi istikametinde bir kesme etkinliğine sahipse, o zaman saat yönünde bir hareket gereklidir.¹²³

Kök kanal sistemi içinde yeterli alan varlığında, kök kanalının daha koronal kısmında kırılmış olan alet, Steiglitz forsepsi, Peet gümüş kon forsepsi ya da Endo Forseps gibi forsepsler kullanılarak tutulabilir ve çıkarılabilir.¹²⁴

Kırık aletin serbest olduğu ancak görülemediği durumlarda Hedstrom veya K-tipi el eğeleri kırık aletin çevresine yerleştirilir, eğelere döndürme hareketi yapılır. Kırık parça koronale doğru çekilir. Bu teknik Örgü (Braiding) Tekniği olarak bilinmektedir.¹²⁰

Masseran kiti, çapı 1,1-2,4 mm arasında değişen 14 adet içi boş kesici uçlu trefin frezden (11–24 boyutlarında) ve 2 ekstraktörden oluşur. Trefin frezler, parçanın koronal kısmı etrafında bir oluk hazırlamak için saat yönünün tersine bir şekilde kullanılır. Bu hareket vidalanmış aletler üzerinde serbestleştirici bir güç oluşturur. Nispeten büyük ekstraktör çapları (1,2 ve 1,5 mm), kökü zayıflatabilen ve perforasyona veya postoperatif kök kırılmasına neden olabilecek önemli miktarda dentinin uzaklaştırılmasını gerektirir. Bu durum, Masseran aletlerinin kullanımını büyük ölçüde ön dişlerle sınırlamaktadır.^{52,119}

Masseran tekniğindeki düşünce geliştirilerek Ekstraktörler üretilmiştir. EndoExtractor System, Cancellier Extractor Kit, Instrument Removal System, Endo Rescue, Meitrac Endo Safety System ekstraktörlere örnek olarak verilebilir.¹¹⁹

Post Removal System, Ruddle Sistemi olarak da bilinir ve 5 adet tüpten oluşmaktadır. Özellikle koronal 1/3 kısımda kırılan aletlerin çıkarılmasında kullanılmaktadır.¹¹⁹

Ultrasonik aletler, kök kanalının farklı kısımlarında kullanılmak için farklı uzunluk ve boyutlarda uçları olan ters açılı bir tasarıma sahiptir.¹²⁵ Modifiye Gates

Glidden frezler veya ultrasonik uçlar kullanılarak, kırık aletin koronal kısmında bir boşluk yaratılır. Ultrasonik uç kırık parçanın etrafında etkinleştirilir ve saat yönünün tersine uygulanan hareketlerle meydana gelen titreşim sonucu kırık parça serbestleşir ve uzaklaştırılır. Ultrasonik uca aşırı basınç uygulanırsa, titreşim parçayı apikal olarak itebilir veya ultrasonik uç kırılarak daha karmaşık bir senaryoya yol açabilir.¹¹⁹

2.6. Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılmasında El ile Kullanılan Aletler

2.6.1. K Tipi Eğeler

K Tipi eğeler ilk kez 1915 yılında Kerr firması tarafından üretilmiştir.¹²⁶ Üçgen veya dörtgen kesitli bir parça telin kenarlarındaki derinliği arttırmak için yüzeyi frezlenerek yukarı doğru açılan piramit bir şekil oluşturulur. Geleneksel olarak paslanmaz çelik telden üretilirken son zamanlarda Ni-Ti alaşımlardan üretilmektedir. K-tip enstrümanlar kanal içine penetre olabilir ve kök kanallarını genişletmede etkilidirler. Enstrüman primer olarak sıkıştırma ve bırakma hareketiyle çalışarak kanalın çevresindeki dentini kaldırır.¹²⁷

2.6.2. H Tipi Eğeler

H-tipi eğeler sadece çekme hareketi sırasında kesim yapacak şekilde düzenlenmiş spiral kenarlara sahiptir. H tipi eğeler, K tipi eğelere göre kesmede daha iyidir çünkü pozitif rake açısı daha fazladır.¹ Kırılma olasılığı nedeniyle rotasyonel çalışma hareketleri kesinlikle önerilmez. H tipi eğelerin apikal perforasyon tehlikesi de K tipi eğelere göre daha fazladır. Kurvatürlü kanallarda zip ve basamak oluşumuna yol açma riski vardır.²⁸¹

2.7. Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılmasında Düşük Hızlı Motorlar ile Kullanılan Aletler

2.7.1. Frezler

Endodontik giriş kavitesi oluşturmak için özel frezler mevcuttur. Bu frezler hem yüksek hızlı hem de düşük hızlı piyasemende kullanılabilir ve paslanmaz çelikten imal edilmişlerdir.¹²⁹

Rond karbid frezler giriş kavitesi preparasyonunda, çürükleri uzaklaştırmada ve ilk eksternal dış hat şeklini oluşturmada kullanılır. Güvenilir uçları olan fissür karbid ve elmas frezler aksiyal duvar çıkıntıları için daha güvenilir bir seçimdir. Pulpa odasının aksiyal duvarlarını genişletmek için kullanılabilirler.¹³⁰ Giriş kavitesi preparasyonu gerektiren çoğu diş metal restorasyonlara sahiptir. Transmetal frezler bu restorasyonlara penetre olmak için kullanılmaktadır. Pulpa odasının çekildiği ve kalsifiye kanal ağzlarına sahip dişlerde kanal ağzlarını lokalize etmek ve belirlemek için uzatılmış gövdesi olan rond frezler ya da Mueller frezler kullanışlıdır.¹³¹

2.7.2. Gates-Glidden Frezler

Gates-Glidden (GG) frezler, 100 yıldan uzun süredir kayda değer tasarım değişiklikleri olmaksızın kullanılmaktadır. Gates Glidden frezler genellikle kanalın koronal kısmını genişletmek için kullanılır.¹³² Yanlış kullanıldıklarında radiküler duvar kalınlığını önemli ölçüde azaltabilirler.¹³³ GG frezlerinin boyutları 1 ila 6 arasındadır (buna karşılık gelen çaplar 0,5 ila 1,5 mm arasındadır). Şaft üzerindeki halka sayısı veya renk kodlaması frezlerin boyutunu tanımlamaktadır.

Gates-Glidden frezler, 750 ila 1500 rpm arasında kullanılabilir. Dakikada daha yüksek devir (rpm), aşırı basınç ve yanlış yerleştirme açısı gibi kullanım hataları, strip

perforasyon gibi olumsuzluklara neden olmaktadır. Ayrıca, GG frezlerinin kanalın kurvatürlü bölümünde kullanılması döngüsel yorgunluğa neden olup frezlerin kırılmasına yol açabilir. Bu nedenle GG frezler kanalın sadece düz kısımlarında kullanılmalıdır.¹³⁴

2.8. Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılmasında Endodontik Motorlar ile Kullanılan Ni-Ti Döner Aletler

2.8.1. Nikel Titanyum Döner Aletlerin Genel Özellikleri

Kök kanal tedavisi için üretilmiş olan nikel titanyum aletlerin ağırlık olarak %56'sı nikel, %44'ü ise titanyumdan oluşmaktadır. Nikel titanyum alaşımlar biyouyumludurlar ve korozyona dirençlidirler.¹³⁵

Artan esneklik ve daha kısa tedavi süresi gibi avantajlar dışında, Ni-Ti eğeler, paslanmaz çelik eğelere kıyasla süper elastik özelliklerinden dolayı zip, basamak veya transportasyon gibi işlemsel hatalara daha az neden olmaktadır.¹³⁶

Ni-Ti sistemleri gutta-perkanın kök kanalından uzaklaştırılması için önerilmiştir ve çalışmalar bunların hem etkili hem de güvenli olabileceğini göstermiştir.^{137,138} Gutta perkanın uzaklaştırılması için özel olarak tasarlanmış döner Ni-Ti eğe sistemleri bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; ProTaper Universal retreatment eğeleri, Mtwo-R eğeleri (VDW, Münih, Almanya), R-Endo retreatment eğeleri, D-RaCe retreatment eğeleri (FKG Dentaire, La Chaux de Fonds, İsviçre), XP-Endo Shaper ve XP-Endo Finisher R eğeleridir.

2.8.2. ProTaper Universal Retreatment Sistemi

ProTaper Universal Retreatment sistemi D1, D2 ve D3 olmak üzere 3 adet eğeden oluşmaktadır. Üç eğe de konveks ve üçgen bir kesite sahiptir.

D1 eğesi, dolgu malzemesine penetre olması için aktif bir kesici uca sahiptir. Uzunluğu 16 mm'dir, taperı %9'dur ve ISO 30 numaralı eğe boyutundadır.

D2 eğesinin uzunluğu 18 mm, taperı %8'dir ve ISO 25 numaralı eğe boyutundadır.

D3 eğesinin uzunluğu 22 mm, taperı %7'dir ve ISO 20 numaralı eğe boyutundadır.

D1 koronal, D2 orta, D3 apikal üçlüde kullanılmaktadır.^{2, 3} Eğeler üreticinin önerisine göre gutta-perkayı uzaklaştırmak için 500 rpm hızda, patları uzaklaştırmak için ise 250-300 rpm sabit hızda ve 2 Ncm tork değerinde, fırçalama hareketi ile crown-down yöntemiyle kullanılmaktadır.^{141,142}

2.8.3. R-Endo Retreatment Sistemi

R-Endo retreatment sistemi (Micro Mega, Besancon, Fransa) 1 tane el eğesi ve 5 tane döner eğeden oluşmaktadır. R-Endo eğeleri, üreticinin önerisine göre 300 rpm sabit hızda ve 1.2 Ncm tork değerinde, basınç uygulamadan kullanılmaktadır.^{141,143} Eğelerin enine kesiti, eşit aralıklı üç kesme kenarı olan ve radyal alan içermeyen üçgen şeklindedir.¹¹

Rm, paslanmaz çelik eğesidir. Boyutu ISO 25 numaralı eğe boyutundadır. Taperı %4, kesici kısmı 12 mm, uzunluğu 17 mm'dir. Bir sonraki eğeye giriş yolu oluşturmak için ilk olarak kullanılmaktadır.^{141,143}

Re, ISO 25 numaralı eğe boyutunda %12 tapera sahip döner eğedir. Uzunluğu 15 mm'dir. Dolgu maddesinin koronal 1-3 mm'lik kısmını uzaklaştırmak için kullanılmaktadır.¹⁴¹

R1, %8 taper ve 15 mm'lik uzunluğa sahip 25 numaralı döner eğedir. Koronal üçlüdeki dolum materyallerinin uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır.¹⁴¹

R2, %6 taper ve 19 mm uzunluğa sahip 25 numaralı döner eğedir. Kanalın orta üçlüsündeki dolum materyalinin uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır.¹⁴¹

R3, %4 taper ve 23 mm uzunluğa sahip 25 numaralı döner eğedir. Kanalın apikal üçte birlik kısmında kullanılmaktadır.¹⁴¹

Rs, opsiyonel olarak kullanılan, %4 tapera sahip 30 numaralı döner eğedir.¹¹

2.8.4. D-RaCe Retreatment Sistemi

D-RaCe sistemi (FKG Dentaire, La Chaux de Fonds, İsviçre) DR1 ve DR2 olmak üzere iki adet döner eğeden oluşmaktadır.

DR1, %10 tapera sahip 30 numaralı döner eğedir. Uzunluğu 15 mm'dir. Üreticinin talimatlarına göre 800-1000 rpm hızında ve 1,5 Ncm tork değerinde, koronal üçlü ve orta üçlünün başlangıç kısmında kullanılmaktadır.¹⁴²

DR2, %4 tapera sahip 25 numaralı döner eğedir. Uzunluğu 25 mm'dir. Üreticinin talimatlarına göre 600 rpm hızında ve 1,5 Ncm tork değerinde çalışma uzunluğunda kullanılmaktadır.^{142,144} DR1, gutta-perkaya kolay ve hızlı penetre olmasına yardımcı olan aktif bir uca sahiptir.¹⁴³

2.8.5. Mtwo R Retreatment Sistemi

Mtwo R Retreatment sistemi R1 ve R2 olmak üzere iki tane döner eğeden oluşmaktadır. R1, %5 tapera sahip 15 numaralı döner eğedir. Üreticinin talimatlarına göre 300 rpm hızda 0.3 Ncm tork değerinde kullanılmaktadır. R2, %5 tapera sahip 25 numaralı

döner eğedir. Üreticinin talimatlarına göre 300 rpm hızda 1.2 Ncm tork değerinde kullanılmaktadır Her iki eğe de çalışma boyunda fırçalama hareketi ile kullanılmaktadır.¹⁴¹

2.8.6. XP-Endo Shaper ve Finisher R Sistemi

Son yıllarda XP-Endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) olarak bilinen yeni bir eğe sistemi tanıtılmıştır. Bu sistem, farklı sıcaklıklarda reaksiyona giren MaxWire alaşımı (MaxWire; Martensite-Austenite Electropolish Flex, FKG Dentaire) ile üretilmiştir. Eğe soğutulduğunda martensit fazındadır ve %1'lik bir tapera sahiptir. Ancak vücut ısısında (35 C), östenit fazına geçmekte ve taperı %4 olmaktadır.¹⁴⁵ Uç boyutu 30 numaradır. Üreticinin talimatlarına göre 800-1000 rpm hızda ve 1 Ncm tork değeri ile kullanılmalıdır.

Son zamanlarda, kök kanal temizliğinin iyileştirilmesinde son bir adım olarak kullanılmak üzere yeni bir anatomik bitirme egesi olan XP-Endo Finisher (FKG Dentaire, La Chaux de Fonds, İsviçre) tanıtılmıştır. Eğin boyutu 25 numaradır ve taperı yoktur. XP-Endo Shaper egesi gibi MaxWire alaşımından üretilmiştir.¹⁴⁶ Üreticinin talimatlarına göre 800-1000 rpm hızda ve 1 Ncm tork değeri ile kullanılmalıdır. Eğe, sıcaklığa göre şeklini değiştirir. Oda sıcaklığında, martensit fazında (M fazı) eğe düzdür. Bununla birlikte, vücut sıcaklığında, östenit fazına (A fazı) geçer ve uzunluğunun son 10 mm'sinde 1.5 mm derinliğinde bir kaşık şeklini alır. Üreticiye göre, alet kanal içinde çalışırken, dentine zarar vermeden ve orijinal kanal şeklini değiştirmeden, eğin diğer aletlerin ulaşamayacağı alanlara erişmesine ve temizlemesine izin verir.¹⁴⁶

XP-Endo Finisher R, XP-Endo Finisher egesinin yeni bir çeşididir. Üreticiye göre, retreatment vakaları için geliştirilmiştir ve eğe, daha büyük bir çapa (uç boyutu 30)

sahiptir. Aletin uç dizaynındaki varyasyonlar aleti daha sert ve agresif hale getirmiştir. Bu değişikliklerin amacı, geleneksel tekniklerle uzaklaştırıldıktan sonra kanalda kalan kanal dolgu malzemelerinin daha etkili şekilde uzaklaştırılmasını sağlamaktır.¹⁴⁶ Üreticinin talimatlarına göre 800 rpm hızda ve 1 Ncm tork değeri ile kullanılmalıdır.

2.8.7. Reciproc R25 Eğesi

Reciproc R25 (VDW, Münih, Almanya) eğesi, yenilikçi bir ısıl işlem kullanılarak oluşturulan M-Wire adı verilen özel bir Ni-Ti alaşımından üretilmiştir.¹⁴⁷ M-Wire alaşımından üretilen eğelerin avantajları, arttırılmış esneklik ve döngüsel yorgunluğa karşı geliştirilmiş dirençtir.¹⁴⁸

İlk 3 mm'sinde %8 tapera sahip eğenin taperı koronal kısma geldikçe azalmaktadır. D16 çapı 1.05 mm'dir. D0 çapı ise 0.25 mm'dir. Eğenin uzunluğu 25 mm'dir. 320 rpm hızda, 170° saat yönünün tersine ve 50° saat yönünde olmak üzere resiprokal hareket ile çalışmaktadır.¹⁴⁹

Tek bir aletle kök kanalının tam enstrümantasyonu için tasarlanmış olan Reciproc eğeleri (VDW, Münih, Almanya), laboratuvar araştırmalarında ve klinik retreatment işlemlerinde, kök kanal dolgu malzemelerinin uzaklaştırılmasında etkinlik açısından iyi sonuçlar göstermiştir.^{5,150}

2.9. Deneysel Retreatment İşleminin Etkinliğinin İncelendiği Yöntemler

Klinik olarak dolgu malzemesinin uzaklaştırılması, dokunma hassasiyeti, aletlerin üzerinde dolgu malzemesi kalıntısının olmaması ve radyografik görüntüler ile değerlendirilmektedir ancak bunlar subjektif değerlendirme kriterleridir. Laboratuvar

çalışmalarında, radyografiye ek olarak şeffaflaştırma teknikleri, taramalı elektron mikroskobu, konfokal lazer mikroskobu, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, bilgisayarlı mikro tomografi ile analiz gibi kalan dolgu materyalini değerlendirmek için çeşitli analiz yöntemleri kullanılmıştır.¹²

2.9.1. Radyografik Yöntem

Retreatment sonrasında kök kanalında kalan rezidüel madde miktarının belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Kanallar doldurulduktan ve boşaltıldıktan sonra alınan bukkio-lingual ve mezio-distal yöndeki radyografiler AUTOCAD 2000 gibi bir dijital programda üst üste çakıştırılır. Kalan dolgu materyali radyoopasite farkı ile belirlenir.¹⁵¹ Bununla birlikte, radyografik görüntüler üç boyutlu bir yapı üzerinde yalnızca iki boyutlu bir görüntü sağlamaktadır. Magnifikasyon ve distorsiyon nedeniyle kalan madde miktarının hesaplanmasında sapmalara neden olabilmektedir.¹⁵²

2.9.2. Şeffaflaştırma ve Boyama

Retreatment yapılmış örnekler nitrik asit gibi kimyasallarla önce dekalsifiye edilir. Daha sonra yıkanır ve alkolle dehidrate edilir. Bu şekilde şeffaflaştırma sağlanır. Kanal duvarlarındaki dolgu malzemesi miktarı, bukkio-lingual ve mezio-distal yönlerde standartlaştırılmış bir şekilde görüntülenip stereomikroskoba bağlı görüntü analiz yazılımı kullanılarak ölçülür. Örneklerin stereomikroskop ile istenilen büyütmeye görüntülenmesi mümkündür.¹⁵³

2.9.3. Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop

Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop araştırmacılara floresan veya yansıtıcı probalar ile işaretlenmiş kemik, diş, beyin ve diğer benzeri dokuların kesitleri, gelişmekte

olan embriyolar gibi küçük organizmalar ve bütün haldeki hücre örnekleri ile çalışma imkânı sağlar. Lazer taramalı konfokal mikroskop ve boyalar (rodamin B) kullanılarak elde edilen görüntüler, çeşitli bilgisayar yazılımları kullanılarak kantitatif olarak analiz edilebilmektedir. Konfokal mikroskopun avantajı tek bir plandan gelen ışığı toplayabilmesidir. Lazer Taramalı Konfokal mikroskopunun taramalı elektron mikroskopuna (SEM) kıyasla avantajlarından biri, konfokal lazer taramalı mikroskopun artefaktlara neden olabilecek numune hazırlama teknikleri gerektirmemesidir.¹⁵⁴

2.9.4. Scanning Elektron Mikroskobu (SEM)

Örneklerden yatay veya dikey yönde kesitler alındıktan sonra örnekler kurutulup altın-paladyum ile kaplanmaktadır.¹⁵⁵ SEM incelemesi, retreatment uygulanmış bir kök kanalındaki smear tabakasını ve organik debrisleri gözlemlemek için mevcut tek tekniktir.¹⁵⁶ Ayrıca SEM ile yapılan değerlendirmelerde kök kanal duvarlarında kalan dolgu maddesi de detaylı olarak incelenmektedir.¹⁵⁷ Diğer tüm olası tekniklerin (mikro bilgisayarlı tomografi dahil) çözünürlüğü, bu değerleri saptamak için yetersizdir.¹⁵⁶ SEM ile smear tabakası, dentin tübüllerindeki debris varlığı, kök kanal orifisleri ve intertübüler dentin morfolojisi incelenebilmektedir.¹⁵⁸

2.9.5. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

1996'da maksillofasiyal konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) tanıtılması, endodonti için üç boyutlu (3D) görüntülemeyi sağlayan, ilk klinik ve pratik olarak uygulanabilir teknolojiyi sağlamıştır.¹⁵⁹

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleme, dişlerin ve çevresindeki dokuların üç boyutlu (3D) görüntülerini üretir. Bu, özellikle endodontik problemlerin tanımlanmasında ve tedavisinde yardımcı olmaktadır.¹⁶⁰ Endodontide KIBT, periapikal

tanı, kök kanal anatomisinin değerlendirilmesi, rezorbsiyon defektlerinin incelenmesi, kök kırıkları, perforasyonlar, endodontik cerrahinin planlanması, retreatment ve in vitro çalışmalar dahil olmak üzere bir çok amaç için kullanılmaktadır.^{161,162}

KIBT, anatominin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini sağlar ve patozis ile anatomik yapıların uzamsal ilişkisini gösteren 3 boyutlu görüntüler üreterek geleneksel radyografinin sınırlamalarının üstesinden gelmektedir. KIBT vokselleri izotropiktir, bu nedenle oluşturulan görüntüler geometrik olarak doğru olmakta ve görüntü ölçümlerinde herhangi bir düzlemde distorsiyon oluşmamaktadır.¹⁵⁹

Metal restorasyonlar, metal postlar ve kök dolguları KIBT görüntülerinde artefaktlara neden olur.^{163,164} En küçük voksel boyutunun bile uzaysal çözünürlüğü, kırık aletler gibi küçük nesnelere veya örneğin tamamlanmamış dikey kök kırıkları gibi teşhis açısından zorlayıcı sorunları tanımlamak için çok düşük olabilir. KIBT cihazlarının tarama süresi 20 saniyeye kadar uzayabilir ve bu süre ağız içi radyografilerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha uzundur.¹⁶⁴

2.9.6. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT)

Bilgisayarlı Tomografi (BT) tarayıcıları tipik olarak 1 mm³ voksellerden oluşan görüntüler üretirken, 1980'lerin başında geliştirilen Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT) sistemleri çok daha iyi uzaysal çözünürlüğe sahiptir ve 5–50 µm aralığında vokseller üretmektedir. Bu değer, µm veya hacim olarak BT voksellerinden yaklaşık 1.000.000 kat daha küçüktür.¹⁶ Bilgisayarlı Tomografide dedektör ve X ışını kaynağı hastanın etrafında dönmektedir. Bunun sonucunda mekanik vibrasyon oluşmakta ve görüntünün çözünürlüğü azalmaktadır. Mikro-BT'de ise dedektör ve X ışını kaynağı

sabittir ve görüntülenecek numune kendi eksenini etrafında dönmektedir. Bu sayede mekanik vibrasyon azalmakta ve görüntünün çözünürlüğü artmaktadır.¹⁶⁵

Mikrofokal spot X-ışını kaynakları ve yüksek çözünürlüklü dedektörler kullanan Mikro-BT sistemi, numunelerin üç boyutlu yapılandırılmış görüntülerini üretmektedir. Görüntüleme sürecinde örneklerle zarar verecek bir uygulama olmadığı için aynı numuneler birçok kez incelenebilir ve numuneler tarandıktan sonra, ek biyolojik ve mekanik testler için kullanılabilir durumda kalır. Mikro-CT sistemleri artık birçok akademik alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.¹⁶

Dişler, kemikler gibi mineralize dokular ve seramik, polimerler, biyomateryal scaffoldlar vb. malzemeler dahil olmak üzere çok çeşitli örnekler doğrudan Mikro-BT kullanılarak incelenebilir.¹⁶ Mikro-BT kullanılarak bir dişin iç yapısının birçok yönünü analiz etmek mümkündür. Araştırmacılar hem kalitatif hem de kantitatif ölçümler yaparak pulpa boşluğu ve kök kanal morfolojisini incelemek için Mikro-BT kullanmaktadır.¹⁶

Diş hekimliğinde Mikro-BT, kök kanal morfolojisinin incelenmesi, kök kanal şekillendirmesinin ve kök kanal dolumunun değerlendirilmesi, mine kalınlığının ölçülmesi, dişlerin mineral konsantrasyonu, retreatment sonrası kalan rezidüel materyallerin incelenmesi, implant ve periimplant alandaki kemiğin değerlendirilmesi, kronofasial iskeletsel gelişim ve yapıların incelenmesi, biyomekanik çalışmalar, doku mühendisliği gibi alanlarda kullanılmaktadır.^{16,166,167} Ancak Mikro-BT görüntüleme yöntemi ile örneklerin taranması zaman alıcı ve yüksek maliyetlidir. Bu nedenle klinik kullanım için uygun görünmemektedir.¹⁶⁸

3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda planlanmıştır. Çalışmadaki örneklerin Mikro-BT taramaları Hacettepe Üniversitesi İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizi ise Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Biyometri ve Genetik Anabilim Dalı'nda yapılmıştır.

Çalışma planlandıktan sonra Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'na başvurularak çalışmanın yapılmasının etik açıdan uygun olduğu 10.12.2019 tarih ve Karar Sayısı: 36 ile onaylanmıştır. Çalışma aşağıdaki başlıklar altında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda planlanıp tamamlanmıştır.

3.1. Örneklerin Seçimi

Bu çalışmada periodontal nedenlerle çekilmiş 60 adet gelişimini tamamlamış insan mandibular molar dişi kullanılmıştır. Çalışmaya başlamadan önce dişlerden mezio-distal ve bukkal-lingual yönde periapikal radyografi alınmış ve Schneider'e göre kanal kurvatürü 20°-40° arasında olan dişler seçilmiştir.¹⁶⁹

3.1.1. Dişlerin Çalışmaya Dâhil Edilme ve Çalışma Dışı Bırakılma Kriterleri

Dişlerin Çalışmaya Dâhil Edilme Kriterleri:

- Dişe daha önce kanal tedavisi uygulanmamış olması,

- Kök boyunun uygun olması,
- Kanallarda kalsifikasyon olmaması,
- Kök kanallarının kurvat r n n 20°-40° arasında olması,
- Apikal açıklığın 10 numaralı K eğesi ile sağlanıyor olması,
- Dişte  r k veya geniş restorasyon olmaması
- Köklerde rezorbsiyon olmaması
- Kök gelişiminin tamamlanmış olması

Dişlerin  alışma Dışı Bırakılma Kriterleri:

- Dişe daha önce kanal tedavisi uygulanmış olması,
- Kök boyunun uygun olmaması,
- Kanallarda kalsifikasyon varlığı,
- Kök kanallarının kurvat r n n 20°-40° arasında olmaması,
- Apikal açıklığın 10 numaralı K eğesi ile sağlanamaması,
- Dişte  r k veya geniş restorasyon varlığı,
- Köklerde rezorbsiyon olması
- Kök gelişiminin tamamlanmamış olması
- Kompleks kök kanal anatomilerine sahip dişler

3.2. Örneklerin Hazırlanması

Dişler  zerindeki yumuşak doku artıkları mekanik olarak periodontal küretler ile uzaklaştırılmıştır. Dişler %0.1 timol solüsyonu içerisinde dezenfekte edilmiştir. Daha sonra dişler izotonik serum  zeltisi içinde bekletilmiştir. Dişlerin boyu 18±1 mm olacak şekilde kron kısmından elmas fissür frezler (Diatech Dental AG, Swiss Dental Instruments, CH-9450 Altstatten) ile aşındırma yapılmıştır. Dişlere giriş kavitesi açılıp

#10 numaralı K-tipi el eğesi (VDW, Mönih, Almanya) mezio-bukkal kanallara yerleştirilmiş ve kanalların apikal açıklığı kontrol edilmiştir.

3.2.1. Çalışma Boyunun Tespiti

Kök kanallarının hazırlanması ve şekillendirilmesi işlemi tek bir operatör tarafından yapılmıştır. ISO #10 K-tipi el eğesi (VDW, Mönih, Almanya) apikal foramenden görüne kadar kanal içerisinde ilerletilmiş ve eğenin uzunluğu ölçölmüştür. Her bir kök kanalının çalışma boyu bu uzunluktan 1 mm kısa olacak şekilde belirlenmiştir. Dişler rastgele olacak şekilde 5 gruba ayrılmıştır.

3.2.2. Kanalların şekillendirilmesi ve Dolum İçin Hazırlanması

Kanallar apikal açıklık kontrol edildikten sonra #15 numaralı K-tipi el eğesi ile genişletilmiştir. Daha sonra X-Smart Plus (Dentsply Sirona, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) endodontik motor kullanılarak ProTaper Next (Dentsply Sirona, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) Ni-Ti döner eğe sisteminin X1 ve X2 eğesi ile kanal şekillendirilmesi tamamlanmıştır. ProTaper Next eğeleri üreticinin talimatları doğrultusunda 300 rpm hız ve 2 Ncm tork değerinde tam tur rotasyon yapacak şekilde, X-Smart Plus endodontik motorun ProTaper Next programında kullanılmıştır. şekillendirme X2 eğesi (25/.06) ile tamamlanmıştır. şekillendirme sırasında kök kanalları 27-Gauge yandan perfore enjektör kullanılarak %5'lik 10 ml sodyum hipoklorit (Promida, Eskişehir, Türkiye) ile irrigede edilmiştir. Final irrigasyonunda smear tabakası kaldırma protokolü olarak 1 dakika boyunca 5 ml %5 sodyum hipoklorit, 5 ml %17 EDTA (Promida, Eskişehir, Türkiye) ve

5 ml distile su kullanılmıştır. #25 numaralı paper pointler (DiaDent Group International, Burnaby, BC, Kanada) ile kanallar kurutulmuştur.



Şekil 3.1. Kök kanalların başlangıç preparasyonu için kullanılan ProTaper Next X1 ve X2 eğeleri

3.2.3. Kanalların Doldurulması

Kanallar, ProTaper Next X2 gutta-perka (Dentsply Sirona, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ve AH Plus kök kanal patı (Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya) kullanılarak tek kon yöntemi ile doldurulmuştur. Öncelikle kanal duvarlarına gutta-perka ile kanal patı uygulanmıştır. Gutta-perka ile tug-back sağlandıktan sonra Gutta Cut (VDW, Münih, Almanya) ile gutta-perkalar kesilmiştir. Kavitedeki pat ve gutta-perka artıkları pamuk peletler ile uzaklaştırılmıştır. Giriş kavileri geçici dolgu maddesi (Cavit-G, 3M Espe, Seefeld, Almanya) ile kapatılmıştır. Kök kanal dolgusunun kalitesi mezio-distal ve bukko-lingual yönde alınan periapikal radyografiler ile kontrol edilmiştir. Dişler kök kanal dolgusunun sertleşmesi amacıyla 37°C'de %100 nemli ortamda 1 ay süre ile bekletilmiştir.



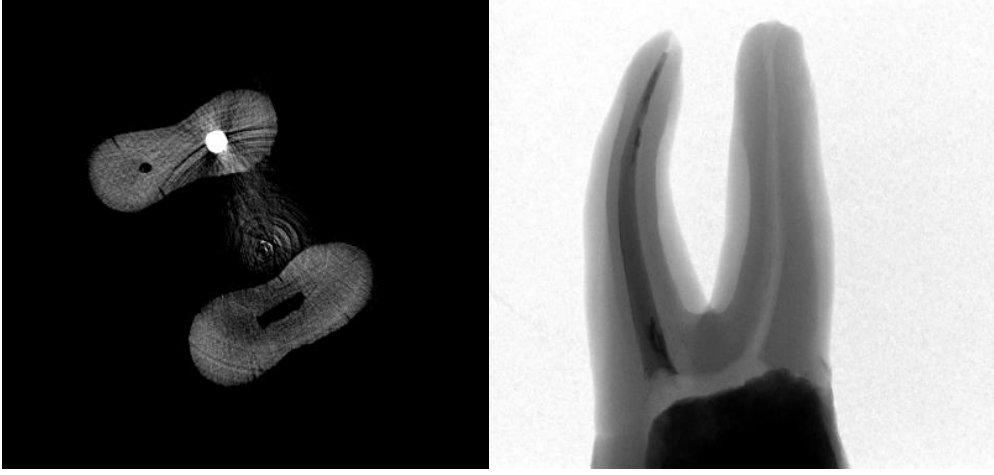
Şekil 3.2. Örneklerin Hazırlanması



Şekil 3.3. Örneklerin Gruplandırılması

3.3. Kanallar Doldurulduktan Sonra Örneklerin Mikro-BT ile Görüntülenmesi

Örnekler, kanallar doldurulduktan sonraki görüntülerin elde edilmesi için Hacettepe Üniversitesi İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde Mikro-BT cihazı (Bruker Skyscan 1272, Billerica, Massachusetts, ABD) ile taranmıştır. 100 kV ve 100 μ A parametreleri ile tarama gerçekleştirilmiştir. Alüminyum ve bakır filtre kullanılmıştır. Tarama vertikal eksen etrafında 180° dönüş ile ve dönüş adımı 0.8° olarak yapılmıştır. Görüntülerin piksel boyutu 21 μ m'dir. Her örneğin tarama süresi yaklaşık 50 dakika sürmüştür.



Şekil 3.4. Kanal dolumu sonrası elde edilen Mikro-BT görüntüleri

3.4. Retreatment İşleminin Uygulanması

Daha önce rastlantısal olarak 5 gruba ayrılan, şekillendirilip doldurulan örneklerin geçici dolguları elmas frez ile uzaklaştırılmıştır. XP-Endo eğelerinin 37 derecede östenit faza geçip şekil değiştirmesi nedeniyle tüm gruplar için retreatment işlemi standardizasyonu sağlamak amacıyla 37 derecelik sıcak su banyosunda gerçekleştirilmiştir. Bir grup kontrol grubu olarak kullanılmış ve kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması paslanmaz çelik Hedstrom el eğeleri ve Gates-Glidden frezler ile

gerçekleştirilmiştir. Kalan 4 grubun, retreatment işlemi yapılırken X-Smart Plus endodontik motor ve Ni-Ti retreatment döner ege sistemleri kullanılmıştır. Retreatment işlemi aşağıda belirtilen aletler ile yapılmıştır:

- Grup 1; ProTaper Universal Retreatment Sistemi (Dentsply Sirona Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile kanal dolgusu uzaklaştırılmıştır.
- Grup 2; Kanal dolgusu Reciproc R25 egesi (VDW, Münih, Almanya) ile uzaklaştırılmıştır.
- Grup 3; Kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında R-Endo Retreatment Sistemi (Micro Mega, Besancon, Fransa) kullanılmıştır.
- Grup 4; XP-Endo Retreatment Sistemi (FKG, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) ile kanal dolgusu uzaklaştırılmıştır.
- Grup 5; Paslanmaz çelik Hedstrom kanal eğeleri (VDW, Münih, Almanya) ve Gates-Glidden frezler (Mani, Inc, Toshiyuki-Ken, Japonya) ile kanal dolgusu uzaklaştırılmıştır.

3.4.1. Grup 1: ProTaper Universal Retreatment Sistemi

Tüm eğerler üreticinin talimatları doğrultusunda 300 rpm sabit hızda ve 2 Ncm tork değeri ile kullanılmıştır. D1 (30/.09) egesi ile koronal 1/3'lük kısımdaki kanal dolgusu, D2 (25/.08) egesi ile orta 1/3'teki kanal dolgusu, D3 (20/.07) egesi ile apikal 1/3'teki kanal dolgusu uzaklaştırılmıştır. Her ege değişiminde kanallar 27-G enjektör iğnesi kullanılarak 5 ml %5 sodyum hipoklorit ile irrigasyon edilmiştir.



Şekil 3.5. Pro Taper Universal Retreatment Seti

3.4.2. Grup 2: Reciproc R25 Eğesi

Eğе üreticinin talimatlarına göre X-Smart Plus endodontik motorun ‘Reciproc ALL’ programında kullanılmıştır. Eğe hafif apikal basınç uygulanarak 3 ileri-geri hareketle kullanılmıştır. Her hareketten sonra eğe nemli gazlı bez ile temizlenmiştir ve kanallar 27-G enjektör iğnesi kullanılarak 5 ml %5 sodyum hipoklorit ile irrigе edilmiştir.

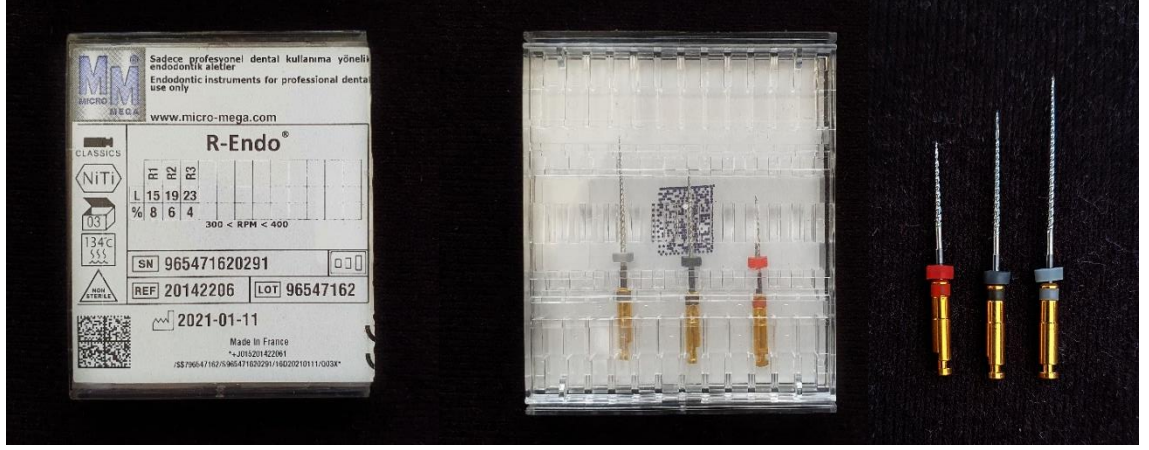


Şekil 3.6. Reciproc R25 eğesi

3.4.3. R-Endo Retreatment Sistemi

Döner aletler 350 rpm hız ve 2 Ncm tork değerleri ile kullanılmıştır. R1 (25/.08) döner eğesi ile koronal 1/3'lük, R2 (25/.06) döner eğesi ile orta 1/3'lük kanal dolgusu uzaklaştırılmıştır. Kanal dolgusunun apikal 1/3'lük kısmı ise R3 (25/.04) döner eğesi ile

uzaklaştırılmıştır. Her eğe değişiminde kanallar 27-G enjektör iğnesi kullanılarak 5 ml %5 sodyum hipoklorit ile irrigе edilmiştir.



Şekil 3.7. R-Endo Retreatment Sistemi

3.4.4. Grup 4: XP-Endo Retreatment Sistemi

D-RaCe Retreatment Sisteminin (FKG, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) DR1 eğesi kullanılarak gutta-perkanın koronal 3-5 mm kısmında bir başlangıç oluşturulmuştur. DR1 eğesi üreticinin talimatları doğrultusunda 800 rpm hız ve 1.5 Ncm tork değerinde tam tur rotasyon hareketi ile kullanılmıştır. Sonrasında XP-Endo Shaper eğesi kanala yerleştirilmiş ve üreticinin talimatlarına göre 1000 rpm hız ve 1 Ncm tork değerinde tam tur rotasyon hareketi ile kullanılmıştır. Hafif basınç uygulanarak çalışma boyunda gagalama hareketi ile gutta-perka ve pat uzaklaştırılmıştır. Gutta-perka ve pat uzaklaştıktan sonra XP-Endo Finisher R eğesi üreticinin talimatları doğrultusunda 800 rpm hız ve 1 Ncm tork değerinde tam tur rotasyon hareketi ile çalışma boyunda kullanılmıştır. Her eğe değişiminde kanallar 27-G enjektör iğnesi kullanılarak 5 ml %5 sodyum hipoklorit ile irrigе edilmiştir.



Şekil 3.8. XP-Endo Shaper Eğesi



Şekil 3.9. XP-Endo Finisher R Eğrisi

3.4.5. Grup 5: Paslanmaz Çelik Hedstrom Kanal Eğeleri

Koronal bölümdeki kanal dolgusu önce 3, daha sonra 2 numaralı Gates Glidden frezler 2000 rpm hızda kullanılarak uzaklaştırılmıştır. #30, 25, 20 ve 15 numaralı Hedstrom eğeleri crown-down yöntemi kullanılarak çevresel hareket, çeyrek tur döndürme hareketi, itme çekme hareketleri ile gutta-perka ve kanal patı uzaklaştırılmıştır. #15 numaralı K-tipi eğe çalışma boyuna ulaştığında 20, 25, 30 numaralı Hedstrom eğeler çalışma boyunda kullanılarak gutta-perka ve pat artıkları uzaklaştırılmıştır. Her eğe değişiminde kanallar 27-G enjektör iğnesi kullanılarak 5 ml %5 sodyum hipoklorit ile irrije edilmiştir.



Şekil 3.10. Paslanmaz Çelik Hedstrom Tipi El Eğeleri

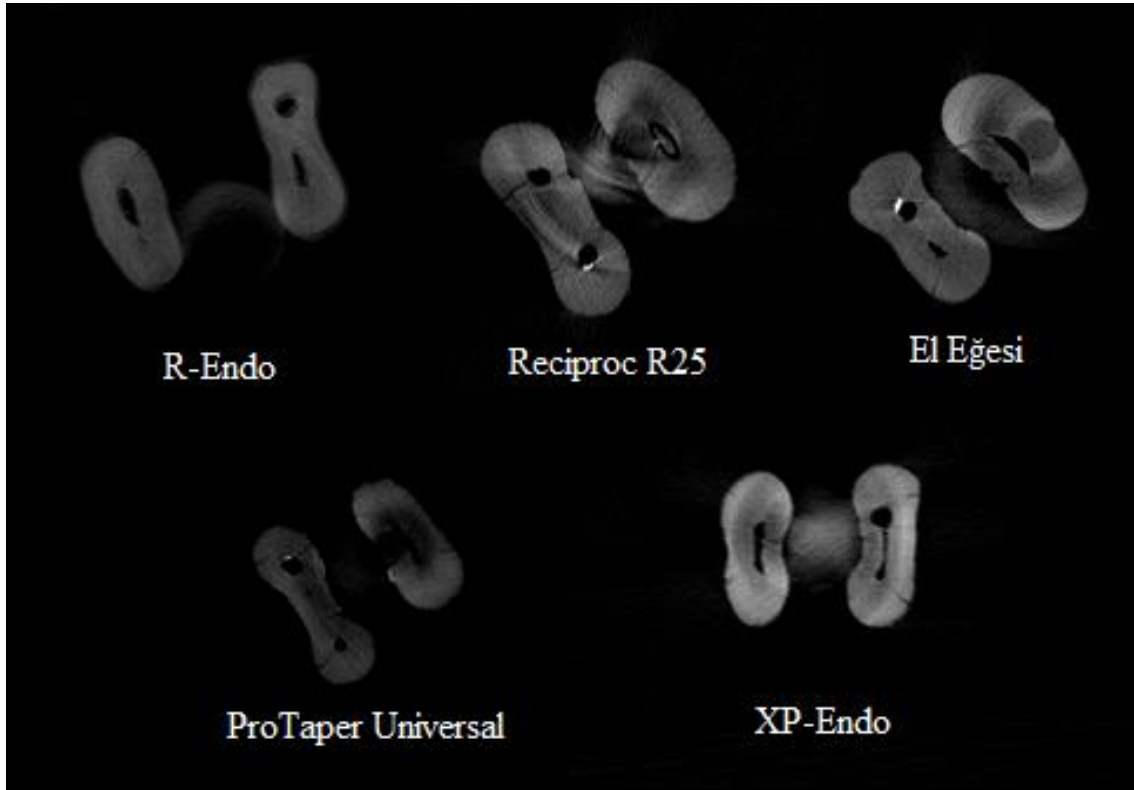


Şekil 3.11. Gates-Glidden Frezler

Tüm gruplar için retreatment işlemi kanallardan gutta-perka ve pat artıkları gelmeye kadar devam etmiştir. Daha sonra kanallar ProTaper Next döner eğe sisteminin X3 egesi ile genişletilmiştir. Final irrigasyonu olarak 1 dakika boyunca 5 ml %5 sodyum hipoklorit, 5 ml %17 EDTA ve 5 ml distile su kullanılmıştır. Kanallar #30 numaralı paper pointler ile kurutulup kanal girişlerinin üzerine teflon bandı yerleştirilmiştir. Giriş kavitesi Cavit-G geçici dolgu maddesi ile kapatılmıştır.

3.5. Retreatment İşleminde Sonra Örneklerin Mikro-BT ile Görüntülenmesi

Retreatment işlemi tamamlandıktan sonra ilk görüntülemelerin yapıldığı parametreler kullanılarak Hacettepe Üniversitesi İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde numuneler taranmıştır.



Şekil 3.12. Retreatment sonrası kök kanallarının Mikro-BT görüntüsü

3.6. Görüntülerin Bilgisayar Yazılımına Yüklenmesi ve Hacimlerin Hesaplanması

Görüntüler, örneklerin görselleştirilmesi ve nicel ölçümlerinin yapılması için NRecon yazılımı (ver. 1.6.10.4, SkyScan, Kontich, Belçika) ve CTAn (CT Analyser) yazılımı (ver. 1.17.7.2, SkyScan) ile Feldkamp ve arkadaşları tarafından açıklanan modifiye algoritma kullanılarak rekonstrükte edilmiştir.¹⁷⁰ NRecon yazılımı kullanılarak, tarayıcı tarafından elde edilen görüntüler köklerin 2 boyutlu kesitlerini gösterecek şekilde yeniden yapılandırılmıştır.

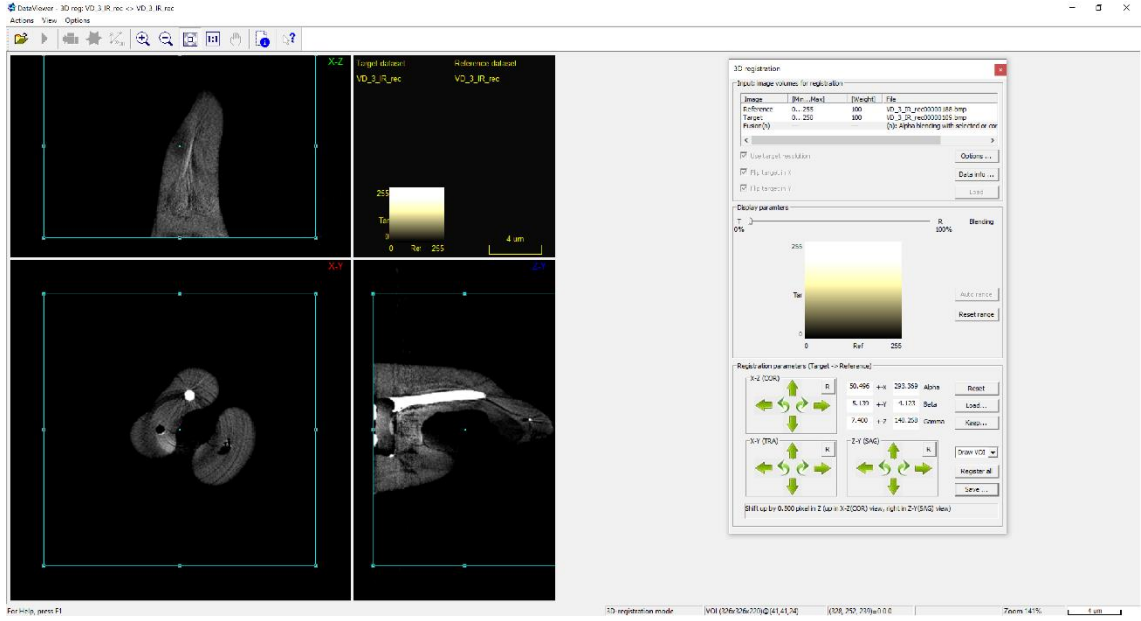
Tüm örneklerden 1024 kesit görüntüsü elde edilmiştir. Enstrümantasyon öncesi ve sonrası görüntüler DataViewer yazılımı (sürüm 1.5.6.2; Bruker) kullanılarak üst üste çakıştırılmıştır. Üst üste çakıştırılan veri kümeleri, kanal hacmini hesaplamak için CTAn yazılımına aktarılmıştır. Hacimdeki değişiklikler, CTAn yazılımı kullanılarak retreatment öncesi ve sonrası değerlerin hesaplanması ile belirlenmiştir. Mikro-CT görüntülerinden 3 boyutlu örnekler de hazırlanmıştır.

Retreatment işlemi sonrası mesiobukkal ve mesiolingual kanallarda kalan dolgu materyali yüzdesi şu şekilde hesaplanmıştır:

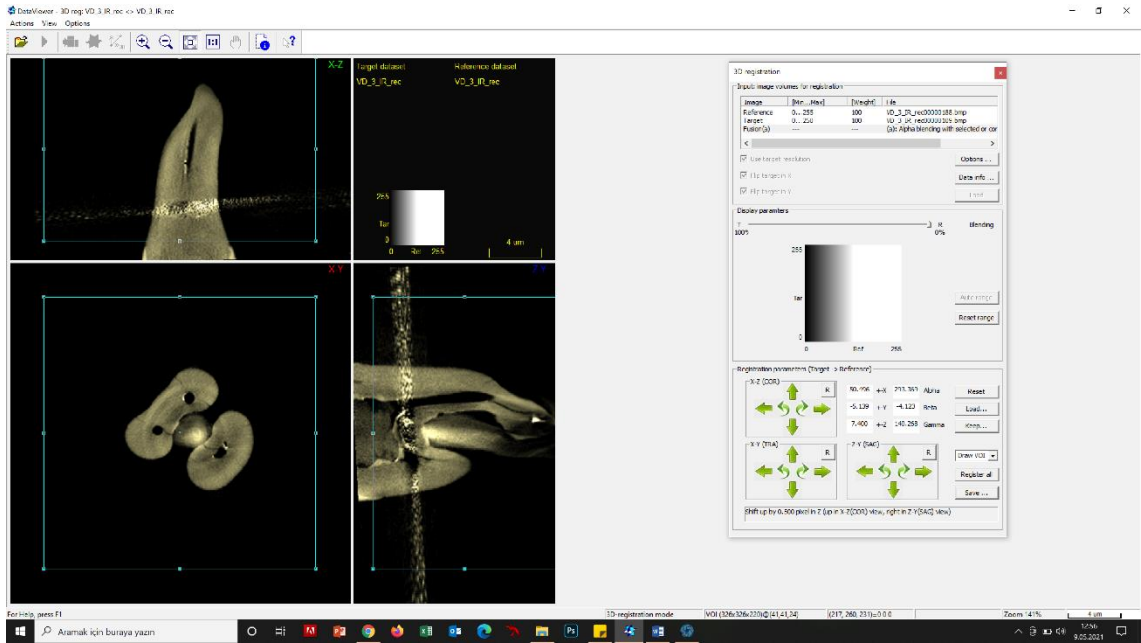
$$A/B \times 100 = \text{Kalan dolgu malzemesinin hacmi (\%)}$$

A, dolgu malzemesinin retreatment sonrası hacmini, B ise dolgu malzemesinin başlangıç hacmini göstermektedir.

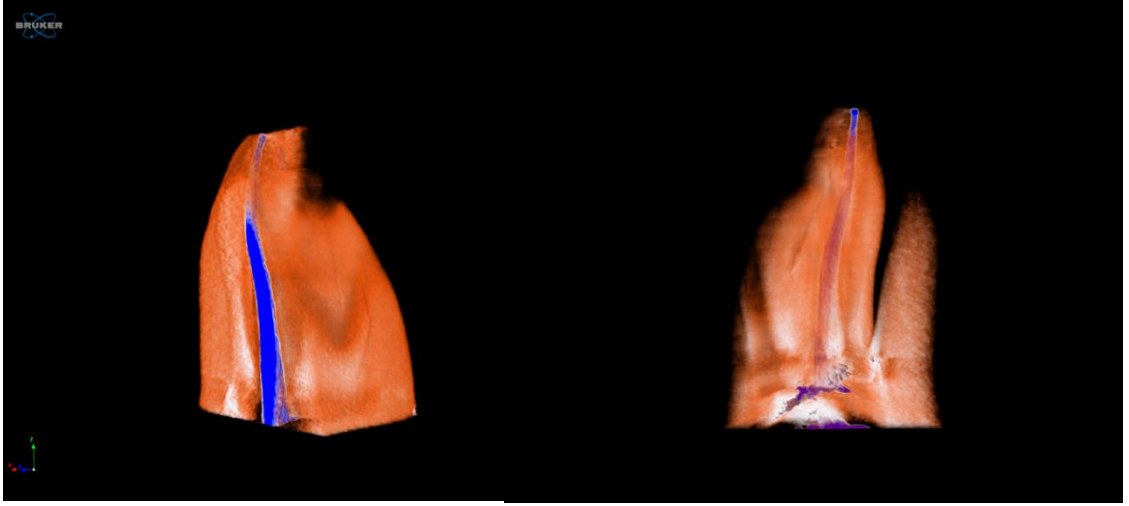
Tüm görüntüler, 10 yıllık Mikro-BT deneyimine sahip tek bir gözlemci tarafından değerlendirilmiş ve ölçülmüştür. Tüm ölçümler aynı gözlemci tarafından iki kez yapılmıştır.



Şekil 3.13. CTAn yazılımı ile retreatment öncesi kanal dolgu maddesinin hacminin hesaplanması



Şekil 3.14. CTAn yazılımı ile retreatment sonrası kanal dolgu maddesinin hacminin hesaplanması



Şekil 3.15. Retreatment öncesi ve sonrası oluşturulan 3 boyutlu örnek modeller

3.7. Retreatment Süresi

İlk aletin kullanılmaya başlamasından, çalışma boyuna ulaşana kadar geçen süre kronometre ile ölçülmüştür. Bu süre 'apekse ulaşmak için geçen süre (T1)' olarak adlandırılmıştır. İrrigasyon prosedürü ve alet değişimi sırasında geçen süre, bu süreye dahil edilmemiştir.

İlk aletin kullanılmaya başlamasından, kanal duvarlarında gutta-perka ve pat artıkları kalmayana kadar yapılan eğeleme için geçen süre kronometre ile ölçülmüştür. Bu süre 'tüm kanal dolgusunun sökümü için geçen süre (T2)' olarak adlandırılmıştır. İrrigasyon prosedürü ve alet değişimi sırasında geçen süre, bu süreye dâhil edilmemiştir.

3.8. İstatiksel Analiz

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizi Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Biyometri ve Genetik Anabilim Dalı'nda yapılmıştır.

Çalışmanın sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde R studio paket programı kullanılmıştır (R Core Team, 2019. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing).

Çalışmanın istatistik analizinde, rezidüel kök kanal dolgusu hacmi değerleri parametrik testlerin ön şartlarını (normal dağılım ve grupların varyanslarının homojenliği) sağladığından dolayı tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) ile değerlendirilmiştir ($p>0.05$). Hangi grup ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ise % 5 önem düzeyinde Tukey HSD Testi ile değerlendirilmiştir.

Rezidüel kök kanal dolgusu yüzdesi (%), T1 ve T2 değerleri ise parametrik testlerin ön şartlarını sağlamadığı ($p<0.05$) için Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. Hangi grup ortalamaları arasında istatistiksel farkın olduğu Bonferroni Dunn çoklu karşılaştırma testi ile ortaya konulmuştur.

Tüm verilerin değerlendirilmesinde % 5 önem seviyesi ($p=0.05$) ve % 95 güven aralığı uygulanmıştır.

4. BULGULAR

Reciproc R25, ProTaper Universal, R-Endo, XP-Endo ve El Egesi gruplarının rezidüel kök kanal dolgusu hacmi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.1).

Reciproc R25 grubunun rezidüel kök kanal dolgusu hacmi ortalaması ProTaper Universal, XP-Endo ve El Egesi gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

R-Endo grubunun rezidüel kök kanal dolgusu hacmi ortalaması ProTaper Universal, XP-Endo ve El Egesi gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

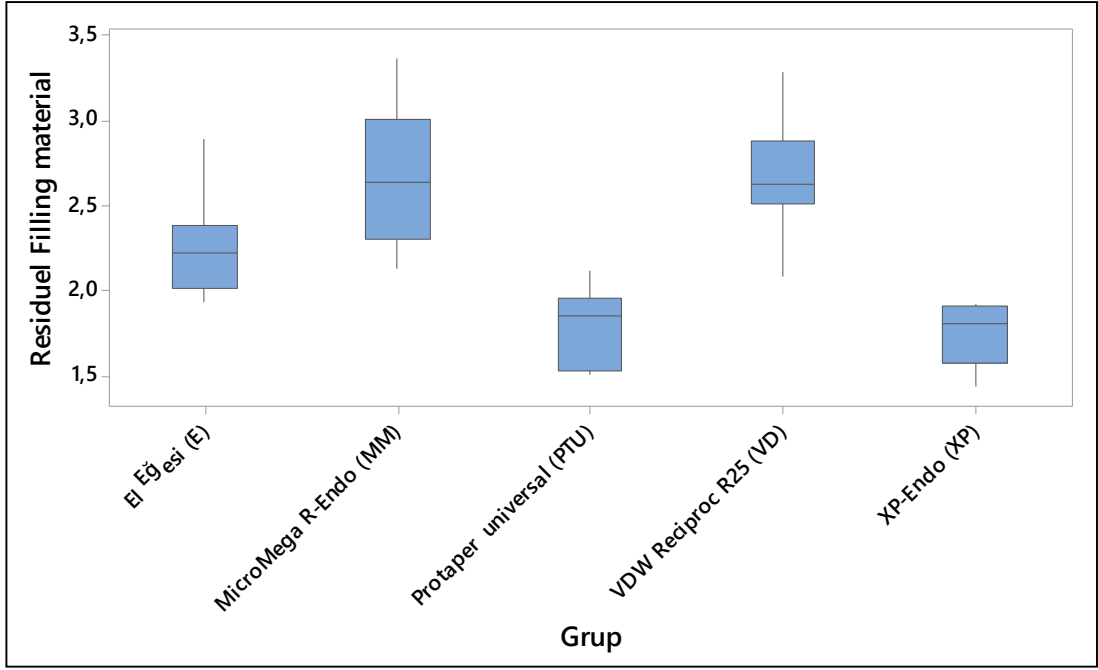
El Egesi grubunun rezidüel kök kanal dolgusu hacmi ortalaması ProTaper Universal ve XP-Endo gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Tablo 4.1. Rezidüel kök kanal dolgusu hacmi ortalamaları için istatistikler ve Tukey HSD ve Bonferroni Dunn çoklu karşılaştırma sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca
ProTaper Universal	11	1,5010	2,1145	1,8172±0,0657 ^C	0,2178	1,8527
Reciproc R25	12	2,0797	3,2872	2,6659±0,0969 ^A	0,3356	2,6257
R-Endo	12	2,133	3,371	2,665±0,119 ^A	0,412	2,636
XP-Endo	12	1,4365	1,9230	1,7570±0,0495 ^C	0,1715	1,8082
El Egesi	11	1,9316	2,8955	2,251±0,0805 ^B	0,2670	2,2204

$p<0,001$



Şekil 4.1. Rezidüel kök kanal dolgusu hacmi ortalamaları (mm³)

Reciproc R25, ProTaper Universal, R-Endo, XP-Endo ve El Egesi gruplarının rezidüel kök kanal dolgu maddesi yüzdesi (%) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p < 0.05$) (Tablo 4.2).

R-Endo grubunun rezidüel kök kanal dolgu maddesi yüzdesi (%) ortalamaları ProTaper Universal, XP-Endo ve El Egesi gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$).

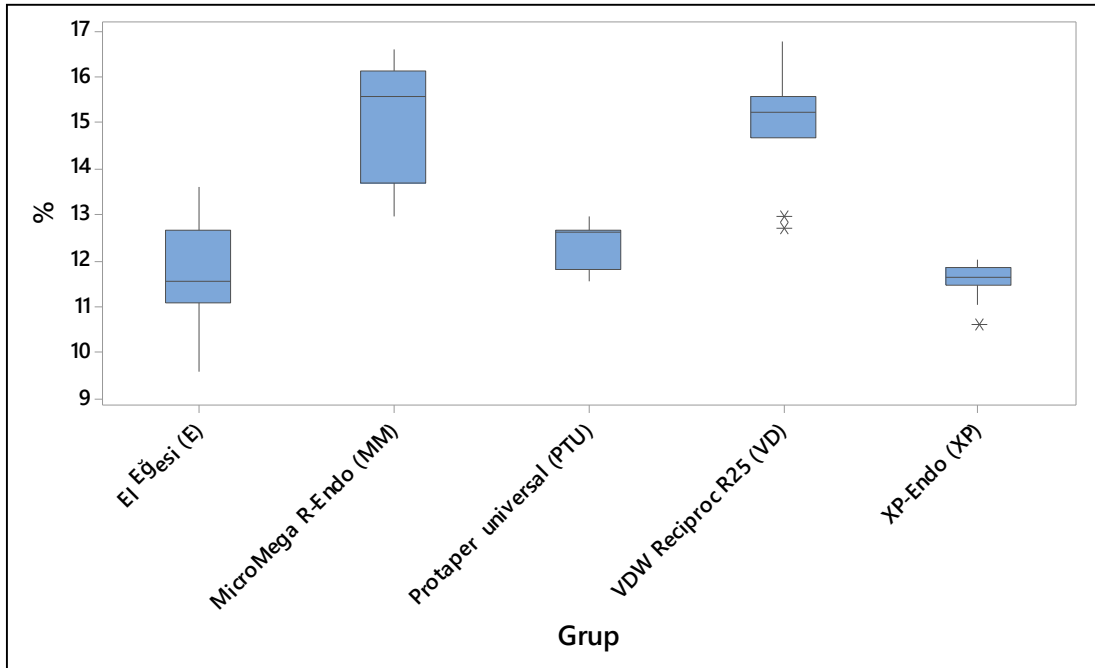
Reciproc R25 grubunun rezidüel kök kanal dolgu maddesi yüzdesi (%) ortalamaları ProTaper Universal, XP-Endo ve El Egesi gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$).

Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 4.2. Rezidüel kök kanal dolgu maddesi yüzdesi (%) ortalamaları için istatistikler ve Tukey HSD ve Bonferroni Dunn çoklu karşılaştırma sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca
ProTaper Universal	11	11,517	12,940	12,286±0,155 ^C	0,515	12,601
Reciproc R25	12	12,680	16,780	14,978±0,337 ^A	1,167	15,213
R-Endo	12	12,967	16,587	15,041±0,387 ^A	1,340	15,560
XP-Endo	12	10,586	11,985	11,550±0,114 ^C	0,395	11,625
El Eğesi	11	9,553	13,580	11,772±0,359 ^B	1,192	11,553

p<0,001



Şekil 4.2. Rezidüel kök kanal dolgu maddesi yüzdesi (%)

Reciproc R25, ProTaper Universal, R-Endo, XP-Endo ve El Eğesi gruplarının Apeks Ulaşma Zamanı (T1) ve Tüm Dolgunun Söküm Zamanı (T2) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.3, 4.4).

El Eğesi grubunun T1 ve T2 değeri Reciproc R25, ProTaper Universal, R-Endo ve XP-Endo gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

R-Endo grubunun T1 ve T2 değeri, Reciproc R25, ProTaper Universal ve XP-Endo gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

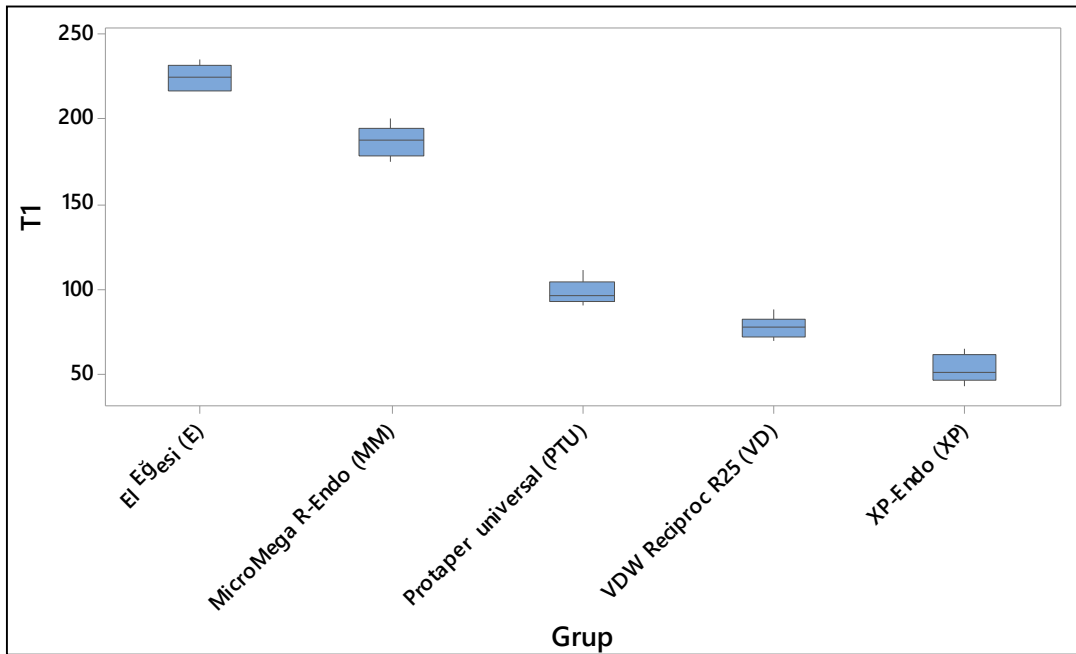
ProTaper Universal grubunun T1 ve T2 değeri Reciproc R25 ve XP-Endo gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Reciproc R25 grubunun T1 ve T2 değeri XP-Endo grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 4.3. Apeks Ulaşma Zamanı (T1) ortalamaları için istatistikler ve Tukey HSD ve Bonferroni Dunn çoklu karşılaştırma sonuçları

Eğesi	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca
ProTaper Universal	11	90,00	111,00	111,00 ^A	6,93	96,00
Reciproc R25	12	69,00	88,00	88,00 ^B	6,27	77,50
R-Endo	12	175,00	201,00	201,00 ^C	8,52	188,00
XP-Endo	12	43,00	65,00	65,00 ^D	7,91	51,00
El Eğesi	11	216,00	236,00	236,00 ^E	7,52	225,00

$p<0,001$

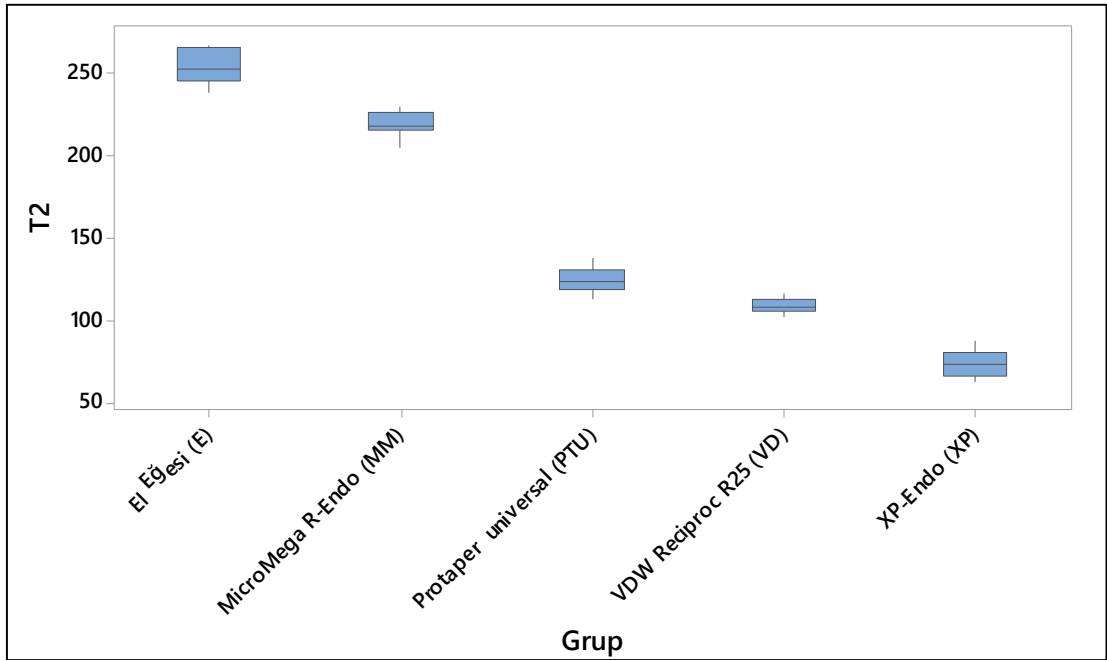


Şekil 4.3. Apeks Ulaşma Zamanı (T1) ortalamaları (saniye)

Tablo 4.4. Tüm Dolgunun Söküm Zamanı (T2) ortalamaları için istatistikler ve Tukey HSD ve Bonferroni Dunn çoklu karşılaştırma sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca
ProTaper Universal	11	112,00	137,00	124,18±2,32 ^A	7,68	123,00
Reciproc R25	12	102,00	116,00	108,50±1,20 ^B	4,15	108,00
R-Endo	12	204,00	230,00	218,42±2,24 ^C	7,77	217,50
XP-Endo	12	62,00	87,00	73,33±2,40 ^D	8,32	73,00
El Eğesi	11	238,00	267,00	252,82±3,14 ^E	10,43	252,00

p<0,001



Şekil 4.4. Tüm Dolgunun Söküm Zamanı (T2) ortalamaları (saniye)

5. TARTIŞMA

Cerrahi olmayan kök kanal tedavisinin yüksek başarı oranıyla öngörülebilir bir tedavi olduğu gösterilmiştir.¹⁷¹ Başarısızlık durumunda cerrahi olmayan yeniden tedavi (endodontik retreatment) genellikle ilk tedavi seçeneği olarak kabul edilir.¹⁷² Cerrahi olmayan retreatment genellikle endodontik başarısızlıklar için ilk tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir. Retreatmentın birincil amacı kök dolgu materyallerinin kanallardan uzaklaştırılmasıdır. Bu, apikal periodontitisten sorumlu debris ve mikroorganizmaları uzaklaştırmak için kanal aletlerinin ve irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini arttırmaktadır.¹⁴²

İlk kez yapılan kök kanal tedavisinin yüksek derecede başarı ile öngörülebilir bir prosedür olduğu gösterilmiş olmasına rağmen, tedaviden sonra başarısızlıklar ortaya çıkabilmektedir. Son yıllarda yapılmış olan çalışmalarda, ilk kez yapılan kanal tedavisi için % 14-% 16 oranında başarısızlık bildirilmiştir.^{173,174}

Torabinejad ve ark.'nın yaptığı çalışmada, endodontik cerrahi ile cerrahi olmayan retreatment karşılaştırıldığında, aynı takip dönemindeki cerrahi olmayan retreatmentta (% 70.9) kıyasla 2-4 yılda endodontik cerrahi (% 77.8) için önemli ölçüde daha yüksek başarı oranı bulunmuştur. Bununla birlikte, 4-6 yılda, bu ilişki tersine dönmüş ve cerrahi olmayan retreatment (% 83,0) endodontik cerrahiye (% 71,8) kıyasla daha yüksek bir başarı oranı göstermiştir.¹⁷³

Apikal periodontitisi olmayan dişlerde ilk yapılan kanal tedavisinin veya ortograd retreatmentın başarılı olma olasılığı % 92 ila % 98 arasındadır. Apikal periodontitisli dişlerin ilk kanal tedavisi veya retreatmenttan sonra tamamen iyileşme olasılığı % 74 ila % 86 ve zamanla fonksiyonel olma olasılığı % 91 ila % 97'dir. Bu nedenle, primer kanal tedavisi ile ortograd retreatment arasında sonuçta sistematik bir fark yok gibi

görülmektedir. Apikal periodontitisli dişlerin apikal cerrahi sonrası tamamen iyileşme olasılığı % 37-8 arasındadır. Bununla birlikte, tam iyileşme şansı daha düşük olsa bile, dişlerin zamanla fonksiyonel olma ihtimali % 86 ila % 92'dir.¹⁷⁵

Önceki kök kanal dolgusunun tamamen ve güvenli bir şekilde uzaklaştırılması, cerrahi olmayan endodontik retreatment tedavisinin başarısı için çok önemlidir.¹⁷⁶ Bununla birlikte, özellikle kurvatuürlü kanallarda dolgu uzaklaştırılırken apikal transportasyon meydana gelebilir ve bu durum yeterli temizliği, dezenfeksiyonu ve yeniden doldurmayı zorlaştırabilir. Ek olarak apikal transportasyon, irrigasyon solüsyonu, debris ve dolgu malzemelerinin apikal ekstrüzyonuna neden olabilir.¹⁷⁷

Dolgu materyalinin maksimum düzeyde uzaklaştırılması, ardından uygun preparasyon ve doldurma, cerrahi olmayan endodontik retreatment tedavisinin başarısı için çok önemlidir.⁴ Bununla birlikte, retreatment tedavilerinin başarı oranındaki farklılıklar, diş tipi, kanalların anatomik karmaşıklığı ve dolgu materyali uzaklaştırma ve kök kanal preparasyonu için kullanılan teknikler gibi çeşitli faktörlerle ilişkilendirilebilir.¹⁷⁸

Yeniden tedavi prosedüründe, kök kanal sisteminin kapsamlı bir şekilde yeniden enstrümantasyonu, dezenfekte edilmesi ve yeniden doldurulması için önceki dolgu malzemesinin tamamen uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu nedenle ideal bir kanal dolgu malzemesinde olması gereken özelliklerden biri de gerektiğinde kanaldan kolayca uzaklaştırılabilmesidir.¹⁷⁹ Kök kanal dolguları, periapikal ortam ile kök kanal boşluğu arasındaki geçişe izin vermemekte, kök kanal sisteminin yeniden mikrobiyal kolonizasyonunu önlemekte ve uzun vadeli başarıyı sağlamaktadır.

Standart kök dolgusu, kök kanal patı ile bir kor malzemesinin (genellikle gutta-perka) birleşiminden oluşmaktadır.¹⁸⁰ Kök kanalının dolumu için en yaygın olarak kullanılan materyal, kök kanal patı ile birlikte gutta-perkadır.¹⁸¹ Epoksi rezin esaslı kök

kanal patları, mükemmel fizikokimyasal¹⁸² ve antimikrobiyal özellikleri¹⁸³ nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Daha yakın zamanlarda, kalsiyum silikat bazlı kök kanal patları, biyouyumluluk ve biyoaktivite gibi avantajları nedeniyle piyasaya sürülmüş ve popülerlik kazanmıştır.¹⁸⁴ Soğuk lateral kondensasyon, dünya genelinde en yaygın olarak öğretilen ve uygulanan dolgu tekniğidir ve uygulanması nispeten basittir.¹⁸⁰

Çalışmamızda klinik uygulamayı yansıtmaları için dolum materyali olarak gutta-perka ve AH Plus kök kanal patı kullanılmıştır. Ayrıca, mevcut çalışmalarda hiçbir çözücü kullanılmamıştır çünkü yumuşatılmış gutta-perka kanal düzensizliklerine itilebilir ve bu da uzaklaştırılmasını daha zor hale getirebilmektedir.¹⁸⁵

AH Plus, iyi sızdırmazlık ve adezyon yeteneği ve düşük çözünürlüğü nedeniyle yaygın olarak kullanılan epoksi rezin içerikli bir kök kanal patıdır.¹⁸⁶ Bu olumlu özellikleri nedeniyle çalışmamızda kök kanal patı olarak AH Plus kullanılmıştır. Kullanılan doldurma tekniği ve retreatment tekniği ne olursa olsun, daha önce yayınlanmış hiçbir çalışmada epoksi rezin içerikli kök kanal patlarının tamamen kanaldan uzaklaştırılması sağlanamamıştır.^{12,187}

Retreatment işlemi için el eğeleri, nikel-titanyum döner eğeler, çözücüler, ısı, ultrasonik ve lazerler önerilmiştir.^{12,188} Bununla birlikte, bu tekniklerin hiçbirinin kök kanalındaki tüm dolgu malzemesini tamamen uzaklaştırıpmediği bildirilmiştir.¹⁸⁹

Özellikle kurvatürlü kök kanallarında, retreatment daha zor olmakta ve kök kanal anatomisinde değişiklikler veya alet kırığı gibi işlemsel hataların meydana gelmesi düz kanallara göre daha olasıdır⁵. Bu nedenlerle, kök dolgu malzemelerinin uzaklaştırılması için çeşitli teknikler geliştirilmiştir.¹⁹⁰

Ni-Ti eğeleri, kanalda daha az transportasyon ve merkezden sapma insidansı ile kanal preparasyonunun kökün merkezinde olmasını sağlayan süper elastik özelliğine sahiptir. Ayrıca, konik preparasyon irrigasyonu kolaylaştırır. Bu eğeler, crown-down ve

sürekli reaming hareketi nedeniyle daha büyük bir kesme verimliliğine sahiptir. Sonuç olarak, kanalda daha az düzleştirme ve daha az miktarda apikal ekstrüzyonu sağlamakta ve daha yuvarlak kök kanal preparasyonları elde edilmektedir. Ancak artan esnekliklerine rağmen, Ni-Ti eğelerinde kırılma hala bir endişe kaynağıdır.¹⁴¹

Kurvatuürlü şekillerinden dolayı maksiller molar dişlerin bukkal kanallarında dolgu malzemesinin uzaklaştırılması ve enstrümantasyon, palatinal kanal gibi düz kanallara göre daha zordur. Ayrıca, eğimli kanallarda kök kanal morfolojisinde değişiklikler ve eğe distorsiyonu veya kırılması daha olasıdır.¹⁹⁰ Çok köklü dişler karmaşık bir anatomiye sahiptir ve başarılı endodontik tedavi için daha büyük bir zorluk teşkil eder ve bu da nihayetinde yeniden tedaviyi gerektirebilir.¹⁹⁰

Mandibular molarların mesiobukkal kök kanalları, mesiolingual kanallara göre daha belirgin eğriliğe sahip karmaşık kök kanal anatomileri nedeniyle seçilmiştir.¹⁹¹ Bu çalışmada, benzer mesiobukkal kök kanal anatomisine sahip mandibular molar dişler radyografik görüntüler kullanılarak seçilmiştir. Ayrıca, kurvatuürlü kanallarda dolgu materyalinin tekrar tedavi sırasında uzaklaştırılması daha zordur.¹⁵ Böylece çalışmamıza dâhil edilen dişler, Schneider yöntemine göre belirlenen, 20 ile 40° arasında bir eğrilik derecesine sahip kökleri olan dişlerden seçilmiştir.¹⁶⁹

Retreatment işleminden sonra ProTaper Next X3 eğeleriyle ek apikal preparasyon gerçekleştirmiş ve standardizasyon sağlanmıştır. Roggendorf ve ark., kök kanallarının kök kanal preparasyonu için kullanılan son aletten iki boyut daha büyük olacak şekilde genişletilmesi durumunda dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında 10-20 kat artış bildirmişlerdir. Ayrıca daha fazla apikal genişletme, etkili irrigasyon için yeterli alan yaratabilir ve kalan dolgu malzemesi miktarını azaltabilir.¹⁹²

Yaptığımız çalışmada, daha önceki çalışmalara¹⁹³ benzer şekilde kalan dolgu materyali miktarını azaltmak ve etkili irrigasyon için yeterli alan yaratmak amacıyla ilk preparasyon boyutundan (#25) bir boy büyük (#30) apikal preparasyon yapılmıştır.

Kök kanallarının yeniden tedavisinde en etkili ve hızlı tekniğin seçimi klinisyen için çok önemlidir. Kök kanalında dolgu malzemesinin varlığı yeniden yapılan kök kanal tedavisinin başarısız olmasına neden olabilir. Bu nedenle yaptığımız bu çalışmada mikro-BT yardımı ile 4 farklı retreatment döner eğe sistemi ve Hedstrom tipi el eğeleri kullanılarak kök kanal dolgu malzemelerinin uzaklaştırılma etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Rezidüel kök kanal dolgusunun değerlendirilmesi, daha önceki çalışmalarda radyografik inceleme veya fotoğrafik veya mikroskobik analizden önce uzunlamasına kesit alınması teknikleri kullanılarak yapılmıştır. Bu iki boyutlu görüntüleme tekniklerinin eksiklikleri nedeniyle, rezidüel materyal hacmini hesaplamak için üç boyutlu mikro-BT taraması son zamanlarda kullanılmıştır.⁵ Yaptığımız çalışmada da örneklerin incelenmesi Mikro-BT kullanılarak yapılmıştır. Diğer değerlendirme yöntemleriyle karşılaştırıldığında, Mikro-BT'nin avantajı, dolgu malzemesinin hacminin örneklerde herhangi bir zarar oluşturmadan 3 boyutlu ölçülmesine ve retreatment işleminden sonra kalan malzemenin yüzde hacminin matematiksel olarak hesaplanmasına izin vermesidir.¹⁹⁴

Mikro-bilgisayarlı tomografinin dolgu malzemesinin uzaklaştırılmasını test etmek için altın standart olduğu gösterilmiştir.¹⁴⁶ Kökü ikiye ayırarak incelemek gutta-perkanın bir kısmının kaybına neden olabileceken bu yöntemde madde kaybı olmaksızın kalan kök kanal dolgu malzemesi 3 boyutlu olarak hesaplanabilmektedir.¹⁴⁶

Önceki çalışmalar, yaygın olarak kullanılan retreatment tekniklerinin çoğunun, gutta-perka ve kök kanal patının kök kanallarından tamamen uzaklaştırılmadığını

göstermiştir.^{14,195} Marques da Silva ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, örneklerin % 95'inde rezidüel dolgu malzemesi bulunduğunu ve sadece 5 dişte tamamen uzaklaştırıldığını bulmuşlardır.¹⁴²

Abramovitz ve arkadaşları mandibular molarların mesial köklerinin kurvatürlü kanallarında ProTaper Universal retreatment eğeleri kullanmışlar ve periapikal radyografi ile değerlendirme sonucunda apikal bölgede çok miktarda rezidüel kök dolgu maddesi bulunduğunu göstermişlerdir.¹⁹⁶

Kök kanallarından dolgunun uzaklaştırılması için el aletleri yaygın olarak kullanılmaktadır ancak bu aletler ile yapılan retreatment zaman alıcıdır ve sınırlı sonuçlar sunmaktadır.¹⁹⁶ Çalışmamızda da el eğesi grubunun apekse ulaşma zamanı ortalamaları ve tüm dolgunun söküm zamanı ortalamaları Reciproc R25, ProTaper Universal (PTU), R-Endo, XP-Endo gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

El aletlerinin gutta-perkaya penetre olmasını kolaylaştırmak ve kurvatürlü kök kanallarında manuel retreatment tekniği uygulanırken basamak ya da perforasyonu önlemek için çözücülerin kullanılması önerilmektedir.¹⁹⁸ Ancak çözücülerin kullanılması genellikle kanal duvarlarındaki yumuşamış dolgunun dentin tübüllerine penetre olmasına neden olmakta, bu da dolgunun uzaklaştırılmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle kök kanal duvarlarında daha fazla miktarda dolgu malzemesi kalmaktadır.¹⁸⁵ Bununla birlikte bazı çalışmalar, gutta-perkanın, oluşan sürtünme nedeniyle plastikleşmesi ve çalışma boyuna kolayca ulaşılabilmesi nedeniyle, döner aletlerle yapılan retreatment sırasında çözücü kullanılmasına gerek olmadığını ileri sürmüşlerdir.^{197,199} Geleneksel olarak kloroform, gutta-perkayı hızla çözme kabiliyeti nedeniyle popüler bir çözücü olarak kullanılmıştır. Ancak Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı tarafından bildirildiği üzere kanserojen doğası nedeniyle kloroform kullanımı durdurulmuştur.²⁰⁰ Bu nedenlerle çalışmamızda gutta perka çözücü solventler kullanılmamıştır.

Literatür incelendiğinde resiprokal hareket ile çalışan aletler, kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır. Reciproc ve Reciproc Blue'nun etkili olduğu gösterilmiştir.²⁰¹

Son zamanlarda, XP-Endo Finisher eğesinin kullanımının dolgu malzemelerinin uzaklaştırılma etkinliğini iyileştirdiği bildirilmiştir.²⁰² Küçük kor yapısı (25 boyutunda, tapersız) ve şekil hafıza etkisi, bu eğenin vücut sıcaklığında bir kaşık şekline dönüşmesini sağlar. Bu şekilde, XP-Endo Finisher eğesi, kök kanal duvarlarıyla temas ederken irrigasyon solüsyonu içinde türbülans etkisi yaratabilir.²⁰³

Üreticinin XP-Endo Finisher R eğesi ile çalışılırken solvent kullanma önerisine rağmen, mevcut çalışmamızda deneysel koşulları standartlaştırmak için kullanılmamıştır. Çözücü kullanımının XP-Endo Finisher R kullandıktan sonra kalan dolgu malzemesi miktarı üzerindeki etkisi bilinmemekle birlikte, çözücülerin kök kanal duvarlarında yumuşamış bir gutta-perka tabakası oluşturabileceğini belirtmekte fayda vardır. Bu da gutta-perkanın tamamen uzaklaştırılmasını zorlaştırmakta ve çalışma zamanını uzatmaktadır.¹⁴⁶

Fariniuk ve ark.²⁰⁴ PTU eğelerinin kök kanal dolgusunu uzaklaştırmada el eğesi grubuna göre daha etkili olduğunu bildirmiştir. Bu sonuç, kök kanal anatomisi, kullanılan aletlerin özellikleri ve Ni-Ti döner aletlerin, kök kanal duvarlarını fırçalamak için tasarlanmış olması nedeniyle elde edilmiş olabilir.

Taşdemir ve ark.²⁰⁵ ve Bramante ve ark.⁸ tarafından yapılan araştırmalar ProTaper, ProTaper Universal retreatment eğeleri ve Mtwo Ni-Ti döner enstrümantasyon sisteminin obtürasyon materyalinin uzaklaştırılmasında el eğelerine göre daha hızlı ve daha verimli olduğunu göstermiştir.

Bizim çalışmamıza benzer şekilde Das ve ark.¹⁴² PTU ve R-Endo eğelerini kullanarak yaptıkları çalışmada mikro tomografi incelemesi sonucunda PTU eğelerinin

R-Endo eğelerine kıyasla retreatment etkinliklerinin daha iyi olduğunu bulmuşlardır.¹⁴¹ ProTaper Universal retreatment eğelerinin kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında R-Endo eğelerine göre daha etkili olmasının, R-Endo eğelerine kıyasla daha geniş bir iç alan (internal area) oluşturan dışbükey üçgen kesitinden kaynaklandığı düşünülmektedir.¹⁴²

Rödig ve ark.⁵ kurvatürlü köklere sahip 60 adet molar dişte PTU, Reciproc 25 ve Hedstrom eğelerinin etkinliklerini Mikro-BT kullanarak değerlendirmişlerdir. Dişlerin uzunluğu çalışmamızda olduğu gibi dekorone edilerek 18 mm lik boyda sabitlenmiştir. Apikal genişletme FlexMaster eğesi ile (30.02) tamamlanmıştır. Dişler lateral kondensasyon tekniği ile doldurulmuştur. Retreatment sonrası apikal genişletme şu şekilde yapılmıştır: Hedstrom grubu #40 numara H tipi el eğesi ile, Reciproc grubu R40 (40.06) eğesi ile, PTU grubu ProTaper F4 (40.06). Tüm retreatment gruplarında kök kanallarında rezidüel kök kanal dolgusu varlığı saptamışlardır ancak istatistiksel olarak gruplar arasında fark bulunmamıştır. Kalan rezidüel kök kanal dolgusu yüzdeleri PTU grubunda % 6.4, Hedstrom eğeleri grubunda %5.1, R25 grubunda %8.3 olarak bulunmuştur.⁵ Bizim çalışmamızda ise PTU grubunda % 12.29, Hedstrom eğeleri grubunda %11.77, R25 grubunda %14.98 olarak bulunmuştur. Bu farklılık retreatment sonrası apikal genişletmenin #40 boyutuna kadar gerçekleştirilmesinden kaynaklanıyor olabilir. Aynı çalışmada hem apekse ulaşma süreleri (T1) hem de tüm dolgunun uzaklaştırılma süreleri (T2) PTU ve R25 grupları arasında farklı bulunmamıştır. Ancak Hedstrom eğeleri grubunun T1 ve T2 süresi bu iki gruptan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.⁵ Buna karşın yaptığımız çalışmada T1 ve T2 süreleri PTU, R25 ve Hedstrom grupları arasında anlamlı derecede farklı bulunmuştur. T1 ve T2 süresi çoktan aza doğru Hedstrom, PTU ve R25 olarak sıralanmaktadır. Bu farklılık Reciproc eğesinin

M-Wire alaşımından üretilmiş olması nedeniyle artmış esnekliğinden kaynaklanıyor olabilir.

De-Deus ve arkadaşlarının²⁰¹ mandibular keser dişler üzerinde yaptığı çalışmada XP-Endo Shaper eğesi, kök dolgusunun uzaklaştırılmasında Reciproc Blue eğesine göre üstünlük göstermiştir. Bu üstünlüğün, XP-Endo Shaper'ın yılan şeklindeki tasarımı ve Reciproc Blue (# 25) ile karşılaştırıldığında daha büyük apikal boyut preparasyonu (# 27-30 arasında) ile açıklanabileceği düşünölmektedir. Yine aynı çalışmada R25 eğesi ve XP-Endo Shaper eğesinin kök kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinlikleri arasında fark olmadığı bildirilmiştir. Bizim alışmamızda ise XP-Endo Shaper ve sonrasında kullanılan XP-Endo Finisher R eğesi, R25 grubuna göre anlamlı derece daha etkili olarak bulunmuştur. Bunun nedeni, XP-Endo Shaper eğesinden sonra retreatment için özel olarak üretilen XP-Endo Finisher R eğesinin kullanılması olabilir.

Fenoul ve ark.'nın¹¹ R-Endo ve paslanmaz elik Hedstrom el eğeleri ile yaptıkları çalışmada, kök kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinlikleri arasında fark olmadığı gösterilmiştir. Ancak R-Endo ile çalışma boyuna ulaşma ve dolgunun tamamen uzaklaştırılması için gereken sürenin Hedstrom eğelerine göre daha kısa olduğu bildirilmiştir.

Nasiri ve ark.²⁰⁶ mandibular molar dişlerin distal köklerinde yaptıkları çalışmada kanalı #25 boyutuna kadar prepare etmişler ve lateral kondensasyon tekniği ile gutta-perka ve AH plus kök kanal patı kullanarak kanalı doldurmuşlardır. Dişlere Mtwo R, D-RaCe, ProTaper Universal ve R-Endo eğeleri ile retreatment işlemi uygulamışlardır. Örnekleri stereomikroskop ile incelemişler ve dört grup arasında rezidüel kök kanal dolgusu hacimleri arasında istatikselsel olarak anlamlı fark olmadığını bildirmişlerdir.²⁰⁶ Bizim alışmamızda ise R-Endo grubunda PTU grubuna kıyasla rezidüel kök kanal dolgusu hacmi daha yüksek bulunmuştur. Yine aynı şekilde dört grubun retreatment

süreleri arasında fark bulunmamıştır. R-Endo eğelerinin üreticisi, eğelerin eşit aralıklı üç kesme kenarına sahip olması, radyal alan ve aktif uca sahip olmaması nedeniyle bu eğelerin retreatment işlemi için özel olarak tasarlandığını bildirmiştir. Taşdemir ve ark.²⁰⁵ düz kök kanallarında dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında R-Endo eğeleri ve Hedstrom eğelerinin benzer etkinliğe sahip olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Gergi ve Sabbagh, kurvatürlü kök kanallarında, R-Endo ve Hedstrom eğeleri arasında önemli bir fark olmadığını bildirmiştir.¹⁵² Bizim çalışmamızda ise R-Endo grubunun retreatment süresi ortalamaları VDW Reciproc R25, ProTaper Universal ve XP-Endo gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

Gu ve arkadaşlarının⁴ çalışmasında, düz kök kanallarında ProTaper Universal retreatment eğelerinin iyi performansı, D1, D2 ve D3 eğelerinin artan konikliğine ve uzunluk tasarımına bağlanmıştır. Bu özelliklerin, retreatment eğelerinin kök dolgusunun uzaklaştırılması sırasında sadece gutta-perkayı değil aynı zamanda yüzeysel dentin tabakasını da kesmesini sağlayabileceğini belirtmişlerdir.

Reddy ve ark.'nın²⁰⁷ mandibular premolar dişler üzerinde stereomikroskop ile PTU, R-Endo ve Hedstrom eğelerini kullanarak yaptıkları çalışmada, ProTaper Universal sistemi kök dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında Hedstrom eğelerinden daha etkili olmasına rağmen, R-Endo sisteminden daha az etkili olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise PTU eğelerinin hem Hedstrom hem de R-Endo eğelerinden daha etkili olduğu görülmüştür. Bu farklılık kullanılan dişlerin farklı anatomik özellikleri ve inceleme yönteminden kaynaklanabilir. Bazı araştırmacılar PTU eğelerinin kesitsel tasarımının, aletlerin büyük miktarlarda gutta-perkanın uzaklaştırılmasını sağladığını düşünürken¹⁷⁸, bazıları ise yine aynı kesit tasarımı ve yüksek merkezleme yeteneğinin, eğelerin kök kanallarının tüm duvarlarına temas etmesini engellediğini ve bu durumun

dolgu materyalinin kök kanallarından tamamen uzaklaştırılamamasına neden olduğunu savunmaktadır.²⁰⁷

Akpınar ve ark.²⁰⁸ R-Endo ve Hedstrom eğelerini kullandıkları çalışmalarında eğelerin kök kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinlikleri arasında fark bulamamışlardır. Ancak bizim çalışmamızda Hedstrom grubu, R-Endo grubuna göre anlamlı derecede etkili bulunmuştur. Hedstrom eğeler ile yapılan çevresel eğeleme bu sonucun ortaya çıkmasında etkili olmuş olabilir.

Bago ve ark.,²⁰⁹ 45 adet mandibular birinci premolar dişte ProTaper Universal, Reciproc 40 ve Reciproc Blue 40 eğelerinin retreatment etkinliklerini Mikro-BT kullanarak değerlendirmişlerdir. Apikal genişletme ProTaper Next X3 eğesi ile tamamlanmıştır. Dişler AH Plus kullanılarak lateral kondensasyon tekniği ile doldurulmuştur. PTU, Reciproc 40 ve Reciproc Blue 40 eğeleri ile retreatment işlemi gerçekleştirilmiştir. Retreatment sonrası sadece PTU grubunda apikal genişletme PTN X4 eğesi ile yapılmıştır. Mikro-BT ile yapılan değerlendirme sonrası tüm gruplarda kök kanallarında rezidüel kök kanal dolgusu varlığı saptamışlardır. Reciproc 40 eğesi, dolgu malzemesini Reciproc Blue 40 ve PTU sistemlerinden daha etkili bir şekilde uzaklaştırmıştır ve Reciproc Blue 40 ve PTU arasında önemli bir fark görülmemiştir. Bizim çalışmamızda ise PTU grubu Reciproc 25 eğesine göre daha etkili olarak bulunmuştur. Bunun nedenlerinden biri biz R25 kullanırken onların R40 eğesini kullanmaları olabilir. Bir diğer neden ise çalışmamızda standardizasyonu sağlamak amacıyla tüm gruplarda ProTaper Next X3 eğesi ile final genişletmesi yapmamız olabilir.

Çalışmamızda kök kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinliği açısından XP-Endo grubunun ProTaper Universal grubu hariç diğer gruplara kıyasla daha iyi olması, XP-Endo Finisher R eğesinin üretildiği, vücut sıcaklığında şekil değiştiren yenilikçi alaşım (MaxWire; FKG) ile açıklamışlardır. Bu sayede aletin hareketi sırasında eliptik kısmı

kanal anatomisinin neden olduğu dirençle sıkışır. Kanal boşluğu içinde eğenin şekli değiştikten sonra, aletin yarı aktif ucu ile dentin duvarlarını aşındırabileceği düşünölmektedir. Bu mekanik hareket, aletin ucunun, bazı ulaşılmaması zor alanlarda bile kök dolgu malzemesine dokunmasına ve kanal duvarlarından kök dolgu malzemesinin uzaklaştırılmasına izin verebileceği belirtilmiştir.²¹⁰

Kapasi ve ark.²¹¹ PTU, Hedstrom eğeleri, XP-Endo Shaper ve Finisher R eğeleri ile yaptıkları retreatment çalışmasında, XP grubunun diğer iki gruba kıyasla daha etkili olduğunu göstermiştir. Bu bulgular bizim çalışmamızla da uyumludur. PTU eğeleri, uç tasarımı, eğenin enine kesiti, taperı, üretildiği alaşım ve esneklik açısından XP-Endo sistemlerinden farklıdır. PTU eğelerinin negatif rake açısı, artan çekirdek çapı, büyük taperı ve konveks üçgen kesiti, onu daha az esnek hale getirerek dolgu materyalleri ile birlikte daha fazla kök dentini uzaklaştırmasını sağlamaktadır.¹⁸⁷ Kapasi ve ark.²¹¹ bu çalışmalarında retreatment süresini de kaydetmişlerdir. PTU eğeleri en hızlı olurken onu sırasıyla XP grubu ve Hedstrom eğeleri takip etmiştir.²¹¹ Bizim çalışmamızda ise Hedstrom grubu benzer şekilde en yavaş olurken, en hızlı grup XP-Endo grubu olmuştur. Bu farklılık kullanılan diş grubunun farklı olması, oval şekilli kök kanallarında çalışılması ve klinisyenin deneyimi gibi farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir.

Çalışmamızda ayrıca çalışma boyuna ulaşmak ve tüm dolgunun sökümü için gerekli süre de hesaplanmıştır. Tüm grupların hem apekse ulaşma Zamanı (T1) ortalamaları hem de tüm dolgunun uzaklaştırılma Zamanı (T2) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir. En yüksek süre Hedstrom grubunda iken en küçük süre XP grubunda bulunmuştur. Elde edilen T1 ve T2 değerleri çoktan aza sırasıyla Hedstrom, R-Endo, PTU, R25 ve XP-Endo şeklinde sıralanmıştır.

Fariniuk ve ark.²⁰⁴ mandibular premolar dişlerde ProTaper Universal retreatment eğeleri ve Hedstrom eğelerini kullanarak yaptıkları çalışmada Hedstrom grubunun hem

apex'e ulaşma hem de retreatment süresinin bizim çalışmamıza benzer şekilde PTU grubundan daha uzun olduğunu göstermişlerdir.

Topçuoğlu ve ark.²¹² PTU, R25, Hedstrom eğeleri ve D-RaCe eğeleri ile yaptıkları retreatment çalışmasında kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılması için gereken süreyi bizim çalışmamızdaki gibi bulmuştur. En uzun süre el eğesi grubunda iken onu PTU grubu takip etmiştir. En kısa süre ise Reciproc grubunda kaydedilmiştir.

Purba ve ark.¹³⁹ yaptıkları çalışmada retreatment süresini en uzundan en kısaya doğru sırasıyla, Hedstrom eğeleri, Mtwo R eğeleri, R-Endo eğeleri ve ProTaper Universal şeklinde bulmuşlardır. Bu bulgular bizim çalışmamız ile de örtüşmektedir.

Çalışmamızda el eğesi grubunda kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılması için gereken süre diğer gruplarınkinden fazladır. Bu bulgu birçok çalışma ile uyumludur. Hülsmann ve Bluhm²¹³, bu durumun muhtemelen döner eğenin rotasyonel hareketi nedeniyle gutta-perkanın plastikleşmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Yumuşamış olan gutta-perkaya eğelerin penetre olması ve çıkarılması daha kolaydır.²¹² Ayrıca el eğeleri ile çevresel eğeleme yapılmaktadır. Bu da işlem süresinin uzamasına neden olabilmektedir.

Mevcut çalışmalarda kullanılan alet ve tekniklerin hiçbirinin kök kanallarındaki rezidüel kök dolgu materyallerini tamamen uzaklaştırıpamadığı gösterilmiştir.^{210,214,215} Bu bulgu, bizim çalışmamız ile de uyumludur. Dolayısıyla bu durum, retreatment işlemini optimize etme ve geliştirme yeteneğine sahip yeni protokollerin ve araçların geliştirilmesine olan ihtiyacı doğrulamaktadır. Bu yeni tamamlayıcı yaklaşımların kök kanal tedavilerinin sonuçları üzerindeki etkisini değerlendirmek için daha fazla araştırma gereklidir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kök kanal dolgu maddelerinin uzaklaştırılması için ProTaper Universal Retreatment sistemi, Reciproc R25 eğesi, R-Endo Retreatment sistemi, XP-Endo Retreatment sistemi ve paslanmaz çelik hedstrom el eğeleri kullanılmıştır. Bu eğelerin kök kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinlikleri ve süreleri Mikro-BT cihazı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda;

Karşılaştırılan bütün eğeler kök kanalından dolgu malzemelerini tamamen uzaklaştıramamıştır.

Reciproc R25, ProTaper Universal, R-Endo, XP-Endo ve El Eğesi gruplarının rezidüel kök kanal dolgu hacmi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir.

Rezidüel kök kanal dolgu hacmi ortalamaları ve rezidüel kök kanal dolgu maddesi yüzdesi (%) ortalamaları en yüksek R-Endo grubunda iken en az XP-Endo grubunda bulunmuştur.

Reciproc R25, ProTaper Universal, R-Endo, XP-Endo ve El Eğesi gruplarının Apeks Ulaşma Zamanı (T1) ve Tüm Dolgunun Söküm Zamanı (T2) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir.

T1 ve T2 değerleri ise en yüksek el eğesi grubunda iken en az XP-Endo grubunda bulunmuştur. XP-Endo grubunun test edilen gruplar arasında mandibular molar dişlerin kurvatürlü kanallarının retreatmentı sırasında en hızlı retreatment sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kanal tedavisinin yenilenmesinde kök kanalından dolgu maddelerini uzaklaştırabilmek için çalışmamızda test edilen eğeler kullanılabilir. Ancak tüm dolgu

maddelerinin uzaklaştırılabilmesi için yeni teknikler ve eğelerin geliştirilmesi konusunda çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Alghamdi F, Alhaddad AJ, Abuzinadah S. Healing of Periapical Lesions After Surgical Endodontic Retreatment: A Systematic Review. *Cureus*. 2020;12(2):691-6.
2. Schirrmester JF, Wrbas KT, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig E. Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;101(4):542-7.
3. Keles A, Arslan H, Kamalak A, Akcay M, Sousa-Neto MD, Versiani MA. Removal of filling materials from oval-shaped canals using laser irradiation: a micro-computed tomographic study. *J Endod*. 2015;41(2):219-24.
4. Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XY. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *Int Endod J*. 2008;41(4):288-95.
5. Rodig T, Reicherts P, Konietzschke F, Dullin C, Hahn W, Hulsmann M. Efficacy of reciprocating and rotary Ni-Ti instruments for retreatment of curved root canals assessed by micro-CT. *Int Endod J*. 2014;47(10):942-8.
6. Alakabani TF, Faus-Llacer V, Faus-Matoses I, Ruiz-Sanchez C, Zubizarreta-Macho A, Sauro S, et al. The Efficacy of Rotary, Reciprocating, and Combined Non-Surgical Endodontic Retreatment Techniques in Removing a Carrier-Based Root Canal Filling Material from Straight Root Canal Systems: A Micro-Computed Tomography Analysis. *J Clin Med*. 2020;9(6).

7. Zuolo AS, Mello JE, Jr., Cunha RS, Zuolo ML, Bueno CE. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *Int Endod J.* 2013;46(10):947-53.
8. Bramante CM, Fidelis NS, Assumpcao TS, Bernardineli N, Garcia RB, Bramante AS, et al. Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. *J Endod.* 2010;36(11):1870-3.
9. Schafer E, Lohmann D. Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile--Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2002;35(6):505-13.
10. Rios Mde A, Villela AM, Cunha RS, Velasco RC, De Martin AS, Kato AS, et al. Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *J Endod.* 2014;40(4):543-6.
11. Fenoul G, Meless GD, Perez F. The efficacy of R-Endo rotary Ni-Ti and stainless-steel hand instruments to remove gutta-percha and Resilon. *Int Endod J.* 2010;43(2):135-41.
12. Bernardes RA, Duarte MAH, Vivan RR, Alcalde MP, Vasconcelos BC, Bramante CM. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *Int Endod J.* 2016;49(9):890-7.
13. Dadresanfar B, Iranmanesh M, Mohebbi P, Mehrvarzfar P, Vatanpour M. Efficacy of Two Rotary Ni-Ti Instruments in Removal of Resilon/Epiphany Obturants. *Iran Endod J.* 2012;7(4):183-8.

14. Khedmat S, Azari A, Shamshiri AR, Fadae M, Bashizadeh Fakhari H. Efficacy of ProTaper and Mtwo Retreatment Files in Removal of Gutta-percha and GuttaFlow from Root Canals. *Iran Endod J.* 2016;11(3):184-7.
15. Da Rosa RA, Santini MF, Cavenago BC, Pereira JR, Duarte MA, So MV. Micro-CT Evaluation of Root Filling Removal after Three Stages of Retreatment Procedure. *Braz Dent J.* 2015;26(6):612-8.
16. Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci.* 2009;1(4):177-88.
17. Glossary of Endodontic Terms, 10th ed. Chicago, AAE, 2020: 18.
18. Siren EK, Haapasalo MP, Ranta K, Salmi P, Kerosuo EN. Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. *Int Endod J.* 1997;30(2):91-5.
19. Stewart GG. The importance of chemomechanical preparation of the root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1955;8(9):993-7.
20. Tomson PL, Simon SR. Contemporary Cleaning and Shaping of the Root Canal System. *Prim Dent J.* 2016;5(2):46-53.
21. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. 1967. *J Endod.* 2006;32(4):281-90.
22. Tabassum S, Khan FR. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *Eur J Dent.* 2016;10(1):144-7.
23. European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J.* 2006;39(12):921-30.
24. Rubin LM, Skobe Z, Krakow AA, Gron P. The effect of instrumentation and flushing of freshly extracted teeth in endodontic therapy: a scanning electron microscope study. *J Endod.* 1979;5(11):328-35.

25. Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod.* 2002;28(11):779-83.
26. Ali MN, Hossain M, Nakamura Y, Matsuoka E, Kinoshita J, Matsumoto K. Efficacy of root canal preparation by Er,Cr:YSGG laser irradiation with crown-down technique in vitro. *Photomed Laser Surg.* 2005;23(2):196-201.
27. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with Ni-Ti rotary instruments: rationale, performance and safety. Status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent.* 2001;14(5):324-33.
28. Luiten DJ, Morgan LA, Baugartner JC, Marshall JG. A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. *J Endod.* 1995;21(1):26-32.
29. Hargreaves KM, Berman LH. *Cleaning and Shaping the Root Canal System* Cohen's Pathways of the Pulp. 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016 ;210.
30. Kerekes K, Tronstad L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod.* 1979;5(3):83-90.
31. Setzer FC, Boyer KR, Jeppson JR, Karabucak B, Kim S. Long-term prognosis of endodontically treated teeth: a retrospective analysis of preoperative factors in molars. *J Endod.* 2011;37(1):21-5.
32. Barbizam JV, Fariniuk LF, Marchesan MA, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. *J Endod.* 2002;28(5):365-6.
33. De Cleen MJ, Schuurs AH, Wesselink PR, Wu MK. Periapical status and prevalence of endodontic treatment in an adult Dutch population. *Int Endod J.* 1993;26(2):112-9.
34. Ashley M, Harris I. The assessment of the endodontically treated tooth. *Dent Update.* 2001;28(5):247-52.

35. Consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment. *Int Endod J.* 1994;27(3):115-24.
36. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjogren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998;85(1):86-93.
37. Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. *J Endod.* 1992;18(12):625-7.
38. WP S, EM S. Coronal leakage as a cause of failure in root canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol.* 1994;10:105-8.
39. Magura ME, Kafrawy AH, Brown CE, Jr., Newton CW. Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: an in vitro study. *J Endod.* 1991;17(7):324-31.
40. Lin LM, Rosenberg PA, Lin J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? *J Am Dent Assoc.* 2005;136(2):187-93.
41. Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Meyers J. A 5 yr clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. *J Endod.* 2005;31(4):262-4.
42. Chugal NM, Clive JM, Spangberg LS. Endodontic infection: some biologic and treatment factors associated with outcome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;96(1):81-90.
43. Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Ricucci D, Hulsmann M. Causes and management of post-treatment apical periodontitis. *Br Dent J.* 2014;216(6):305-12.
44. Cheung GS. Endodontic failures--changing the approach. *Int Dent J.* 1996;46(3):131-8.
45. Glossary of Endodontic Terms, 10th ed. Chicago, AAE, 2020: 30.

46. Nair PN, Sjogren U, Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod.* 1990;16(12):580-8.
47. Hargreaves KM, Berman LH. *Cleaning and Shaping the Root Canal System Cohen's Pathways of the Pulp.* 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016 ;268.
48. *Glossary of Endodontic Terms*, 10th ed. Chicago, AAE, 2020: 46.
49. Hargreaves KM, Berman LH. *Cleaning and Shaping the Root Canal System Cohen's Pathways of the Pulp.* 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016 ;267-68.
50. *Glossary of Endodontic Terms*, 10th ed. Chicago, AAE, 2020: 36.
51. Clauder T, Shin S-J. Repair of perforations with MTA: clinical applications and mechanisms of action. *Endodontic Topics.* 2009;15:32-55.
52. Okiji T. Modified usage of the Masserann kit for removing intracanal broken instruments. *J Endod.* 2003;29(7):466-7.
53. Pedir SS, Mahran AH, Beshr K, Baroudi K. Evaluation of the Factors and Treatment Options of Separated Endodontic Files Among Dentists and Undergraduate Students in Riyadh Area. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(3):ZC18-23.
54. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod.* 1990;16(10):498-504.
55. Nair PN, Sjogren U, Krey G, Sundqvist G. Therapy-resistant foreign body giant cell granuloma at the periapex of a root-filled human tooth. *J Endod.* 1990;16(12):589-95.
56. *Glossary of Endodontic Terms*, 10th ed. Chicago, AAE, 2020: 32.

57. Zaia AA, Nakagawa R, De Quadros I, Gomes BP, Ferraz CC, Teixeira FB, et al. An in vitro evaluation of four materials as barriers to coronal microleakage in root-filled teeth. *Int Endod J.* 2002;35(9):729-34.
58. Malone KH, 3rd, Donnelly JC. An in vitro evaluation of coronal microleakage in obturated root canals without coronal restorations. *J Endod.* 1997;23(1):35-8.
59. Srivastava PK, Nagpal A, Setya G, Kumar S, Chaudhary A, Dhanker K. Assessment of Coronal Leakage of Temporary Restorations in Root Canal-treated Teeth: An in vitro Study. *J Contemp Dent Pract.* 2017;18(2):126-30.
60. Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S. Clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. *J Endod.* 2002;28(6):477-9.
61. Hoen MM, Pink FE. Contemporary endodontic retreatments: an analysis based on clinical treatment findings. *J Endod.* 2002;28(12):834-6.
62. Costa F, Pacheco-Yanes J, Siqueira JF, Jr., Oliveira ACS, Gazzaneo I, Amorim CA, et al. Association between missed canals and apical periodontitis. *Int Endod J.* 2019;52(4):400-6.
63. Endo MS, Ferraz CCR, Zaia AA, Almeida JFA, Gomes B. Quantitative and qualitative analysis of microorganisms in root-filled teeth with persistent infection: Monitoring of the endodontic retreatment. *Eur J Dent.* 2013;7(3):302-9.
64. Sjogren U, Figdor D, Spangberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J.* 1991;24(3):119-25.
65. Peters LB, van Winkelhoff AJ, Buijs JF, Wesselink PR. Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions. *Int Endod J.* 2002;35(1):13-21.

66. Gomes BP, Pinheiro ET, Gade-Neto CR, Sousa EL, Ferraz CC, Zaia AA, et al. Microbiological examination of infected dental root canals. *Oral Microbiol Immunol.* 2004;19(2):71-6.
67. Molander A, Reit C, Dahlen G, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 1998;31(1):1-7.
68. Pinheiro ET, Gomes BP, Ferraz CC, Sousa EL, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. *Int Endod J.* 2003;36(1):1-11.
69. Rocas IN, Siqueira JF, Jr., Santos KR. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod.* 2004;30(5):315-20.
70. Peciuliene V, Reynaud AH, Balciuniene I, Haapasalo M. Isolation of yeasts and enteric bacteria in root-filled teeth with chronic apical periodontitis. *Int Endod J.* 2001;34(6):429-34.
71. Ghogre P. Endodontic Mycology: A New Perspective of Root Canal Infection. *Research and Reviews: Journal of Dental Sciences.* 2014;2(1):43-50.
72. Kumar J, Sharma R, Sharma M, Prabhavathi V, Paul J, Chowdary CD. Presence of *Candida albicans* in Root Canals of Teeth with Apical Periodontitis and Evaluation of their Possible Role in Failure of Endodontic Treatment. *Journal of International Oral Health.* 2015;7(2):42-5.
73. Sjogren U, Happonen RP, Kahnberg KE, Sundqvist G. Survival of *Arachnia propionica* in periapical tissue. *Int Endod J.* 1988;21(4):277-82.
74. Koppang HS, Koppang R, Solheim T, Aarnes H, Stolen SO. Cellulose fibers from endodontic paper points as an etiological factor in postendodontic periapical granulomas and cysts. *J Endod.* 1989;15(8):369-72.

75. Nair PN, Sjogren U, Schumacher E, Sundqvist G. Radicular cyst affecting a root-filled human tooth: a long-term post-treatment follow-up. *Int Endod J.* 1993;26(4):225-33.
76. Nair PN, Sjogren U, Figdor D, Sundqvist G. Persistent periapical radiolucencies of root-filled human teeth, failed endodontic treatments, and periapical scars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999;87(5):617-27.
77. Evans M, Davies JK, Sundqvist G, Figdor D. Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *Int Endod J.* 2002;35(3):221-8.
78. Hargreaves KM, Berman LH. Nonsurgical Retreatment Cohen's Pathways of the Pulp. 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 331.
79. Hargreaves KM, Berman LH. Nonsurgical Retreatment Cohen's Pathways of the Pulp. 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 332.
80. Gutmann JL. Surgical endodontics: past,present, and future. *Endodontic Topics.* 2014;30:29-43.
81. Hargreaves KM, Berman LH. Nonsurgical Retreatment Cohen's Pathways of the Pulp. 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 334.
82. Wong R. Conventional endodontic failure and retreatment. *Dent Clin North Am.* 2004;48(1):265-89.
83. Hargreaves KM, Berman LH. Tooth Morphology, Isolation, and Access Cohen's Pathways of the Pulp. 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 146.
84. Hargreaves KM, Berman LH. Nonsurgical Retreatment Cohen's Pathways of the Pulp. 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 335.
85. Ruddle CJ. Nonsurgical endodontic retreatment. *J Calif Dent Assoc.* 2004;32(6):474-84.

86. Berbert A, Filho MT, Ueno AH, Bramante CM, Ishikiriama A. The influence of ultrasound in removing intraradicular posts. *Int Endod J.* 1995;28(2):100-2.
87. Karova E, Topalova-Pirinska S. Comparison of the time required for ultrasonic removal of prefabricated intraradicular posts. *Journal of IMAB.* 2013;19(4):426-9.
88. Stamos DE, Gutmann JL. Survey of endodontic retreatment methods used to remove intraradicular posts. *J Endod.* 1993;19(7):366-9.
89. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004;30(5):289-301.
90. Abbott PV. Incidence of root fractures and methods used for post removal. *Int Endod J.* 2002;35(1):63-7.
91. Altshul JH, Marshall G, Morgan LA, Baumgartner JC. Comparison of dentinal crack incidence and of post removal time resulting from post removal by ultrasonic or mechanical force. *J Endod.* 1997;23(11):683-6.
92. Gilbert BO, Jr., Rice RT. Re-treatment in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1987;64(3):333-8.
93. Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B. Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. *J Endod.* 1987;13(9):453-7.
94. Duncan HF, Chong BS. Removal of root filling materials. *Endodontic Topics.* 2011;19:33-57.
95. Virdee SS, Thomas MB. A practitioner's guide to gutta-percha removal during endodontic retreatment. *Br Dent J.* 2017;222(4):251-7.
96. Lipski M, Wozniak K. In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperature rises during thermafil retreatment using system B. *J Endod.* 2003;29(6):413-5.

97. Sae-Lim V, Rajamanickam I, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of ProFile .04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *J Endod.* 2000;26(2):100-4.
98. McDonald MN, Vire DE. Chloroform in the endodontic operator. *J Endod.* 1992;18(6):301-3.
99. Wennberg A, Orstavik D. Evaluation of alternatives to chloroform in endodontic practice. *Endod Dent Traumatol.* 1989;5(5):234-7.
100. Martos J, Gastal MT, Sommer L, Lund RG, Del Pino FA, Osinaga PW. Dissolving efficacy of organic solvents on root canal sealers. *Clin Oral Investig.* 2006;10(1):50-4.
101. Ladley RW, Campbell AD, Hicks ML, Li SH. Effectiveness of halothane used with ultrasonic or hand instrumentation to remove gutta-percha from the root canal. *J Endod.* 1991;17(5):221-4.
102. Hansen MG. Relative efficiency of solvents used in endodontics. *J Endod.* 1998;24(1):38-40.
103. Barbosa SV, Burkard DH, Spangberg LS. Cytotoxic effects of gutta-percha solvents. *J Endod.* 1994;20(1):6-8.
104. Oyama KO, Siqueira EL, Santos M. In vitro study of effect of solvent on root canal retreatment. *Braz Dent J.* 2002;13(3):208-11.
105. Hargreaves KM, Berman LH. *Nonsurgical Retreatment Cohen's Pathways of the Pulp.* 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 358.
106. Brady JM, del Rio CE. Corrosion of endodontic silver cones in humans: a scanning electron microscope and X-ray microprobe study. *J Endod.* 1975;1(6):205-10.
107. Gutierrez JH, Villena F, Gigoux C, Mujica F. Microscope and scanning electron microscope examination of silver points corrosion caused by endodontic materials. *J Endod.* 1982;8(7):301-11.

108. Seltzer S, Green DB, Weiner N, DeRenzis F. A scanning electron microscope examination of silver cones removed from endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972;33(4):589-605.
109. Hargreaves KM, Berman LH. *Nonsurgical Retreatment Cohen's Pathways of the Pulp.* 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 359.
110. Hargreaves KM, Berman LH. *Nonsurgical Retreatment Cohen's Pathways of the Pulp.* 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 360.
111. Hargreaves KM, Berman LH. *Nonsurgical Retreatment Cohen's Pathways of the Pulp.* 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 361.
112. Hargreaves KM, Berman LH. *Nonsurgical Retreatment Cohen's Pathways of the Pulp.* 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 351.
113. Schwandt NW, Gound TG. Resorcinol-formaldehyde resin "Russian Red" endodontic therapy. *J Endod.* 2003;29(7):435-7.
114. Gound TG, Marx D, Schwandt NA. Incidence of flare-ups and evaluation of quality after retreatment of resorcinol-formaldehyde resin ("Russian Red Cement") endodontic therapy. *J Endod.* 2003;29(10):624-6.
115. Serper A, Ucer O, Onur R, Etikan I. Comparative neurotoxic effects of root canal filling materials on rat sciatic nerve. *J Endod.* 1998;24(9):592-4.
116. Gürbüz H, Erişen R. Cerrahi Olmayan Retreatment. İçinde: *Endodonti Temel İlkeler ve Uygulamalar, Endodontics: Principles and Practice*, Torabinejad M, Walton RE. 4. Baskı, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri 2011. 349 p.
117. Hargreaves KM, Berman LH. *Nonsurgical Retreatment Cohen's Pathways of the Pulp.* 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 356.
118. Hargreaves KM, Berman LH. *Nonsurgical Retreatment Cohen's Pathways of the Pulp.* 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 362.

119. Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PM. Management of intracanal separated instruments. *J Endod.* 2013;39(5):569-81.
120. Shen Y, Peng B, Cheung GS. Factors associated with the removal of fractured Ni-Ti instruments from root canal systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98(5):605-10.
121. Hargreaves KM, Berman LH. Nonsurgical Retreatment Cohen's Pathways of the Pulp. 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 364.
122. Nagai O, Tani N, Kayaba Y, Kodama S, Osada T. Ultrasonic removal of broken instruments in root canals. *Int Endod J.* 1986;19(6):298-304.
123. Hargreaves KM, Berman LH. Nonsurgical Retreatment Cohen's Pathways of the Pulp. 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 365.
124. Feldman G, Solomon C, Notaro P, Moskowitz E. Retrieving broken endodontic instruments. *J Am Dent Assoc.* 1974;88(3):588-91.
125. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod.* 2007;33(2):81-95.
126. Wildey WL, Senia ES. A new root canal instrument and instrumentation technique: a preliminary report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989;67(2):198-207.
127. Hargreaves KM, Berman LH. Cleaning and Shaping the Root Canal System Cohen's Pathways of the Pulp. 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016 ;223.
128. Schafer E. Root canal instruments for manual use: a review. *Endod Dent Traumatol.* 1997;13(2):51-64.
129. Hargreaves KM, Berman LH. Cleaning and Shaping the Root Canal System Cohen's Pathways of the Pulp. 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 224.
130. Hargreaves KM, Berman LH. Tooth Morphology, Isolation, and Access Cohen's Pathways of the Pulp. 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 148.

131. Hargreaves KM, Berman LH. Tooth Morphology, Isolation, and Access Cohen's Pathways of the Pulp. 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 149.
132. Davis RD, Marshall JG, Baumgartner JC. Effect of early coronal flaring on working length change in curved canals using rotary nickel-titanium versus stainless steel instruments. *J Endod.* 2002;28(6):438-42.
133. Isom TL, Marshall JG, Baumgartner JC. Evaluation of root thickness in curved canals after flaring. *J Endod.* 1995;21(7):368-71.
134. Hargreaves KM, Berman LH. Cleaning and Shaping the Root Canal System Cohen's Pathways of the Pulp. 11 ed., Missouri, Elsevier, 2016; 225.
135. Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J.* 2000;33(4):297-310.
136. Schafer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2006;39(3):196-202.
137. Kosti E, Lambrianidis T, Economides N, Neofitou C. Ex vivo study of the efficacy of H-files and rotary Ni-Ti instruments to remove gutta-percha and four types of sealer. *Int Endod J.* 2006;39(1):48-54.
138. Mollo A, Botti G, Prinicipi Goldoni N, Randellini E, Paragliola R, Chazine M, et al. Efficacy of two Ni-Ti systems and hand files for removing gutta-percha from root canals. *Int Endod J.* 2012;45(1):1-6.
139. Purba R, Sonarkar SS, Podar R, Singh S, Babel S, Kulkarni G. Comparative evaluation of retreatment techniques by using different file systems from oval-shaped canals. *J Conserv Dent.* 2020;23(1):91-6.

140. Ma J, Al-Ashaw AJ, Shen Y, Gao Y, Yang Y, Zhang C, et al. Efficacy of ProTaper Universal Rotary Retreatment system for gutta-percha removal from oval root canals: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2012;38(11):1516-20.
141. Das S, De Ida A, Das S, Nair V, Saha N, Chattopadhyay S. Comparative evaluation of three different rotary instrumentation systems for removal of gutta-percha from root canal during endodontic retreatment: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2017;20(5):311-6.
142. Marques da Silva B, Baratto-Filho F, Leonardi DP, Henrique Borges A, Volpato L, Branco Barletta F. Effectiveness of ProTaper, D-RaCe, and Mtwo retreatment files with and without supplementary instruments in the removal of root canal filling material. *Int Endod J.* 2012;45(10):927-32.
143. Garg A, Nagpal A, Shetty S, Kumar S, Singh KK, Garg A. Comparison of Time Required by D-RaCe, R-Endo and Mtwo Instruments for Retreatment: An in vitro Study. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(2):ZC47-9.
144. Topcuoglu HS, Akti A, Tuncay O, Dincer AN, Duzgun S, Topcuoglu G. Evaluation of debris extruded apically during the removal of root canal filling material using ProTaper, D-RaCe, and R-Endo rotary nickel-titanium retreatment instruments and hand files. *J Endod.* 2014;40(12):2066-9.
145. Velozo C, Silva S, Almeida A, Romeiro K, Vieira B, Dantas H, et al. Shaping ability of XP-endo Shaper and ProTaper Next in long oval-shaped canals: a micro-computed tomography study. *Int Endod J.* 2020;53(7):998-1006.
146. Silva E, Belladonna FG, Zuolo AS, Rodrigues E, Ehrhardt IC, Souza EM, et al. Effectiveness of XP-endo Finisher and XP-endo Finisher R in removing root filling remnants: a micro-CT study. *Int Endod J.* 2018;51(1):86-91.

147. Keskin C, Inan U, Demiral M, Keles A. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold Reciprocating Instruments. *J Endod.* 2017;43(8):1360-3.
148. Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, Clark WA, Kovarik L, Buie C, et al. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *J Endod.* 2009;35(11):1589-93.
149. Ha JH, Kim SR, Versluis A, Cheung GS, Kim JW, Kim HC. Elastic limits in torsion of reciprocating nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2015;41(5):715-9.
150. Romeiro K, de Almeida A, Cassimiro M, Gominho L, Dantas E, Chagas N, et al. Reciproc and Reciproc Blue in the removal of bioceramic and resin-based sealers in retreatment procedures. *Clin Oral Investig.* 2020;24(1):405-16.
151. Unal GC, Kaya BU, Tac AG, Kececi AD. A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. *Int Endod J.* 2009;42(4):344-50.
152. Gergi R, Sabbagh C. Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J.* 2007;40(7):532-7.
153. Schirrmeister JF, Meyer KM, Hermanns P, Altenburger MJ, Wrbas KT. Effectiveness of hand and rotary instrumentation for removing a new synthetic polymer-based root canal obturation material (Epiphany) during retreatment. *Int Endod J.* 2006;39(2):150-6.
154. Du T, Shi Q, Shen Y, Cao Y, Ma J, Lu X, Xiong Z, Haapasalo M. Effect of modified nonequilibrium plasma with chlorhexidine digluconate against endodontic biofilms in vitro. *J Endod* 2013;39(11):1438-43.

155. Feghali M, Jabbour E, Koyess E, Sabbagh J. Scanning electron microscopy evaluation of debris and smear layer generated by two instruments used in reciprocating motion WaveOne Gold(R) and Reciproc Blue(R). *Aust Endod J.* 2019;45(3):388-93.
156. Pirani C, Pelliccioni GA, Marchionni S, Montebugnoli L, Piana G, Prati C. Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or Thermafil: a scanning electron microscope study. *J Endod.* 2009;35(10):1433-40.
157. Borges MMB, Duque JA, Zancan RF, Vivan RR, Bernardes RA, Duarte MAH. Efficacy of reciprocating systems for removing root filling material plus complementary cleaning methods in flattened canals: Microtomography and scanning electron microscopy study. *Microsc Res Tech.* 2019;82(7):1057-64.
158. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;94(6):658-66.
159. Kiarudi AH, Eghbal MJ, Safi Y, Aghdasi MM, Fazlyab M. The applications of cone-beam computed tomography in endodontics: a review of literature. *Iran Endod J.* 2015;10(1):16-25.
160. Special Committee to Revise the Joint AAEAPSouoCiE. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Update. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015;120(4):508-12.
161. Patel S, Horner K. The use of cone beam computed tomography in endodontics. *Int Endod J.* 2009;42(9):755-6.
162. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbaly G, Mickeviciene L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *J Endod.* 2014;40(12):1895-901.

163. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):707-30, v.
164. Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg K. Cone beam computed tomography in Endodontics - a review. *Int Endod J.* 2015;48(1):3-15.
165. Landis EN, Keane DT. X-ray microtomography. *Materials Characterization.* 2010;61(12):1305-16.
166. Baser Can ED, Keles A, Aslan B. Micro-CT evaluation of the quality of root fillings when using three root filling systems. *Int Endod J.* 2017;50(5):499-505.
167. Azevedo MAD, Silva TGD, Fernandes A, Piasecki L, Fariniuk LF, Silva Neto UXD. Endodontic Retreatment Using a Single Instrument from four Nickel-Titanium Systems - A Micro-CT Study. *Braz Dent J.* 2020;31(6):605-10.
168. Michetti J, Maret D, Mallet JP, Diemer F. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod.* 2010;36(7):1187-90.
169. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32(2):271-5.
170. Feldkamp LA, Goldstein SA, Parfitt AM, Jesion G, Kleerekoper M. The direct examination of three-dimensional bone architecture in vitro by computed tomography. *J Bone Miner Res.* 1989;4(1):3-11.
171. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature - part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int Endod J.* 2007;40(12):921-39.
172. Rahbaran S, Gilthorpe MS, Harrison SD, Gulabivala K. Comparison of clinical outcome of periapical surgery in endodontic and oral surgery units of a teaching dental hospital: a retrospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;91(6):700-9.

173. Torabinejad M, Corr R, Handysides R, Shabahang S. Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *J Endod.* 2009;35(7):930-7.
174. Torabinejad M, Anderson P, Bader J, Brown LJ, Chen LH, Goodacre CJ, et al. Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partial dentures, and extraction without replacement: a systematic review. *J Prosthet Dent.* 2007;98(4):285-311.
175. Friedman S, Mor C. The success of endodontic therapy--healing and functionality. *J Calif Dent Assoc.* 2004;32(6):493-503.
176. Ricucci D, Siqueira JF, Jr., Bate AL, Pitt Ford TR. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod.* 2009;35(4):493-502.
177. Nevares G, de Albuquerque DS, Freire LG, Romeiro K, Fogel HM, Dos Santos M, et al. Efficacy of ProTaper NEXT Compared with Reciproc in Removing Obturation Material from Severely Curved Root Canals: A Micro-Computed Tomography Study. *J Endod.* 2016;42(5):803-8.
178. Giuliani V, Cocchetti R, Pagavino G. Efficacy of ProTaper universal retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. *J Endod.* 2008;34(11):1381-4.
179. Alsubait S, Alhathlol N, Alqedairi A, Alfawaz H. A micro-computed tomographic evaluation of retreatability of BioRoot RCS in comparison with AH Plus. *Aust Endod J.* 2020.
180. De-Deus G, Reis C, Beznos D, de Abranches AM, Coutinho-Filho T, Paciornik S. Limited ability of three commonly used thermoplasticized gutta-percha techniques in filling oval-shaped canals. *J Endod.* 2008;34(11):1401-5.

181. Betti LV, Bramante CM. Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J.* 2001;34(7):514-9.
182. Schafer E, Bering N, Burklein S. Selected physicochemical properties of AH Plus, EndoREZ and RealSeal SE root canal sealers. *Odontology.* 2015;103(1):61-5.
183. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Orstavik D. Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro. *Int Endod J.* 2004;37(3):193-8.
184. Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater.* 2016;2016:9753210.
185. Horvath SD, Altenburger MJ, Naumann M, Wolkewitz M, Schirrmeister JF. Cleanliness of dentinal tubules following gutta-percha removal with and without solvents: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 2009;42(11):1032-8.
186. Cobankara FK, Orucoglu H, Sengun A, Belli S. The quantitative evaluation of apical sealing of four endodontic sealers. *J Endod.* 2006;32(1):66-8.
187. Rodig T, Wagner J, Wiegand A, Rizk M. Efficacy of the ProTaper retreatment system in removing Thermafil, GuttaCore or vertically compacted gutta-percha from curved root canals assessed by micro-CT. *Int Endod J.* 2018;51(7):808-15.
188. Anjo T, Ebihara A, Takeda A, Takashina M, Sunakawa M, Suda H. Removal of two types of root canal filling material using pulsed Nd:YAG laser irradiation. *Photomed Laser Surg.* 2004;22(6):470-6.
189. Rached-Junior FA, Sousa-Neto MD, Bruniera JF, Duarte MA, Silva-Sousa YT. Confocal microscopy assessment of filling material remaining on root canal walls after retreatment. *Int Endod J.* 2014;47(3):264-70.

190. Yilmaz F, Koc C, Kamburoglu K, Ocak M, Geneci F, Uzuner MB, et al. Evaluation of 3 Different Retreatment Techniques in Maxillary Molar Teeth by Using Micro-computed Tomography. *J Endod.* 2018;44(3):480-4.
191. Zhao D, Shen Y, Peng B, Haapasalo M. Root canal preparation of mandibular molars with 3 nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomographic study. *J Endod.* 2014;40(11):1860-4.
192. Roggendorf MJ, Legner M, Ebert J, Fillery E, Frankenberger R, Friedman S. Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with Ni-Ti instruments. *Int Endod J.* 2010;43(3):200-9.
193. Hassanloo A, Watson P, Finer Y, Friedman S. Retreatment efficacy of the EpiPhany soft resin obturation system. *Int Endod J.* 2007;40(8):633-43.
194. Kfir A, Tsesis I, Yakirevich E, Matalon S, Abramovitz I. The efficacy of five techniques for removing root filling material: microscopic versus radiographic evaluation. *Int Endod J.* 2012;45(1):35-41.
195. Somma F, Cammarota G, Plotino G, Grande NM, Pameijer CH. The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *J Endod.* 2008;34(4):466-9.
196. Abramovitz I, Relles-Bonar S, Baransi B, Kfir A. The effectiveness of a self-adjusting file to remove residual gutta-percha after retreatment with rotary files. *Int Endod J.* 2012;45(4):386-92.
197. Khalilak Z, Vatanpour M, Dadresanfar B, Moshkelgosha P, Nourbakhsh H. In Vitro Comparison of Gutta-Percha Removal with H-File and ProTaper with or without Chloroform. *Iran Endod J.* 2013;8(1):6-9.
198. Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment--case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *J Endod.* 1988;14(12):607-14.

199. Takahashi CM, Cunha RS, de Martin AS, Fontana CE, Silveira CF, da Silveira Bueno CE. In vitro evaluation of the effectiveness of ProTaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. *J Endod.* 2009;35(11):1580-3.
200. Schirrmeister JF, Wrbas KT, Meyer KM, Altenburger MJ, Hellwig E. Efficacy of different rotary instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. *J Endod.* 2006;32(5):469-72.
201. De-Deus G, Belladonna FG, Zuolo AS, Cavalcante DM, Simoes Carvalho M, Marinho A, et al. 3-dimensional Ability Assessment in Removing Root Filling Material from Pair-matched Oval-shaped Canals Using Thermal-treated Instruments. *J Endod.* 2019;45(9):1135-41.
202. Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JC, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira JF, Jr. Removal of Root Canal Fillings in Curved Canals Using Either Reciprocating Single- or Rotary Multi-instrument Systems and a Supplementary Step with the XP-Endo Finisher. *J Endod.* 2016;42(7):1114-9.
203. Aksel H, Kucukkaya Eren S, Askerbeyli Ors S, Serper A, Ocak M, Celik HH. Micro-CT evaluation of the removal of root fillings using the ProTaper Universal Retreatment system supplemented by the XP-Endo Finisher file. *Int Endod J.* 2019;52(7):1070-6.
204. Fariniuk LF, Azevedo MAD, Carneiro E, Westphalen VPD, Piasecki L, da Silva Neto UX. Efficacy of protaper instruments during endodontic retreatment. *Indian J Dent Res.* 2017;28(4):400-5.
205. Tasdemir T, Er K, Yildirim T, Celik D. Efficacy of three rotary Ni-Ti instruments in removing gutta-percha from root canals. *Int Endod J.* 2008;41(3):191-6.

206. Nasiri K, Wrbas KT. Comparison of the efficacy of different Ni-Ti instruments in the removal of gutta-percha and sealer in root canal retreatment. *Indian J Dent Res.* 2020;31(4):579-84.
207. Reddy S, Neelakantan P, Saghiri MA, Lotfi M, Subbarao CV, Garcia-Godoy F, et al. Removal of gutta-percha/zinc-oxide-eugenol sealer or gutta-percha/epoxy resin sealer from severely curved canals: an in vitro study. *Int J Dent.* 2011;2011:541831.
208. Akpınar KE, Altunbas D, Kustarci A. The efficacy of two rotary Ni-Ti instruments and H-files to remove gutta-percha from root canals. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012;17(3):e506-11.
209. Bago I, Suk M, Katić M, Gabrić D, Anić I. Comparison of the effectiveness of various rotary and reciprocating systems with different surface treatments to remove gutta-percha and an epoxy resin-based sealer from straight root canals. *Int Endod J.* 2019;52(1):105-113.
210. De-Deus G, Belladonna FG, Zuolo AS, Cavalcante DM, Carvalhal JCA, Simoes-Carvalho M, et al. XP-endo Finisher R instrument optimizes the removal of root filling remnants in oval-shaped canals. *Int Endod J.* 2019;52(6):899-907.
211. Kapasi K, Kesharani P, Kansara P, Patil D, Kansara T, Sheth S. In vitro comparative evaluation of efficiency of XP-endo shaper, XP-endo finisher, and XP-endo finisher-R files in terms of residual root filling material, preservation of root dentin, and time during retreatment procedures in oval canals - A cone-beam computed tomography analysis. *J Conserv Dent.* 2020;23(2):145-51.
212. Topcuoglu HS, Demirbuga S, Topcuoglu G. Evaluation of apically extruded debris during the removal of canal filling material using three different Ni-Ti systems and hand files in teeth with simulated apical root resorption. *Int Endod J.* 2020;53(3):403-9.

213. Hulsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary Ni-Ti instruments in root canal retreatment. *Int Endod J.* 2004;37(7):468-76.
214. Siqueira Junior JF, Rocas IDN, Marceliano-Alves MF, Perez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res* 2018;32(1):65.
215. Faus-Llacer V, Perez RL, Faus-Matoses I, Ruiz-Sanchez C, Zubizarreta-Macho A, Sauro S, Faus-Matoses V. Efficacy of Removing Thermafil and GuttaCore from Straight Root Canal Systems Using a Novel Non-Surgical Root Canal Re-Treatment System: A Micro-Computed Tomography Analysis. *J Clin Med* 2021;10(6).

EKLER

EK-1. ÖZGEÇMİŞ

1. KİŞİSEL BİLGİLER

ADI, SOYADI: Arş. Gör. Eren ORHAN DOĞUM TARİHİ ve YERİ:	
HALEN GÖREVİ: Araştırma Görevlisi YAZIŞMA ADRESİ: TELEFON: E-MAIL:	

2. EĞİTİM

YILI	DERECESİ	ÜNİVERSİTE	ÖĞRENİM ALANI
2012-2017	Lisans	Gazi Üniversitesi	Diş Hekimliği

3. AKADEMİK DENEYİM

GÖREV DÖNEMİ	ÜNVAN	BÖLÜM	ÜNİVERSİTE
2018-	Araştırma Görevlisi	Endodonti AD	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

4. ÇALIŞMA ALANLARI

ÇALIŞMA ALANI	ANAHTAR SÖZCÜKLER
Endodonti	MTA, Retreatment

5. SON BEŞ YILDAKİ ÖNEMLİ YAYINLAR

- Orhan E. O., Irmak Ö., Bal E. Z., Danacı Z., Babayeva F., Orhan E., & Yücel, B. C. (2021). Radiopacity quantification and spectroscopic characterization of OrthoMTA and RetroMTA. *Microscopy Research and Technique*, 84(6), 1233-1242.

2. Orhan E. , Güneş B. , Yeşildal Yeter K.Endodontic Re-treatment of Mandibular First Premolar with Three Root Canals. The 20th Scientific Congress of Asian Pacific Endodontic Confederation The 14th International Congress of Turkish Endodontic Society, 24 - 27 Nisan 2019.

3. Orhan E. , Güneş B. Altı kanallı mandibular birinci molarların endodontik tedavisi. 25rd International Dental Congress of TDA, 4 - 07 Eylül 2019.

EK-2. ETİK KURUL ONAYI



T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı



Sayı : 25403353-050.99-E.146261
Konu : 2019 - 380 Karar

19/12/2019

Sayın Dr.Öğr.Üy.Betül GÜNEŞ
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı

Karar Tarihi: 10.12.2019
Karar Sayısı: 36

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyesi Dr.Öğr.Üy.Betül GÜNEŞ'in sorumluluğunda yürütülen "*Farklı Endodontik Retreatment Sistemlerinin Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Etkinliklerinin Micro-BT ile Değerlendirilmesi*" başlıklı araştırmanın/çalışmanın gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel açıdan sakınca bulunmadığına karar verilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini saygı ile rica ederim.

Prof. Dr. Varol ŞAHİNTÜRK
Kurul Başkanı

Bu evrak 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na göre elektronik olarak imzalanmıştır. Evrak doğrulama adresi:
<https://ebysnetm.ogu.edu.tr/Home/Dogrulama/3cd8754b-deab-45db-b0f2-565cec17108c>

Adres	: Meselik Kampüsü PK.26480 Odunpazarı	Ayrıntılı Bilgi	: Aysun SERTTAŞ
Telefon	: 0222 2392979-4690	Faks	: 222 239 37 72
E-Posta	: aserttas@ogu.edu.tr	Elektronik Ağ	: http://girisimselolmayanetikkurul.ogu.edu.tr/
		KEP Adresi	: esk.osmangaziunirek@hs01.kep.tr



Prof.Dr.Varol ŞAHİNTÜRK
(Başkan)
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Histoloji ve Embriyoloji AD

Prof.Dr.Hava ÜSKÜDAR TEKE
(Başkan Yardımcısı)
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
İç Hastalıkları AD / Hematoloji BD

Doç.Dr.Ferdi KÖŞGER
(Raportör)
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Ruh Sağlığı ve Hastalıkları AD

Prof.Dr.Ömür ŞAYLIGİL
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik AD

Prof.Dr.Setenay DİNÇER ÖNER
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi Biyoistatistik AD

Prof.Dr.Timuçin KAŞİFOĞLU
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
İç Hastalıkları AD / Romatoloji BD

Prof.Dr.Batu Can YAMAN
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi AD

Doç.Dr.Merih ÖZGEN
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD

Doç.Dr.Suzan ŞAYLISOY
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Radyoloji AD

Doç.Dr.Lütfiye DEMİR
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
İç Hast. AD / Tıbbi Onkoloji BD

Doç.Dr.Göknur YORULMAZ
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
İç Hastalıkları AD / Endokrinoloji
ve Metabolizma Hastalıkları BD

Doç.Dr.Melih VELİPAŞAOĞLU
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Kadın Hastalıkları ve Doğum AD

Doç.Dr.Özlem ÖRSAL
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Fakültesi
Halk Sağlığı Hemşireliği AD

Dr.Öğr.Üy.Mustafa Değer
BİLGEÇ
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları AD

Av. Önder CAN
Avukat

Etik Kurul Sekreterliği
Aysun SERTTAŞ
Tel: 0 222 239 79 / 4690

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
BAŞKANLIĞI

KARAR FORMU

Başvuru Tarihi: 12.11.2019	Çalışmanın Başlığı: “Farklı Endodontik Retreatment Sistemlerinin Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Etkinliklerinin Micro-BT ile Değerlendirilmesi” Çalışmacılar: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı - Dr.Öğr.Üy.Betül GÜNEŞ (Tez Danışmanı), Arş.Gör.Dt.Eren ORHAN (Tez Sahibi)
Çalışmanın değerlendirildiği ilk toplantı tarihi: 10.12.2019	Sonuç: 1. Laboratuvarında yapılacak araştırmaların ulusal ve/veya uluslararası standartlara uygun geçerliliği kabul edilmiş yöntemler kullanılarak çalışılması esastır. Mevzuat gereği araştırmaya ilişkin materyal ve kayıtların uygun koşullarda sonuçlar yayınlanıncaya kadar muhafazası şarttır. Araştırmacıların kurulumuza taahhütnamelerle iletmış oldukları sorumlulukları yerine getirmeleri beklenmektedir.
Karar Tarihi: 10.12.2019 Karar No: 36	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyesi Dr.Öğr.Üy.Betül GÜNEŞ’in sorumluluğunda yürütülen “Farklı Endodontik Retreatment Sistemlerinin Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Etkinliklerinin Micro-BT ile Değerlendirilmesi” başlıklı araştırma/çalışma gereç, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, araştırmanın/çalışmanın gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel yönden sakınca bulunmadığına oy birliği ile karar verilmiştir. Araştırmacılara başarılar dileriz.



T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
BAŞKANLIĞI

Çalışmanın Başlığı: "Farklı Endodontik Retreatment Sistemlerinin Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Etkinliklerinin Micro-BT ile Değerlendirilmesi"

GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU		
Unvanı/Adı/Soyadı	Kurumu	İmza
1 Prof.Dr.Varol ŞAHİNTÜRK (Başkan)	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji AD	
2 Prof.Dr.Hava ÜSKÜDAR TEKE (Başkan Yardımcısı)	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları AD / Hematoloji BD	
3 Doç.Dr.Ferdi KÖŞGER (Raportör)	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Ruh Sağlığı ve Hastalıkları AD	
4 Prof.Dr.Ömür ŞAYLIGİL	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik AD	
5 Prof.Dr.Setenay DİNÇER ÖNER	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyostatistik AD	
6 Prof.Dr.Timuçin KAŞİFOĞLU	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları AD / Romatoloji BD	
7 Prof.Dr.Batu Can YAMAN	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD	
8 Doç.Dr.Merih ÖZGEN	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD	
9 Doç.Dr.Suzan ŞAYLISOY	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji AD	
10 Doç.Dr.Lütfiye DEMİR	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları AD / Tıbbi Onkoloji BD	
11 Doç.Dr.Göknur YORULMAZ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları AD / Endokrinoloji ve Metabolizma Hast. BD	
12 Doç.Dr.Melih VELİPAŞAOĞLU	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum AD	
13 Doç.Dr.Özlem ÖRSAL	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Halk Sağlığı Hemşireliği AD	
14 Dr.Öğr.Üy.Mustafa Değer BİLGEÇ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları AD	
15 Av.Önder CAN	Hukuk	