

TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**RETREATMENT TEDAVİSİNDE DÖNER EĞE  
SİSTEMLERİNİN, KLOROFORMUN VE FOTON İNDÜKLÜ  
FOTOAKUSTİK DALGALANMANIN (PIPS) KÖK  
KANALLARINDA KALAN ARTIK DOLGU MADDESİNİ  
ÇIKARMADAKİ ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Müge Selin TAGHI ZADEH TOUFIGHI

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ  
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Arslan TERLEMEZ

**KONYA-2021**

TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**RETREATMENT TEDAVİSİNDE DÖNER EĞE  
SİSTEMLERİNİN, KLOROFORMUN VE FOTON İNDÜKLÜ  
FOTOAKUSTİK DALGALANMANIN (PIPS) KÖK  
KANALLARINDA KALAN ARTIK DOLGU MADDESİNİ  
ÇIKARMADAKİ ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Müge Selin TAGHI ZADEH TOUFIGHI

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ  
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Arslan TERLEMEZ

Bu araştırma Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Koordinatörlüğü tarafından 211924001 proje numarası ile desteklenmiştir.

**KONYA-2021**

## TEZ ONAY SAYFASI

Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Öğrencisi **MÜGE SELİN TAGHI ZADEH TOUFIGHI**'nin “ **Retreatment Tedavisinde Döner Eğe Sistemlerinin, Kloroformun Ve Foton İndüklü Fotoakustik Dalgalanmanın (PIPS) Kök Kanallarında Kalan Artık Dolgu Maddesini Çıkarmadaki Etkinliğinin Değerlendirilmesi** ” başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Konya, TÜRKİYE / /

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Arslan TERLEMEZ

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Funda KONT ÇOBANKARA

Selçuk Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi

Doç. Dr. M. Bilge AKBULUT

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Yukarıdaki tez, Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yönetim Kurulunun / / tarih ve / sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ali Rıza TUNÇDEMİR

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

## APPROVAL

We certify that we have read this dissertation entitled “ **Evaluation Of The Effectiveness Of Rotary File Systems, Chloroform And Photoninduced Photoacoustic Streaming (PIPS) At Retreatment For Removing Residual Filler Removing In Root Canals** ” by “ **MÜGE SELİN TAGHI ZADEH TOUFIGHI** ” that in our opinion it is fully adequate, in scope and quality, as dissertation for the degree of **Specialization Thesis** in the Department of “ **Endodontics** ”, Faculty of Dentistry, University of Necmettin Erbakan.

Konya, TURKEY / /

Principal Advisor  
Assoc. Prof. Arslan TERLEMEZ  
Necmettin Erbakan University  
Faculty of Dentistry

Jury Member

Prof. Funda KONT ÇOBANKARA

Selcuk University

Faculty of Dentistry

Jury Member

Assoc. Prof. M. Bilge AKBULUT

Necmettin Erbakan University

Faculty of Dentistry

This thesis has approved by the decision of Necmettin Erbakan University Faculty of Dentistry Administrative Board dates / / and numbered /

Dean

Prof. Ali Rıza TUNÇDEMİR

Necmettin Erbakan University

Faculty of Dentistry

Signature

## TEZ BEYAN SAYFASI

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarımı ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Tarih

Müge Selin TAGHI ZADEH TOUFIGHI

İmza

## BENZERLİK RAPORU

müge tez

ORJİNALLİK RAPORU

%8

EN

BENZERLİK ENDEKSİ

%4

İNTERNET KAYNAKLARI

%7

YAYINLAR

%2

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

HENRY FERGUS DUNCAN. "Removal of root filling materials : Root filling removal", Endodontic Topics, 09/2008

Yayın

%2

2

[www.onlinelibrary.wiley.com](http://www.onlinelibrary.wiley.com)

İnternet Kaynağı

%2

3

[jada.ada.org](http://jada.ada.org)

İnternet Kaynağı

%1

4

Akhil Chandra. "Discuss the factors that affect the outcome of endodontic treatment", Australian Endodontic Journal, 08/2009

Yayın

%1

5

Sadia Tabassum, Farhan Raza Khan. "Failure of endodontic treatment: The usual suspects", European Journal of Dentistry, 2019

Yayın

<%1

6

[cmro.in](http://cmro.in)

İnternet Kaynağı

<%1

7

[link.springer.com](http://link.springer.com)

İnternet Kaynağı

<%1

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince, bilgi ve tecrübesini esirgemediğim tezimin her aşamasında beni yönlendiren, değerli hocam Sayın Doç. Dr. Arslan TERLEMEZ'e

Uzmanlık dönemim boyunca tüm soru ve sorunlarımda yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Durmuş Alperen BOZKURT'a

Eğitim hayatım boyunca tecrübelerini benimle paylaşan, Sayın hocalarım Doç. Dr. Melek AKMAN, Doç. Dr. Makbule Bilge AKBULUT, Dr. Öğr. Üyesi Şeref Nur MUTLU'ya

Diş hekimliği eğitimime başladığım ve mezunu olmaktan gurur duyduğum Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ndeki tüm hocalarıma, asistanlarıma ve Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ndeki tüm hocalarıma,

Endodonti Anabilim Dalı'nda beraber görev aldığım, uzmanlık eğitimim süresince her anımda yanımda olan çok değerli dostlarım sevgili Sümeyye KOYUNCU, Merve AKBAŞ, Sare Sena PEKDEMİR ve tüm asistan arkadaşlarıma,

Tüm hayatım boyunca sevgi ve emekleri ile her zaman yanımda olan, hiç karşılık beklemeden maddi ve manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim, evlatları olmaktan onur duyduğum canım ailem; annem Gönül AYDEMİR'e, babam Şaban AYDEMİR'e,

Sevgisini ve sabrını hayatıma girdiği günden beri hissettiren, uzmanlık eğitimim boyunca en büyük destekçim ve yardımcım olan hayat arkadaşım, sevgili eşim, Sina TAGHİZADEH'e

EN İÇTEN TEŞEKKÜRLERİMLE...

## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI.....	ii
APPROVAL.....	iii
TEZ BEYAN SAYFASI.....	iv
BENZERLİK RAPORU .....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
TABLolar VE GRAFİKLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR.....	xi
ÖZET.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
<b>1. GİRİŞ ve AMAÇ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
2.1. Kök Kanal Tedavisi .....	3
2.2. Retreatment tedavisi .....	3
2.3. Endodontik Tedavinin Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	4
2.4. Endodontik Tedavi İçin Başarısızlık Faktörleri .....	5
2.4.1. Endodontik Tedavide Başarısızlık Faktörlerine Teorik Bakış Açısı .....	7
2.4.2. Retreatment Tedavisinde Başarısızlığa Neden Olan Faktörlere Klinik Bakış .....	13
2.5. Kök Kanal Dolgu Malzemelerinin Uzaklaştırılması .....	20
2.5.1. Güta Perka .....	21
2.5.2. Fiziksel ve Mekanik Yöntemlerle Kök Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılması .....	22
<b>3. AMAÇ .....</b>	<b>44</b>
<b>4. GEREÇ ve YÖNTEM.....</b>	<b>45</b>
4.1. Dişlerin Seçilmesi.....	45
4.2. Güç Analizi ve Deney Gruplarının Belirlenmesi.....	45
4.3. Araştırma Gruplarının Oluşturulması.....	46
4.4. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi ve Doldurulması .....	46
4.5. Kök Kanal Dolgu Maddesinin Uzaklaştırılması .....	47
4.5.1. Grupların Preparasyon ve Retreatment Tekniklerine Göre Dağılımı .....	47
4.7. Örneklerin Stereomikroskop Kullanılarak Değerlendirilmesi .....	54

4.8. Örneklerin SEM Kullanılarak İncelenmesi .....	56
4.9. Örneklerin Retreatment Sürelerinin Değerlendirilmesi.....	57
<b>5. VERİLERİN ANALİZİ .....</b>	<b>57</b>
<b>6. BULGULAR .....</b>	<b>58</b>
6.1. Kanallarda Kalan Artık Dolgu Materyalinin Toplam Yüzdesinin İncelendiği Örneklerle Ait Bulgular .....	58
6.1.1. Örneklerin KKDM Artığı Yüzdesinin Dört Ana Grup Açısından Değerlendirilmesi .....	58
6.1.2. Kök Kanal Dolgu Maddesi Artığı Yüzdesinin Döner Sistem Eğeleri Açısından Değerlendirilmesi .....	59
6.2. Örneklerin SEM Görüntülerinin Analizi .....	61
6.3. İşlem Süresi .....	64
6.3.1. İşlem Sürelerinin Dört Ana Grup Açısından Değerlendirilmesi.....	64
6.3.2. İşlem Sürelerinin Döner Ege Sistemleri Açısından Değerlendirilmesi	65
<b>7. TARTIŞMA .....</b>	<b>68</b>
<b>8. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>85</b>
<b>9. KAYNAKLAR .....</b>	<b>87</b>
<b>10. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
<b>11. EKLER.....</b>	<b>101</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 1:</b> ProTaper Universal Retreatment eğe sistemi (Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre).....	26
<b>Şekil 2:</b> Fanta AF™ Retreatment eğe sistemi (Fanta Dental Co. Ltd, Shanghai, Çin) .....	28
<b>Şekil 3:</b> WaveOne resiprok tek eğe sistemi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) .....	29
<b>Şekil 4:</b> PIPS™ uçlar: 9 mm uzunluğunda, 600 µm çapında uç ( sol ) ve 12 mm uzunluğunda, 400 µm çapında uç ( sağ ).....	37
<b>Şekil 5:</b> Araştırmamızda kullanılan kloroform (%99.8 Mediko Kimya, ADR Grup, İstanbul).....	50
<b>Şekil 6:</b> Araştırmada kullanılan lazer cihazı: LightWalker AT (Fotona, Ljubljana-Slovenia) .....	52
<b>Şekil 7:</b> Araştırmada kullanılan 400 µm PIPS fiber uç .....	52
<b>Şekil 8:</b> İsoMet Cihazı (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD).....	54
<b>Şekil 9:</b> Şeffaf akrile dikey olarak sabitlenmiş kökler (a) ve İsoMet cihazında dikey olarak ortadan ikiye ayrılmış parçaların fotoğrafı (b) .....	54
<b>Şekil 10:</b> Örneklerin stereomikroskoba (Olympus SZ61, Tokyo, Japonya) bağlanan bir dijital kamera (Toupcam 1080PHD,ToupTek, Çin) ile bilgisayara aktarılıp, incelenmesi.....	55
<b>Şekil 11:</b> Dikey kesit alındıktan sonra, x10 büyütme altında stereomikroskopta (Olympus SZ61, Tokyo, Japonya) görüntüleri alınan örneklerin, İmagej (1.53k, USA,1997) Programı'nda artık KKDM alanı ölçüm tekniği. ....	56
<b>Şekil 12:</b> Köklerden dikey kesit alındıktan sonra, x10 büyütme altında stereomikroskopta (Olympus SZ6, Tokyo, Japonya) görüntüleri alınan örneklerin, İmagej (1.53k, USA,1997) Programı'nda KKDM alanı ölçüm tekniği. ....	56
<b>Şekil 13:</b> SEM cihazı (Hitachi-SU 1510, Tokyo, Japonya).....	57
<b>Şekil 14:</b> A1 (EÖKU), B1 (ESKU), C1 (PIPS) ve D1 (GELENEKSEL) gruplarının PTUR eğe sistemi kullanılarak, farklı RT teknikleri uygulandıktan sonra kök kanallarının koronal (K), orta (O) ve apikal (A) üçte birinde kalan dolgu materyalinin SEM (x1500 büyütmede) görüntüleri. ....	62
<b>Şekil 15:</b> A2 (EÖKU), B2 (ESKU), C2 (PIPS) ve D2 (GELENEKSEL) gruplarının Fanta AF Retreatment eğe sistemi kullanılarak, farklı retreatment teknikleri uygulandıktan sonra kök kanallarının koronal (K), orta (O) ve apikal (A) üçte birinde kalan dolgu materyalinin SEM (x1500 büyütmede) görüntüleri. ....	63
<b>Şekil 16:</b> A3 (EÖKU), B3 (ESKU), C3 (PIPS) ve D3 (GELENEKSEL) gruplarının resiprok WaveOne Primary (kırmızı) tek eğe sistemi kullanılarak, farklı retreatment teknikleri uygulandıktan sonra kök kanallarının koronal (K), orta (O) ve apikal (A) üçte birinde kalan dolgu materyalinin SEM (x1500 büyütmede) görüntüleri. ....	64

## TABLolar VE GRAFİKLER LİSTESİ

- Tablo 1:** Endodontik başarı ve başarısızlık tablosu (Chandra 2009) .....5
- Tablo 2:** Araştırma grupları.....46
- Tablo 3:** Artık dolgu materyalinin toplam yüzdesi karşılaştırması. Farklı büyük harfler aynı satırdaki farklılıkları ifade etmektedir. Farklı küçük harfler aynı sütundaki farklılıkları ifade etmektedir. ....60
- Tablo 4:** İşlem süreleri karşılaştırması. Farklı büyük harfler aynı satırdaki farklılıkları ifade etmektedir. Farklı küçük harfler aynı sütundaki farklılıkları ifade etmektedir.....66
- Grafik 1:** 3 farklı eğe sistemi (ProTaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment, WaveOne eğeleri) ile sökülen kök kanal dolgu materyalinin, 4 farklı yöntem (A: Enstrümantasyondan önce kloroform uygulanan grup. B: Enstrümantasyondan sonra kloroform uygulanan grup. C: PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılan grup. D: Geleneksel iğneli irrigasyon yapılan kontrol grubu) açısından, toplam kök kanal alanına göre toplam yüzdesi. Her bir yöntem için aynı harfler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ). .....60
- Grafik 2:** 4 farklı yöntem (A: Enstrümantasyondan önce kloroform uygulanan grup. B: Enstrümantasyondan sonra kloroform uygulanan grup. C: PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılan grup. D: Geleneksel iğneli irrigasyon yapılan kontrol grubu) ile sökülen kök kanal dolgu materyalinin, 3 farklı eğe sistemi (ProTaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment, WaveOne eğeleri) açısından toplam kök kanal alanına göre toplam yüzdesi. Her bir yöntem için aynı harfler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ). .....61
- Grafik 3:** Kök kanal dolgu materyallerinin 4 farklı yöntem (A: Enstrümantasyondan önce kloroform uygulanan grup. B: Enstrümantasyondan sonra kloroform uygulanan grup. C: PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılan grup. D: Geleneksel iğneli irrigasyon yapılan kontrol grubu) açısından 3 farklı eğe sistemi (ProTaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment, WaveOne eğeleri) ile kanallardan çıkarılma süresi. Her bir yöntem için farklı harfler kullanılan preparasyon tekniklerinin işlem süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermektedir ( $p<0.05$ ). .....67
- Grafik 4:** Kök kanal dolgu materyallerinin 3 farklı eğe sistemi (ProTaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment, WaveOne eğeleri) açısından, 4 farklı yöntemle (A: Enstrümantasyondan önce kloroform uygulanan grup. B: Enstrümantasyondan sonra kloroform uygulanan grup. C: PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılan grup. D: Geleneksel iğneli irrigasyon yapılan kontrol grubu) kanallardan çıkarılma süresi. Her bir yöntem için farklı harfler kullanılan preparasyon tekniklerinin işlem süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermektedir ( $p<0.05$ ). .....67

## KISALTMALAR

<b><math>\mu</math></b>	: Mikro
<b>°</b>	: Derece
<b>%</b>	: Yüzde
<b>C°</b>	: Santigrat derece
<b>dk</b>	: Dakika
<b>sn</b>	: Saniye
<b><math>\mu\text{m}</math></b>	: Mikrometre
<b>mJ</b>	: Milijoule
<b>Hz</b>	: Hertz
<b>KKS</b>	: Kök kanal sökümü
<b>KKDM</b>	: Kök kanal dolgu materyali
<b>RT</b>	: Retreatment
<b>PTUR</b>	: ProTaper Universal Retreatment
<b>FA</b>	: Fanta AF Retreatment
<b>WO</b>	: WaveOne
<b>GP</b>	: Gütta-Perka
<b>NaOCl</b>	: Sodyum hipoklorit
<b>EDTA</b>	: Etilden diamin tetra asetikasit
<b>Nd:YAG</b>	: Neodymium katkılı itriyum, alüminyum ve garnet
<b>Er: YAG</b>	: Erbiyum katkılı itriyum, alüminyum ve garnet
<b>PIPS</b>	: Foton - İndüklü Fotoakustik Dalgalanma
<b>SEM</b>	: Scanning Electronic Microscope
<b>Ni -Ti</b>	: Nikel titanyum
<b>SAF</b>	: Self Adjusting File
<b>rpm</b>	: Revolutions per minute (dakikadaki devir sayısı)

## ÖZET

T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

### **Retreatment Tedavisinde Döner Eğe Sistemlerinin, Kloroformun Ve Foton İndüklü Fotoakustik Dalgalanmanın (PIPS) Kök Kanallarında Kalan Artık Dolgu**

#### **Maddesini Çıkarmadaki Etkinliğinin Değerlendirilmesi**

MÜGE SELİN TAGHI ZADEH TOUFIGHI

Endodonti Anabilim Dalı

Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi/Konya-2021

Bu çalışmanın amacı; AH Plus kanal patı ve Güta Perka ile doldurulmuş olan kanalları; ProTaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment ve WaveOne döner eğe sistemleriyle enstrümente etmeden önce kanallara kloroform uygulanması ve enstrümanete ettikten sonra kloroform uygulanmasının ve enstrümantasyon sırasında PIPS ile aktive irrigasyon yapılmasının, ayrı ayrı değerlendirildiği gruplarda kanal duvarları üzerinde kalan artık dolgu maddesi miktarına ve bu yöntemlerin tedavi süresine olan etkilerinin değerlendirilmesidir.

Mevcut araştırma için, 120 adet tek köklü insan alt premolar dişi kullanıldı, dişlerin kuronları uzaklaştırıldı ve kökler ProTaper-Next döner alet eğe sistemi kullanılarak X3'e kadar şekillendirildi. Örnekler AH Plus kanal patı ve Güta Perka kullanılarak lateral kondenzasyonla dolduruldu. Daha sonra farklı retreatment uygulama yöntemlerine göre N=30 olmak üzere 4 ana gruba ayrıldı. Örneklerle enstrümantasyon yapılmadan önce kloroform uygulanan grup (A), dişlere enstrümantasyon yapıldıktan sonra kloroform uygulanan grup (B), Foton İndüklü Fotoakustik Dalgalanma (PIPS) tekniğiyle irrigasyon aktivasyon yapılan grup (C) ve geleneksel iğneli irrigasyon yapılan kontrol grubu (D). Daha sonra her bir ana grup enstrümantasyon yapmak için kullanılan 3 farklı eğe sistemine göre (ProTaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment ve WaveOne) de 3 alt gruba (n=10) ayrıldı. Kanal dolgusu sökümü başlangıcından itibaren işlemin sonuna kadar kronometre ile her bir örneğin kanal söküm süreleri ölçüldü. Her bir alt gruptaki dişin kök kanal dolgusu söküldükten sonra dişler İsomat cihazında vertikal olarak ortadan ikiye ayrıldı. Daha sonra stereomikroskopta x10 büyütme altında kalan kök kanal dolgusu materyali incelendi. Kalan artık dolgu maddesinin toplam alanının, toplam kök kanal alanına göre yüzdesi imagej programında  $\mu\text{m}^2$  cinsinden hesaplandı. Ayrıca her alt gruptan 1 diş rastgele seçildi ve SEM de incelendi.

Streomikroskop sonuçlarının analizine göre; hiçbir grup tüm kök kanal dolgu materyali artığını tamamen ortadan kaldırmayı başaramadı. PIPS (C) tekniği kök kanal dolgu materyalini en iyi temizleyen yöntem oldu ( $p<0.05$ ). Kloroformun enstrümantasyondan önce uygulandığı, kloroformun enstrümantasyondan sonra uygulandığı gruplara ve sadece geleneksel iğneli irrigasyon yapılan kontrol grubuna göre kanallardan daha iyi kök kanal dolgusu uzaklaştırdı ( $p<0.05$ ). Kök kanal dolgu materyali kalıntısı konusunda enstrümantasyondan sonra kloroform uygulanan grup ve sadece geleneksel iğneli irrigasyon yapılan kontrol grubu arasında önemli bir fark çıkmadı ( $p>0.05$ ). Ayrıca alt gruplardaki tüm eğe sistemlerinin kök kanal dolgu materyali açısından aralarında anlamlı bir fark çıkmadı ( $p>0.005$ ). Gruplar arasındaki kanal söküm süreleri sonuçlarının istatistiğine göre; en uzun sürede kök kanal sökümü yapılan grubun enstrümantasyondan önce kloroform uygulanan grup olduğu

belirlendi ( $p<0.05$ ). PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılan grup ve enstrümantasyondan sonra kloroform uygulanan grubun arasında, süre açısından anlamlı bir fark çıkmadı ( $p>0.05$ ) En kısa sürede kanal dolgu sökümü, geleneksel iğneli irrigasyon yapılan kontrol grubunda gerçekleşti. Ege sistemlerinin kanal söküm süresi sonuçlarına göre en kısa süre Protaper grubunda ( $p<0.05$ ), en uzun süre de WaveOne grubunda ölçüldü ( $p<0.05$ ).

Sonuç olarak, kök kanalı dolgu materyalini uzaklaştırma işlemi için enstrümantasyon aralarında PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılması tavsiye edilebilir. Kanal dolgusu sökümünü iyileştirmek için enstrümantasyondan önce kloroform uygulanabilir. Ancak kloroformun enstrümantasyonun hangi aşamada kullanılması gerektiğine dair daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

**Anahtar kelimeler:** Retreatment, PIPS, kloroform.



## ABSTRACT

T.C. NECMETTIN ERBAKAN UNIVERSITY

FACULTY OF DENTISTRY

### **Evaluation Of The Effectiveness Of Rotary File Systems, Chloroform And Photoninduced Photoacoustic Streaming (PIPS) At Retreatment For Removing Residual Filler Removing In Root Canals**

Müge Selin TAGHI ZADEH TOUFIGHI

Department of Endodontics

Specialization Thesis/Konya-2021

The aim of this study; canals filled with AH Plus canal sealer and Gutta Percha; Evaluation of the effects of these methods on the amount of residual filling material on the canal walls and the treatment duration in groups where chloroform application to the canals before instrumentation with ProTaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment and WaveOne Reciprok rotary file systems and chloroform application after instrumentation and activated irrigation with PIPS during instrumentation were evaluated separately.

For the current research, 120 single-rooted human lower premolar teeth were used, the crowns of the teeth were removed, and the roots were shaped up to X3 using the ProTaper-Next rotary instrument file system. Teeth were filled with lateral condensation using AH Plus canal sealer and Gutta Percha. Then, according to different retreatment application methods, they were divided into 4 main groups as N=30. The group in which chloroform was applied before instrumentation of the teeth (A), the group in which chloroform was applied after instrumentation of the teeth (B), irrigation activation with the Photon Induced Photoacoustic Ripple (PIPS) technique treated group (C) and conventional needle irrigation control group (D). Then, each main group was divided into 3 subgroups (n=10) according to 3 different file systems (ProTaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment and WaveOne) used for instrumentation. From the beginning of the canal filling removal to the end of the process, the canal removal times of each sample were measured with a chronometer. After the root canal filling of the teeth in each subgroup was removed, the teeth were divided vertically in the middle using the Isomet device. Afterwards, the root canal filling material was examined under x10 magnification under the stereomicroscope. The percentage of the total area of the remaining residual filling material relative to the total root canal area was calculated in  $\mu\text{m}^2$  in the imagej program. In addition, 1 tooth from each subgroup was randomly selected and analyzed by SEM.

According to the analysis of stereomicroscope results; no group was able to completely remove all residual root canal filling material. The PIPS (C) technique was the best method for cleaning the root canal filling material ( $p < 0.05$ ). Root canal filling was removed better than the groups in which chloroform was applied before instrumentation, chloroform was applied after instrumentation, and the control group that received only conventional needle irrigation ( $p < 0.05$ ). There was no significant difference in root canal filling material residue between the group treated with chloroform after instrumentation and the control group treated with only conventional needle irrigation ( $p > 0.05$ ). In addition, there was no significant difference between all file systems in the subgroups in terms of root canal filling material ( $p > 0.005$ ). According to the statistics of the results of the channel removal times between the groups; It was determined that the group in which root canal removal took the longest time was the group in which chloroform was applied before instrumentation

( $p < 0.05$ ). There was no significant difference in time between the group with irrigation activation with PIPS and the group treated with chloroform after instrumentation ( $p > 0.05$ ). The root canal filling removal was performed in the shortest time in the control group with conventional needle irrigation. According to the results of the canal removal time of the file systems, the shortest time was measured in the Protaper group ( $p < 0.05$ ) and the longest time was measured in the WaveOne group ( $p < 0.05$ ).

In conclusion, it may be advisable to activate irrigation with PIPS between instrumentation for root canal filling material removal. Chloroform can be applied prior to instrumentation to improve root canal removal. However, more studies are needed to determine at what stage chloroform instrumentation should be used.

**Keywords:** Retreatment, PIPS, Chloroform.



## 1. GİRİŞ ve AMAÇ

Diş hekimliğindeki teknolojik gelişmeler, insanlara sunulan diş tedavisi ve bakımının kalitesini büyük ölçüde arttırmıştır. Bu gelişmeler, diş hekimliği hastalarının artan eğitimi ve farkındalığıyla bağlantılı olarak, diş yapısının, insanların yaşamları boyunca sağlam kalması gerektiği görüşünü benimsetmeye yardımcı olmuştur. Bu değişimlerle birlikte geleneksel kök kanal tedavisine duyulan ihtiyaç da önemli ölçüde artmıştır (Hülsmann ve Bluhm 2004).

Güncel çalışmalar, her yıl tedavi edilen endodontik vaka sayısının 24 ila 50 milyon arasında değiştiği tahmin edilmektedir. Bu duruma bağlı olarak geleneksel kök kanal tedavisine duyulan ihtiyaçta önemli ölçüde artmıştır. Örneğin, ilk kez kanal tedavisi görmüş dişler için başarı oranı %85 - %90 arasındadır. Bu da istatistiksel olarak vakaların %10 - %15' lik bir kısmının, yani en az 2,4 milyon vakanın başarısız olduğu anlamına gelmektedir. Bu durum, endodontinin geleceğinde, başarısız vakaların yeniden tedavisi (retreatment) ile uğraşmayı gerektirecektir (Wong 2004).

Retreatment (RT) tedavisi, önceki kök kanal dolgu materyallerinin (güta-perka ve endodontik patlar) tamamen çıkarılmasını ve sağlıklı periapikal dokular oluşturmak için kanal sisteminin yeniden şekillendirilmesini, temizlenmesini, dezenfeksiyonunu ve tekrar doldurulmasını kolaylaştıracak gerekli yolları oluşturmayı amaçlar (Stabholz ve Friedman 1988). Enfekte kök kanal dolgu materyallerinin kalıntıları, mekanik ve kimyasal yöntemlerle temizleme ve dezenfeksiyonun etkinliğini tehlikeye atabilir (Hülsmann ve Bluhm 2004). Bu nedenle, kök kanal dolgu materyallerinin (KKDM) tamamen çıkarılması, RT tedavisinin sonuçları için önemlidir. Güta perka (GP) ve endodontik patın kanal duvarlarından daha iyi uzaklaştırılmasını sağlamak için daha uygun aletler ve bunların tedavi prosedürleriyle, kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu daha iyi bir şekilde sağlanabilir (Bueno ve ark. 2006). Kimyasal ve mekanik teknikler (çözücüler, paslanmaz çelik el eğeleri, Nikel Titanyum döner ege sistemleri), lazerler, ultrasonikler gibi çok sayıda farklı yöntemin ve bu yöntemlerin kombinasyonunun KKDM' yi uzaklaştırmak için kullanılabileceği bildirilmiştir (Bodrumlu ve ark. 2008; Good ve McCammon 2012) Ancak bu tekniklerin hiçbiri tek başına veya

birlikte kök kanallarından dolgu materyallerini tamamen çıkaramamıştır (Hiltner ve ark. 1992; Somma ve ark. 2008).

Wilcox (1993), çözücü kullanılmadan kök kanal sistemini etkili bir şekilde temizlemenin mümkün olmadığını öne sürmüştür. Karşıt görüşten bazıları da, çözücülerin GP' yi kendiliğinden çıkarmadığını, bunun yerine kanal duvarına yapışan ince bir güta-perka filmi oluşturarak guttanın tespit edilmesini ve ortadan kaldırılmasını zorlaştırdığını iddia etmişlerdir (Barreto ve ark. 2016; Colombo ve ark. 2016). Bu konuya yardımcı olması açısından bazı lazer türlerinin ve çözücülerin de cerrahi olmayan RT tedavisinde etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Ancak irrigasyon aktivasyonu için Er:YAG lazer sistemi ile çalıştırılan foton-indüklü fotoakustik dalgalanma (PIPS) tekniğinin RT tedavisinde kullanımını araştıran çalışma sayısı azdır. Kloroformun, enstrümantasyondan önce veya sonra kullanımın farklı etkileri olduğuna dair görüşler bulunmaktadır ve bu konu hakkında da literatürde yeterli çalışma bulunmamaktadır (Rossi-Fedele ve Ahmed 2017). RT tedavisinde, hangi yöntemlerin daha etkili olduğu ve çözücülerin kök kanalı dolgusunun giderilmesi için gerekli olup olmadığı halen araştırma konusudur (Peters ve ark. 2015).

Bu çalışmanın amacı RT tedavisinde, kanal duvarlarında kalan artık kök kanal dolgu materyallerinin (KKDM) çıkarılmasında, kanalların 3 farklı döner eğe sistemiyle (ProTaper Universal Retreatment Sistemi (PTUR), WaveOne (WO) eğe sistemi, Fanta AF Retreatment Eğe Sistemi (FA) enstrümente edilmeden önce kloroform uygulanmasının, enstrümantasyondan sonra kloroform uygulanmasının ve PIPS tekniği ile irrigasyon aktivasyonu yapılmasının ayrı ayrı değerlendirilmesidir. Ayrıca kök kanal dolgularının uzaklaştırılmak için gerekli sürenin hesaplanması da amaçlanmaktadır.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1.Kök Kanal Tedavisi**

Kanal tedavisinin başlıca amacı, kanal sistemini temizlemek, şekillendirmek ve dişin yeniden enfeksiyonunu önlemek amacıyla sızdırmaz bir şekilde 3 boyutlu olarak doldurmaktır (Schilder 1974; Schilder 2006). Birincil kök kanal tedavisi, uzun süredir devam eden yüksek klinik ve radyografik başarı oranlarına sahip iyi tanımlanmış ve güvenilir bir tedavidir (Harty ve ark. 1970). Çürük veya travma sebebiyle pulpal ve periapikal dokularda hastalığa sahip olan bir dişe yapılan kök kanal tedavisinde amaç uzun dönem konfor, fonksiyon, estetik ve yeniden bir enfeksiyona karşı koruma sağlamaktır. Bu amaca tam bir temizleme, şekillendirme, tıkkama ve iyi bir restorasyonla ulaşılabilir (Sjögren ve ark. 1990).

### **2.2. Retreatment tedavisi**

İlk yapılan kök kanal tedavisinin yüksek oranda başarı göstermesi beklenmesine rağmen, tedaviden sonra başarısızlıklar ortaya çıkabilmektedir (Salehrabi ve Rotstein 2004; Torabinejad ve ark. 2007). Yayımlanan son çalışmalarda, ilk kanal tedavisi için %14 - %16 başarısızlık oranları bildirilmiştir (Torabinejad ve ark. 2007). Kök kanal tedavisine rağmen klinik semptomların veya periapikal patolojinin devam ettiği dişlerde, hastanın dişi koruma konusundaki isteğine bağlı olarak, ortograd yoldan kanal tedavisinin yenilenmesinin var olan problemi çözümlenebileceği düşünülüyorsa; dişin restore edilebilir olup olmadığına ve periodontal sağlık durumlarına bakılarak RT tedavisine karar verilir (Torabinejad ve ark. 2009).

RT tedavisi; koronal restorasyon ve varsa postların çıkarılması, kırık aletlerin çıkarılması, mevcut kök kanalı dolgusunun tamamen uzaklaştırılması, kök kanalı sisteminin yeniden gerektiği gibi şekillendirilmesi, dezenfeksiyonunun sağlanması, kök kanalı dolgusunun optimal biçimde tekrarlanması ve dişin restore edilmesi aşamalarını içeren detaylı bir tedavi yöntemidir. Bu tedavi kök kanal dolgusu yapılan dişte ağrı, enflamasyon, fistül veya şişlik varsa, radyografik olarak yetersiz kök kanal dolgusu gözlemleniyorsa, yeni oluşan veya inatçı apikal periodontitis varsa ve koronal restorasyonun değiştirileceği olgularda kök kanal dolumu yetersiz ise endikedir (Endodontology 1994).

Son yıllarda endodontik tedavi başarısız olduğunda ilk olarak cerrahi uygulamalar yerine, endodontik tedavinin konservatif olarak yenilenmesi tercih edilmektedir (Demiryürek ve ark. 2010). Bunun sebebi, başarısızlığın en önemli nedenlerinden biri olan intraradiküler enfeksiyonun ortadan kaldırılırken uygulanan geleneksel RT işleminin, non-invaziv bir tedavi seçeneği olmasıdır. Hasta açısından da daha az travmatik olduğundan komplikasyon riski cerrahi uygulamalardan çok daha düşüktür ve tedavi sonucunda cerrahi uygulamalara göre daha yüksek oranda başarı elde edilir (Berman ve Hargreaves 2015).

Kök kanal sistemi içindeki GP ve kanal dolgu materyalinin üzerinde nekrotik doku ve mikroorganizma artıkları kalmışsa, bu materyaller kalıcı inflamasyon ve ağrıya neden olabilir. Bu durum RT tedavisi açısından ilerleyen dönem başarısızlık nedeni olabilir (Schirmermeister ve ark. 2006; van der Sluis ve ark. 2010). Başarılı bir retreatment işlemi yapılabilmesi için kanal duvarlarından dolgu maddesinin tamamının uzaklaştırılması önemlidir (Madani ve ark. 2015).

### **2.3. Endodontik Tedavinin Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

Endodontik tedavinin sonuçlarının değerlendirmesi için, klinik muayenede semptom ve bulgulara bakılır, periapikal dokuların radyografisi alınır ve biyopsi örneklerinin değerlendirilmesi için histolojik incelemeler yapılır. Spontan ağrı, perküsyon, palpasyon, şişlik ve fistül klinik bulgulardır. Ancak hastada klinik semptom ve bulguların gözlenmemesi dişin sağlıklı olduğu anlamına gelmemektedir. Klinik semptomlar her zaman görünmediği için, biyolojik değerlendirme yapılırken öncelikle radyografik bulgular değerlendirilmelidir (Endodontology 1994).

Endodontik tedavi açısından başarıyı tanımlayan klinik bulgular şunlardır: ağrının olmaması, tedaviden önce iltihaplanma ve fistül varsa tedavi sonrasında bunların ortadan kalkmış olması, alveol kemiğinin ve dişin korunmuş olmasıdır. Radyografide mevcut periapikal kemik lezyonunun tam olarak iyileşmesi ve 6 aydan 24 aya kadar olan bir süre boyunca lamina duranın normal görünmesi de başarıyı belirleyecek radyografik bulgulardır. Ancak periapikal yapıların tam olarak onarılması için, inflamatuvar hücrelerinin bulunmadığı bir iyileşme gerçekleşmelidir (Tabassum ve Khan 2016).

Endodontik tedavinin sonuçları değerlendirilirken kaçınılmaz olarak birçok değişkenin hesaba katılması gerekir ve çoğu vakayı tanımlamak kolay olmayacaktır. Endodontik başarının histolojik olarak tanımlanması ve iyileşmenin tam olarak gerçekleşmesi için periapikal dokularda enflamatuar hücreler kalmamış olmalıdır (Abbott 1991). Önceki çalışmalarda gösterildiği gibi bu hedefe ulaşmak zordur (Brynolf 1967). Bu nedenle, sonucu değerlendirmek için radyografik ve klinik göstergelere bakılmaktadır. Abbott, başarılı tedaviye karşı, tedavi başarısızlığına ilişkin birkaç gösterge önermiştir. Bu parametrelerin gözden geçirilmesi, endodontik başarıyı ve ilgili değişkenleri değerlendirirken faydalı olacaktır.

**Tablo1:** Endodontik başarı ve başarısızlık tablosu (Chandra 2009)

<b>Endodontik Başarı</b>	<b>Endodontik Başarısızlık</b>
Tedaviden sonra klinik enfeksiyon, inflamasyon belirtisi veya semptom yoktur	Tedavi edilen dişte semptomatik veya anormal görünümün olması
Devam eden patolojinin radyografik belirtileri yoktur	Endodontik tedaviden sonra radyografilerde periapikal bir lezyonun olması
Daha önce var olan periapikal radyolüsensinin boyutunda ve yoğunluğunda azalma vardır	Daha önce radyografik olarak belirgin olan periapikal bir lezyonun tedaviden sonra iyileşmediğinin veya büyüdüğünün görülmesi
Fonksiyon kaybı yoktur	Yumuşak dokuda palpasyonda veya diğer muayenelerde anormal tepkinin olması

#### **2.4.Endodontik Tedavi İçin Başarısızlık Faktörleri**

Endodontik tedavinin amacı; enfekte olmuş pulpa dokusunun ve kök kanal sisteminin tamamen debride edilip, temizlenmesidir. Herhangi bir yeniden enfeksiyon olasılığını önleyebilmek veya en aza indirebilmek için kanal boşluğu şekillendirilip, inert bir malzeme ile doldurulacak şekilde hazırlanır. Ancak, endodontik tedavi standart klinik prensiplerin altına düştüğünde başarısızlık ortaya çıkar (Siqueira Jr 2001).

RT tedavisi için ilk ve en önemli adım, endodontik başarısızlığın nedenini belirlemektir. Endodontik tedavi, %86 - 98' e kadar bildirilen başarı oranlarına sahiptir (Song ve ark. 2011). Bununla birlikte, endodontik tedavinin “başarı” kriterlerinin tutarlı bir şekilde tanımlanması konusunda literatürde bir fikir birliği yoktur. Aynı şekilde başarısızlığın da değişken tanımları vardır. Bazı çalışmalarda

başarısızlık, periapikal radyölüsensinin varlığı ile birlikte klinik semptomların tekrarlaması olarak tanımlanmıştır (Ashley ve Harris 2001).

Literatür boyunca, bu faktörler endodontik başarı oranları üzerindeki etkileri konusunda hem fikir birliği hem de fikir ayrılığı ile değerlendirilmiş ve gözden geçirilmiştir. Tedavinin başarılı olduğundan ve söz konusu dişin işlevsel olduğundan emin olmak için hasta takip programına alınmalıdır (Siqueira Jr 2001). Bu postoperatif gözlem ve takip süresinin minimum 6 ay ila 5 yıl arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Şahinkesen 2006).

Endodontik tedavinin başarısızlığına sayısız faktör dahil edilmiştir ancak genel olarak endodontik başarısızlığa atfedilebilecek olağan faktörler şunlardır (Tabassum 2016):

- Dirençli bakterilerin kalması (kanal içi ve kanal dışı)
- Kanalin yetersiz doldurulması (kötü temizlenmiş ve tıkanmış kanallar)
- Kök kanal dolgu materyallerinin kanal dışına taşması
- Uygun olmayan koronal dolgu (sızıntı)
- Tedavi edilmemiş kanallar (hem ana hem de aksesuar kanallar)
- Zayıf giriş kavitesi tasarımı gibi iyatrojenik prosedür hataları
- Enstrümantasyon komplikasyonları

Başarısızlığın en yaygın nedenleri, yetersiz enstrümantasyon yapılmış kanallar nedeniyle kök kanallarının apikal bölümlerinde patojen mikrobiyal floranın kalması ve yeterince temizlenmemiş karmaşık kök kanal anatomisidir (Nair ve ark. 1990). Daha önce, dentin tübüllerinde veya kök kanal sisteminin karmaşık anatomik düzensizliklerinde bulunan kalıcı intraradiküler enfeksiyonlar, kök kanal tedavisinin başarısız olmasına neden olabilmektedir (Stropko 1999; Nair 2006).

Mikrobiyal olmayan faktörlerin de endodontik tedavi başarısızlığına neden olabileceği öne sürülmüştür. Ancak literatürde, kalıcı intraradiküler veya sekonder enfeksiyonların ve bazı durumlarda ekstraradiküler enfeksiyonların, hem kötü tedavi edilmiş hem de iyi tedavi edilmiş kök kanallarının başarısızlığının başlıca nedenleri olduğunu ileri sürülmüştür (Siqueira Jr 2001).

Endodontik başarısızlıkların ekstraradiküler nedenleri arasında ise periapikal aktinomikoz (Tronstad ve ark. 1990), ekstrüde endodontik materyallerin neden olduğu yabancı cisim reaksiyonu (Koppang ve ark. 1989; Nair 1999), apikal dokularda endojen kolesterol kristallerinin birikmesi (Nair 1999) ve kistik lezyonlar gösterilmiştir (Simon 1980; Nair ve ark. 1996).

#### **2.4.1. Endodontik Tedavide Başarısızlık Faktörlerine Teorik Bakış Açısı**

##### **2.4.1.1. Mikrobiyolojik Nedenler**

Endodontik enfeksiyonların ana nedeni, planktonik bakteriler veya biyofilmlerdir. Biyofilmler, patojenlere verimli metabolik çeşitliliğe sahip daha uygun bir yaşam alanı sağlar. Bu koordineli işlevsel topluluklar, bakterileri; rekabetçi mikroorganizmalara, antimikrobiyal ajanlara ve konak savunmalarına karşı korur ve dolayısıyla bakterilerin patojenitesini artırır (Ricucci ve Siqueira Jr 2010). Bununla birlikte, bir enfeksiyonun biyofilmden kaynaklanıp kaynaklanmadığını belirlemek kolay değildir. Bu nedenle Parsek ve Singh (2003), biyofilmlerin neden olduğu enfeksiyonları tanımlamak için bazı kriterler önermişlerdir. Bu kriterlerin gerçekleşmesi için bakterilerin bir yüzeye bağlanması gereklidir. Enfekte olmuş dokular incelendiğinde, ortamda hücre dışı matrisle çevrili bazı mikrokoloniler gözlenmelidir. Enfeksiyon belirli bir yerle sınırlı olmalıdır ve antibiyotiklerle ortadan kaldırılması zor veya imkansız olmalıdır.

Biyofilmler hem intraradiküler hem de ekstraradiküler olarak konumlanabilirler. Çoğu zaman vakaların %77' sinde intraradiküler bölgededirler, yalnızca %6' sı ekstraradiküler bölgede bulunurlar. Ayrıca intraradiküler biyofilm varlığının genellikle uzun süreli periapikal lezyonlar ile ilişkili olduğu ve özellikle kistlerde, granülomlara göre istatistiksel olarak daha yüksek sıklıkta bulunduğu keşfedilmiştir (Ricucci ve Siqueira Jr 2010).

Endodontik tedaviden sonra başarısızlığa neden olan vakalarda mevcut olan patojeni bulmaya ilişkin farklı çalışmalar, apikal periodontitisli dişlerin kök kanal biyofilm kompozisyonunu analiz etmişlerdir. Bu mikroorganizmalar, endodontik tedavi sırasında gerçekleştirilen mekanik ve kimyasal enstrümantasyondan kaçınmalarını sağlayan belirli özelliklere sahiplerdir. Antimikrobiyal ajanların etkin olamadığı, enstrümantasyonla ulaşılması neredeyse imkansız olan ana kanallardan

uzak alanlara kolonize olurlar. Doku artıkları, dentin, serum ve ölü hücreler ile beslenirler. Dahası bu bakteriler antimikrobiyal ajanlara dirençlidirler. Alternatif metabolik yollar kullanarak ortama adapte olabilir, biyofilmlerine bakteri toplayabilir ve bu bakterilerle sinerjistik etkileşimde bulunabilirler (Siqueira Jr ve Rôças 2008).

#### **2.4.1.2. İntraradiküler Enfeksiyon**

Endodontik tedavi sonrası apikal periodontitis gelişimi; tedaviye rağmen devam eden, tedaviden sonra acil durum yaratan veya iyileştikten sonra yeniden gelişen yani tekrarlayan enfeksiyon olarak kategorize edilmektedir (Siqueira ve ark. 2011). İnatçı enfeksiyona, esas olarak kalıcı (persistant) intraradiküler enfeksiyon (tedavinin etkilerini atlatan bakteriler) neden olurken, ortaya çıkan hastalığa ikincil enfeksiyonlar (tedavi sırasında kontaminasyon veya tedaviden sonra koronal sızıntı) neden olmaktadır (Siqueira Jr 2002).

İnatçı enfeksiyonda bakteriler, tedaviden sonra yıllarca kanalda hayatta kalmayı başarırlar. Çevresel değişikliklere yanıt olarak yeniden büyüyüp, enfeksiyonu aktive ederek hastalığın tekrarlamasına neden olabilirler. Kalıcı enfeksiyonlara neden olan bakteriler genellikle lateral kanallar, apikal dallanmalar ve istmuslar dahil olmak üzere enstrümantasyondan ve antimikrobiyal maddelerden etkilenmeyen bölgelerde bulunurlar (Nair ve ark. 2005; Ricucci ve Siqueira Jr 2010). Bakteriler, özellikle enstrümanlarla dokunulmamış ana kanalların duvarlarında da kalabilirler (Paqué ve ark. 2010).

Bakterilerin dentin tübüllerine invazyonu potansiyel bir kalıcı enfeksiyon kaynağı olarak kabul edilmiştir (Haapasalo ve Ørstavik 1987; Love ve Jenkinson 2002). Ancak tedavi sonrası tekrarlayan hastalığın bir nedeni olarak dentin tübüllerinin enfeksiyonu hakkında tartışılmış bir çalışma yoktur (Peters ve ark. 1995).

Kök kanal sistemini doldurmadan önce enfeksiyon, etkili bir şekilde ortadan kaldırılsa kanal tedavisinden olumlu sonuç alma şansı önemli derecede yükselir. Bununla birlikte, kanal dolumu sırasında mikroorganizmalar kök kanalında kalırsa veya doldurulduktan sonra kanala nüfuz ederse, tedavinin başarısız olma riski daha yüksektir (Byström ve ark. 1987). Sekonder enfeksiyon riskinin ne kadar yüksek olacağı kök dolgusunun ve koronal restorasyonun kalitesine bağlıdır (Saunders ve

Saunders 1994). Çoğu durumda, iyi tedavi edilmiş dişlerde bile endodontik tedavinin başarısızlığı, kök kanal sisteminin apikal kısmında bulunan mikroorganizmaların bir sonucudur. Çalışmalar, kullanılan teknik ve araçlardan bağımsız olarak, kök kanal boşluğunun bir kısmının kemomekanik preparasyon sırasında genellikle dokunulmadan kaldığını göstermiştir (Lin ve ark. 1992).

Kanal tedavili bir dişte mikroorganizmalar hayatta kalabilmek için kanal içi dezenfektanlarına dirençli olmalı ve çok az besin bulunan bir ortama bile uyum sağlamalıdır. Bu kabiliyete sahip birkaç mikrobiyal tür, kanal tedavisinin başarısızlığında rol oynayabilir. (Sjögren 1996). Bununla birlikte, dentin tübülleri ve isthmus gibi alanlarda bulunan bakteriler için besin miktarı önemli ölçüde azalır. Bu tür anatomik bölgelerde, kök kanal dolgusu tarafından engellenen bakteriler genellikle ölümler ve periradiküler dokulara erişemezler. Dolguyla diş arasında sıkışsa bile, bazı bakteri türleri, doku kalıntılarını ve ölü hücreleri tüketerek nispeten uzun süreler boyunca hayatta kalabilirler. Kalıcı periradiküler lezyonlu olup tedavi edilen dişlerde canlı mikrobiyal hücre ve artığının bildirilmiş olması, mikroorganizmaların kök kanal boşluğuna sızan doku sıvısından beslendiğini göstermektedir (Sjögren 1996; Sundqvist ve ark. 1998; Hülsmann ve Bluhm 2004).

Başarısız vakalarda görülen mikrobiyota, tedavi edilmeyen dişlerde (birincil kök kanal enfeksiyonu) görülenden belirgin şekilde farklıdır. İkincil enfeksiyon, tipik olarak gram-negatif anaerobik çubukların baskın olduğu karışık bir enfeksiyondan oluşurken, primer enfeksiyon genellikle bir veya birkaç bakteri türünden oluşur. Bunlar genellikle gram pozitif bakterilerdir ve fakültatif veya anaerob bakteriler görünürde baskın değildir.

Möller (1966), başarısız vakaları inceledikten sonra, kök kanalı başına ortalama 1,6 bakteri türü rapor etmiştir ve izolatların %51' inde anaerobik bakterilerin varlığını belirlemiştir. Vakaların %29 'unda *Enterococcus faecalis* bulunmuştur.

Sundqvist ve ark. (1998), ortalama 1.3 kök kanal başında bakteri türü gözlemlemiş ve geri kazanılan suşların %42' sinin anaerobik bakterilerden oluştuğunu belirtmiştir. *E. faecalis*, enfekte olmuş kök kanallarının %38' inde tespit edilmiştir. Bu fakültatif bakteri, birincil kök kanal enfeksiyonu vakalarının düşük

sayıda bir kısmından sorumluyken, genellikle ikincil ve kalıcı kök kanal enfeksiyonlarından sorumlu olan asıl mikroorganizma türü olarak izole edilmiştir.

*E. faecalis* suşlarının, kalsiyum hidroksit dahil olmak üzere birçok ilaca aşırı derecede dirençli olduğu gösterilmiştir (Siqueira Jr ve ark. 1999). Bu nedenle, *E. faecalis* kök kanalına yerleştiğinde, geleneksel yollarla ortadan kaldırılmasının son derece zor olabileceği belirtilmiştir (Molander ve ark. 1998).

Tedavinin başarısız olduğu apikale ulaşılmamış dişlerin kök kanallarında maya benzeri mikroorganizmalar da bulunmuştur (Nair ve ark. 1990). Apikal periodontitisi olan, kök kanal tedavisi tamamlanmış dişlerde en sık izole edilen mantar türü ise *Candida albicans*' tır. Bunun nedeni bu mantar türünün endodontide kullanılan dezenfektanlara karşı oldukça dirençli olmasıdır. Bu durum ilk kez enfeksiyona neden olan mikroorganizmaların, kök kanal sisteminden iyi temizlenemeyerek, kanalda kalmaları nedeniyle oluşur (Siqueira Jr ve Rôças 2008).

#### **2.4.1.3. Ekstraradiküler Enfeksiyon**

Periradiküler lezyonlar, mikroorganizmaların daha fazla yayılmasını önlemek için vücudun bir bariyer oluşturmasıdır. Kemik dokusu rezorbe olur ve kemiğin yerine fagosit hücreleri, antikolar, savunma elemanları gibi moleküller içeren granümatöz bir doku oluşur (Siqueira Jr ve ark. 1997). Polimorfonükleer lökositlerden oluşan yoğun bir duvar veya daha az sıklıkla oluşan epitelyal tıkaç, genellikle apikal foramende bulunur ve mikroorganizmaların periradiküler dokulara çıkışını bloke eder (Nair 1987). Çok az endodontik patojen bu tür engellerden geçebilir. Ancak bakteriler bu bariyeri geçemese de, onların mikrobiyal ürünleri bu savunma bariyerinden geçebilir ve periradiküler patojenleri indükleyebilir.

Son zamanlarda kök kanal tedavisinin başarısızlığında ekstraradiküler kalıcı mikroorganizmaların potansiyel rolü olduğu düşünülmektedir. Bakteri kültürleri ve mikroskopik çalışmalar, hem tedavi edilmiş hem de tedavi edilmemiş kök kanallarında ekstraradiküler enfeksiyonların ortaya çıktığını bildirmiştir (Tronstad ve ark. 1987; Iwu ve ark. 1990; Wayman ve ark. 1992; Lomcali ve ark. 1996). Periradiküler dokularda oluşan mikroorganizmalara, endodontik dezenfeksiyon prosedürleriyle erişilemediğinden, ekstraradiküler enfeksiyon, endodontik tedavinin başarısızlığına neden olabilmektedir.

Patojenler zor şartlarda hayatta kalmalarını sağlayan mekanizmalar geliştirmişlerdir. İmmüneyi baskılayarak fagositlerin yıkımından kaçabilirler, antijenik özelliklerini değiştirebilirler, antikor moleküllerinin proteolizini indükleyerek savunma hücrelerinin ve moleküllerinin faaliyetlerinden kaçabilirler (Siqueira Jr ve ark. 1997). Bununla birlikte, az sayıda oral mikroorganizma, bu konakçı savunma mekanizmalarının üstesinden gelme ve böylelikle ekstradiküler bir enfeksiyonu indükleme kabiliyetine sahiptir. Günümüzde, ekstradiküler enfeksiyonlarda rol oynadığı düşünölen bazı bakteri türleri; *Actinomyces* ve *Propionibacterium propionicum* gibi bazı oral mikroorganizmalardır (Nair ve Schroeder 1984; Sjögren ve ark. 1988; Sakellariou 1996).

Tronstad ve ark. (1990), dirençli enfeksiyonlu dişleri inceleyerek, apikal foramenlere bitişik bakteriyel biyofilmlerin ve periradiküler granömların içinde bulunan bakteri kolonilerinin oluşumunu bildirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, tedaviye dirençli bir klinik vakada mikrobiyolojik bir numune, kök kanalının bakteri içermediğini veya kalıcı intrakanal mikroorganizmaların olup olmadığını klinisyene gösterebileceğini bildirmişlerdir. Kök kanal örneklerinde kültürler negatif çıktıktan sonra kanal doldurulur. Daha sonra iyileşme olmazsa, ekstradiküler enfeksiyondan şüphelenilebilir. Kök kanal sistemi içinde mikroorganizmaların mevcut olabileceğini ancak alınan örneklerde bu durumun gözden kaçmış olabileceğini, çalışmalarının limitasyonu olarak bildirmişlerdir.

Kanal içi dezenfeksiyon prosedürleri veya sistemik olarak uygulanan antibiyotikler apikal foramen dışında bulunan bakterileri kolayca etkilememektedir. Mikroorganizmaları ortadan kaldırmak ve periradiküler biyofilmleri ayrıştırmak için endodontik ilaçların periradiküler dokulara yerleştirilmesi yeterli görünmemektedir. Daha önce belirtildiği gibi, asemptomatik vakalarda ekstradiküler enfeksiyonları klinik olarak teşhis etmek zordur. İkinci olarak, endodontik ilaçların çoğu sitotoksiktir ve apikal ekstrüzyondan sonra antimikrobiyal etki gösteremeyebilirler. Biyofilmlerle mücadele için cerrahi olmayan konvansiyonel retreatment tedavisinin başarılı olması şüpheli görünmektedir. Bu nedenle, inatçı ekstradiküler enfeksiyonlar varsa periradiküler cerrahi ile tedavi edilmelidirler (Siqueira Jr 2001).

#### 2.4.1.4. Kist

Endodontik tedavinin sonucunu etkileyebilecek diğerk bir faktör epitelin rolüdür. Malassez epitel kalıntıları ortamda varlığını devam ettirirse, doğru uyarınlarla çoğalarak "cep" veya "gerçek" kiste dönüşebilirler (Chandra 2009). Çoğu kist başarıyla tedavi edilebilir, ancak bazı durumlarda minör cerrahi de gerekebilir. Ancak radiküler kistlerin, endodontik tedavilerde başarısızlık nedeni olup olmadığı hala tartışmalıdır. Geleneksel kök kanal tedavisinden sonra periradiküler kistlerin büyük çoğunluğunun iyileştiğı ortaya konmuş olsa da (Morse ve ark. 1975), epitel tabakası ile tamamen çevrelenmiş kaviteler içeren gerçek kistlerin iyileşmediğı öne sürülmüştür (Nair ve ark. 1993).

Kök kanal tedavisi başarısız olmuş vakaların çoğu intraradiküler veya ekstraradiküler enfeksiyonlarla ilişkilidir. Ancak bazı vakaların intrinsik veya ekstrinsik mikroorganizma kaynaklı olmayan faktörler nedeniyle de başarısız olabileceğı öne sürülmüştür. Bir çalışmada, ışık ve elektron mikroskopu ile periradiküler kist olarak teşhis edilmiş, cerrahiyle çıkarılmış, tedaviye dirençli bir lezyon bildirilmiştir (Nair ve ark. 1993). Bu kistin epitel zarı etrafındaki bağ dokusunda çok sayıda kolesterol kristali gözlenmiştir. Mikroorganizmalar tespit edilmediğinden araştırmacılar başarısızlığı kolesterol kristallerine karşı yabancı cisim reaksiyonuna bağlamışlardır. Kolesterol kristallerinin, eritrositler, lenfositler, plazma hücreleri ve makrofajlar dahil olmak üzere parçalanmış konakçı hücrelerden salınırken çökeldiğine ve biriktiğine inanılmaktadır. Bunlar kronik periradiküler lezyonlarda çok sayıda gözlenebilirler. Çözülemeyen kronik inflamasyonlarda kolesterol kristallerinin etiyolojik bir faktör olabileceğı gösterilmiştir (Nair ve ark. 1998). Çok çekirdekli dev hücreler bu kristalleri çıkarmada etkisiz kalırlarsa kristaller birikmeye devam ederler ve kalıcı periradiküler lezyonlara neden olabilirler.

Radiküler bir kistin gelişmesi ve endodontik tedavi başarısızlığının nedeni olup olmadığı sorusu hala tartışmalı bir konudur. Konvansiyonel kök kanal tedavisinden sonra periradiküler kistlerin çoğunun iyileştiğı ortaya çıkmasına rağmen (Morse ve ark. 1975), epitelyal zarla tamamen çevrelenmiş boşluklar içeren gerçek kistlerin iyileşmediğı öne sürülmüştür (Nair ve ark. 1993 ). Böyle bir ifade, gerçek kistlerin, kök kanal sistemindeki iritlanların varlığından veya yokluğundan bağımsız olmaları nedeniyle kendi kendilerini devam ettirdikleri teorisine dayanmaktadır (Nair

1998). Bununla birlikte, kist boşluğunun oluşumunun, epitel hücrelerine saldıran immünolojik reaksiyonlardan kaynaklandığı da ileri sürülmüştür (Torabinejad 1983). İmmünolojik teori doğruysa, epitelyal proliferasyonun nedeni olan iritanlar ortadan kaldırılınca gerçek kistlerin de iyileşmesi beklenir. Bugüne kadar, farklı tipte periradiküler kistlerin iyileşmesiyle ilgili bir dizi teoriye rağmen, bu teoriyi destekleyen herhangi bir önemli bilimsel kanıt yoktur. Teorik olarak, kök kanallarına açık epitelize boşluklar içeren kistler (bay kist veya periradiküler cep kisti), gerçek kistlere göre daha yüksek enfekte olma riskine sahiptirler. Kist boşluğu içinde, kök kanal sisteminden çıkan mikroorganizmalar, savunma molekülleri (antikorlar ve kompleman sisteminin bileşenleri) ve epitelden kist lümenine geçiş yapan polimorfonükleer nötrofillerle savaşırlar. Kist boşluğunun morfolojik özelliklerinden dolayı, konakçı savunma mekanizmaları, mikroorganizmaları ortadan kaldırmada etkili olmayabilir. Kalıcı mikrobiyal hücreler ve bunların kist lümeni içindeki ürünleri, iyi tedavi edilmiş kök kanallarında bile periradiküler inflamasyonun devam etmesine neden olabilirler (Siqueira Jr 2001).

## **2.4.2. Retreatment Tedavisinde Başarısızlığa Neden Olan Faktörlere Klinik Bakış**

### **2.4.2.1. Başarısızlığa Neden Olan Preoperatif Faktörler**

#### **2.4.2.1.1. Genel Hasta Faktörleri**

Birkaç çalışma hasta faktörlerini (cinsiyet, yaş, genel tıbbi sağlık) ve bunların endodontik tedavinin sonucu üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Smith ve ark. (1993), yaptıkları çalışmada, kadınlara kıyasla erkeklerin anlamlı derecede daha yüksek başarı oranlarına sahip olduğunu bulmuşlardır. Ancak Ng ve ark. (2008), iki cinsiyet arasında iyileştirici faktörler açısından hiçbir farklılık bulamamışlardır.

İleri sürülen başka bir hipotez de, yaşlı hastaların; yaşlanma, yetersiz beslenme ve diyabet gibi sistemik hastalıklardan daha çok müzdarip olması nedeniyle nispeten zayıf bir iyileşme kapasitesine sahip olduğudur. Yaş gruplarına göre başarı oranları kaydedildiğinde, başarı oranlarının artan yaşla azaldığı gösterilmiştir (Ng ve ark. 2008).

Bazı sistemik hastalıkların da başarısızlık konusunda etkili olabileceği düşünülmüştür. Fouad ve Burleson (2003), tarafından yapılan bir çalışma, diyabetin; periapikal lezyonlu dişlerin kök kanal tedavi başarı oranları üzerinde, önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Yaş, sistemik faktörler ve bunların tedavi sonuçları üzerindeki etkisini araştıran araştırmaların kapsamı şu anda sınırlıdır. Bununla birlikte, artan yaş ve düşük başarı oranları arasında bir korelasyon olması muhtemeldir (Fouad ve Burleson 2003).

#### **2.4.2.1.2. Diş Tipi**

Endodontik tedavinin uzun vadede başarısını etkileyen bir başka faktör, dişin kök kanal anatomisidir. Molar dişler zaman zaman karmaşık kök kanal morfolojisine sahip olabildiği için bu durum başarıyı etkileyebilmektedir. Bununla birlikte, farklı dişleri karşılaştıran çalışmalarda, başarı oranı farkı önemsiz bulunmuştur.

Tronstad (2003), endodontik tedavi açısından üç köklü dişlerin (% 90) iki köklü dişlere (% 80) göre daha başarılı olduğunu ve iki köklü dişlerin de tek köklü dişlere (% 70) göre daha başarılı olduğunu belirtmiştir. Sonuçlar, çok köklü dişlerde nispeten dar olan kök kanallarının, tek köklü dişlerdeki daha geniş kanallara göre daha kapsamlı bir şekilde enstrümante edilmesi gerektiğine bağlanmıştır.

Ng ve ark. (2008), tarafından yapılan başarı oranlarının metaanalizinde ise, molar dişlerin karmaşık kök kanal anatomisinin tedavi sonuçları üzerinde olumsuz bir etkisi bulunamamıştır.

Karmaşık kanal morfolojisi nedeniyle molar dişlerde endodontik tedavinin, basit tek kanallı dişlere kıyasla başarısızlıkla sonuçlanma olasılığının daha yüksek olduğunu öne sürülmektedir. Bununla birlikte, klinik araştırmalar, farklı diş tipleri arasında önemli bir fark olmadığını göstermektedir.

#### **2.4.2.1.3. Dişin Tedavi Öncesi Durumu**

Pulpanın preoperatif durumu, yani pulpitis, nekroz ve enfekte pulpa gibi durumlar endodontik tedaviye etkileri açısından araştırılmışlardır. Yapılan iki metaanaliz çalışmasında, vital dişlerin % 5-9 daha yüksek başarı oranlarına sahip olduğu bulunmuştur (Kojima ve ark. 2004; Ng ve ark. 2008). Her ikisi de preoperatif pulpa durumunun başarılı endodontik tedavide önemli bir etken olduğu sonucuna

varmışlardır. Preoperatif bir radyolüsenliliğin varlığı ve periapikal lezyonun boyutu da pek çok kez araştırılmıştır. Periapikal radyolüsenli her zaman kök kanal enfeksiyonunun sonucu olduğundan, tedavi sonuçlarını etkilemesi muhtemel görünmektedir (Sundqvist 1976). Bir radyografide periapikal lezyon varsa başarı oranlarının % 9 ile % 13 arasında düşeceği belirtilmiştir (Ng ve ark. 2008).

Periapikal lezyondaki organizmaların çoğu anaerobiktir ve bu organizmaların, özellikle lateral kanal ve anastomozlar gibi karmaşık anatomik varyasyonlardan çıkarılması ve yok edilmesi genellikle zordur. İlk lezyonun boyutunun, tedavinin sonunda hiçbir fark yaratmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak lezyonun boyutu arttığında, iyileşme süresi uzar ve dişlerin daha uzun takibi gerekir (Ng ve ark. 2008). Bu nedenle veriler, enfekte olmamış vakaların, enfekte olmuş vakalara göre daha yüksek başarı şansına sahip olacağını göstermektedir. Periapikal lezyonlar her zaman kök kanal sisteminin enfekte olduğunu gösterir ve başarı oranları bu durumdan olumsuz etkilenir. Herhangi bir enfekte vakada, başarı oranını iki faktör yönetir; bakterilerin doğası (bakteri sayısı, kalitesi ve türü) ve bunları ortadan kaldırmak için kullanılan yöntemler.

#### **2.4.2.2 Prosedürel Hatalar**

Klinisyenler endodontik tedavinin doğrudan başarısızlık nedeni olarak, yetersiz veya taşkın dolum, alet kırığı, perforasyon ve basamak oluşumu gibi prosedürel hataları görürler. Bununla birlikte, prosedür hataları, eşlik eden bir enfeksiyon olmadıkça, tedavinin sonucuna daha az etkilidirler. Genellikle tedaviyi engeller veya tedavinin tamamlanmasını imkansız hale getirirler. Enfekte dişlerin tedavisi sırasında prosedürle ilgili bir komplikasyon meydana geldiğinde başarısızlık riski de artar (Siqueira Jr 2001).

##### **2.4.2.2.1. Kök Kanallarının Eksik Doldurulması**

Kök kanallarının yetersiz veya eksik doldurulması (radyografik apekse göre 2 milimetreden daha kısa) genellikle iyi yapılmamış mekanik enstrümantasyondan ve ya kök kanalında basamak oluşumundan kaynaklanır. Eksik enstrümantasyon ise genellikle çalışma uzunluğunun yanlış ölçülmesinden veya enstrümantasyon sırasında yetersiz irigasyon nedeniyle dentin artıklarının birikip, kanalı tıkamasından kaynaklanır.

Basamak oluşum nedenleri:

- \* Kanal giriş yolunun düz bir şekilde oluşturulamaması
- \* Yetersiz irrigasyon
- \* Büyük eğelerle eğimli bir kanalın aşırı genişletilmesi
- \* Kanalın apikal kısmına debris tıkanması
- \* Eğelerin sırayla kullanılmaması (Frank 2002; Torabinejad ve Goodacre 2012)

Sonuç olarak, klinisyen, yetersiz enstrümantasyon veya basamak oluşumu nedeniyle kök kanalının apikal kısmında kalan enfekte olmuş nekrotik dokuyu çıkaramaz. Nekrotik pulpalı ve periradiküler lezyonlu dişlerde, bakteriler sadece kanalın apikal birkaç milimetresinde değil, aynı zamanda apikal foramende de kolonileşir.

Pek çok çalışma, özellikle nekrotik pulpalı ve periradiküler lezyonlu dişlere yetersiz (%68 başarı oranı) ve ya taşkın dolgu (%76 başarı oranı) yapıldığında, apekte biten dolgulara (% 94 başarı oranı) göre bu dişlerin daha kötü prognoza sahip olduğunu göstermiştir (Kerekes ve Tronstad 1979; Sjögren ve ark. 1990).

Chugal ve ark. (2003), çalışma uzunluğundaki 1 mm' lik bir kaybın, apikal periodontitisli dişlerde tedavi başarısızlığı olasılığını % 14 arttırdığını bildirmiştir. Bununla birlikte, eksik doldurulmuş kanalda bakteri veya kontamine nekrotik doku artıkları yoksa, tek başına yetersiz dolun periradiküler enfeksiyona neden olmamaktadır.

#### **2.4.2.2.2. Kök Kanallarının Taşkın Doldurulması**

Kök kanallarının taşkın doldurulması (radyografik apekten 2 mm fazla); genellikle iltihaplı apikal kök rezorpsiyonlarından, gelişimini tamamlamamış kök apekslerinden, çalışma uzunluğunun yanlış ölçümü nedeniyle apikal foramenlerin fazla enstrümanle edilerek bozulmasından meydana gelmektedir. Bu gibi durumlarda, apikal tıkama sağlamak daha zor bir hale gelir ve dolayısıyla dolunun taşkın olmasına yol açar. Çok sayıda klinik çalışma, taşkın doldurmanın endodontik tedavinin prognozu üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Sjögren ve ark. 1990; Lin ve ark. 2005). Bu çalışmalar, dolgu maddelerinin yabancı cisim

gibi davranarak periradiküler dokularda irritasyona neden olabileceğini belirtmiştir (Mukherjee ve ark. 2015). Bununla birlikte, taşkın doldurulmuş dişlerin tamamı başarısızlığa mahkum değildir, çünkü bu dişlerin yaklaşık yüzde 76' sını uygun endodontik tedaviden sonra iyileşmektedir (Bergenholtz ve ark. 1979; Halse ve Molven 1987).

Periradiküler dokuların kök kanal dolgu malzemelerine tepkisi, materyallerin özellikleri (yani sitotoksinite, antijenite miktarı) ile konağın bağışıklık sistemi (doğuştan ve sonradan kazanılmış) arasındaki karmaşık etkileşime bağlıdır. Kök kanal dolguları sitotoksiktir ve periradiküler dokular için irrite edicidir (Orstavik ve Mjör 1992).

GP periradiküler dokularda yabancı cisim veya haptlenmiş gibi reaksiyona neden olabilir, ancak kök kanal simanlarına göre dokulara biyoyumu daha iyidir (Olsson ve Wennberg 1985).

Sjögren ve ark. (1995), deneklere subkutan olarak implante edilen küçük GP parçacıklarının, makrofajları ve dev hücreleri aktive ederek yoğun doku reaksiyonunu indüklediğini göstermiştir. Diğer hayvan deneyleri de taşkın kök kanal dolgusuyla birlikte periradiküler dokulara ekstrüde olan materyallerin, periodontal ligamanın periradiküler enflamasyonunu veya nekrozunu indüklediğini göstermiştir (Erausquin ve ark. 1966).

#### **2.4.2.2.3. Kök Kanallarından Paper Point Taşması**

Paper pointlerin selüloz bileşeni, pamuk parçası ve bitkisel kaynaklı bazı gıda maddeleri, periradiküler dokulara taşarsa, periradiküler lezyonların kalıcı olmasına neden olabilir (Koppang ve ark. 1989). Bitki hücre duvarlarının bu kararlı polisakkariti ne insan tarafından sindirilebilir ne de savunma hücreleri tarafından parçalanabilir. Sonuç olarak selüloz, dokularda uzun süre kalabilir ve yabancı cisim reaksiyonuna neden olabilir.

Bitkisel menşeli gıda maddesi parçacıkları (selüloz içeren) da yanlışlıkla, büyük ölçüde hasar görmüş kuronlara sahip, drenaj için açık bırakılmış veya geçici restorasyonu olmayan dişlerin periradiküler dokularına itilebilir. Ayrıca paper

pointlerin pamuk lifleri ve yiyecek artıkları periradiküler dokulara mikroorganizmaları da taşıyabilirler (Siqueira Jr 2001).

#### **2.4.2.2.4. Eğe Kırılması**

Eğe kırılması genellikle aletlerin yanlış ve aşırı kullanımından, enstrümantasyon esnasında eğri veya kalsifiye kanallarda aletlere uygulanan aşırı kuvvetten kaynaklanır. Eğe kırılmasının endodontik tedavinin sonucu üzerindeki etkisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Crump ve Natkin (1970), endodontik tedavi esnasında kanallarında eğe kırılmış dişleri (Johnson ve ark. 1986) analiz etmişlerdir. Eğe kırılması olan veya olmayan dişler arasındaki başarısızlık oranlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Sjögren ve ark. (1990), alet kırığı olan kök kanal dolgulu dişlerin, alet kırığı olmayan dişlere göre endodontik tedavilerinin yüzde 14 daha sık başarısız olduğunu göstermişlerdir.

Seltzer ve ark. (1967), endodontik tedavi görmüş dişlerde, tedaviden önce dişler vitalse, alet kırığı olsa da periapikal onarımın meydana gelebileceğini bildirmişlerdir. Bunun aksine Sjögren ve ark. (1990) yaptıkları bir çalışmada, nekrotik pulpaya sahip dişlerde alet kırılmasının daha kötü bir prognozla sonuçlandığını belirtmişlerdir. Başka bir araştırmada eğer kırılmış bir alet baypas edilip kök kanalına dahil edilebilirse kök kanalının dolununun endodontik tedavi açısından prognozunun iyi olduğu belirtilmiştir (Fors ve Berg 1986).

Torabinejad ve Goodacre (2012), kanal enstrümantasyonunun sonraki aşamalarında, çalışma uzunluğuna yakın boyda büyük bir eğe kırılması meydana geldiğinde prognoz en iyi olduğunu öne sürmüşlerdir. Alet kırığı enstrümantasyonun erken dönemlerinde apeksten kısa veya apikal foramenden taşkın olacak şekilde olursa, yeterince şekillendirilmemiş kanallara sahip dişler için prognoz kötüdür. Çünkü prognoz, kırık aletin apikalindeki temizlenmemiş, enfekte kanal boşluğuna bağlıdır.

Sjögren ve ark. (1990), kırılma anında kırılan alette bir enfeksiyon olup olmadığı hekim tarafından bilinemediği için, kök kanallarında kırılan aletlerin ciddi sorunlara neden olabileceği konusunda uyarılmıştır. Enstrümanın kırılması,

endodontik tedavinin başarısızlığının doğrudan nedeni değildir; daha ziyade, kırılmış alet enfekte olmuş kök kanalının apikalinin mekanik enstrümantasyonunu engellediği için başarısızlığın birincil nedenidir.

#### **2.4.2.2.5. Kök Perforasyonları**

İyatrojenik nedenler, rezorpsiyon veya çürükler nedeniyle kök kanal duvarları perfore olabilir. İyatrojenik perforasyonlar genellikle kök kanal sisteminin anatomisinin ve varyasyonlarının detaylarına dikkat edilmemesi nedeniyle oluşur (Alhadainy 1994). Strip perforasyonları (yani kanal dentinin aşırı çıkarılmasından kaynaklanan kanal duvarlarının delinmesi) tehlikeli bölge olarak tanımlanan ince, eğri kanalların koronal üçte birlik kısmının aşırı genişletilmesinden kaynaklanır. Perforasyonlar, basamak oluşumu nedeniyle kanal eğriliğinin geçilememesinden de kaynaklanabilir. Kök perforasyonu olan endodontik tedavi görmüş dişlerin prognozu, diş hekimi defekti onarmadan önce geçen süre, perforasyonun yeri (gingival sulkusa yakınlığı), perforasyonun kapatılmasının yeterliliği ve perforasyonun boyutu gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Alhadainy 1994).

Tüm bu faktörler bakteriyel enfeksiyonla yakından ilişkilidir (Beavers ve ark. 1986). Kök perforasyonları genellikle kanal boyunca ilerlemeyi ve kök kanalının apikaline ulaşılmasını engeller. Diş hekimleri, geri dönüşümsüz pulpitisli vital dişlerde oluşan bir kök perforasyonunu tedavi edebilse de, sıklıkla ihmal edilen bakteriyel kontaminasyon, endodontik tedavinin prognozunda hala önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle kök perforasyonları, endodontik tedavi başarısızlığının doğrudan nedeni değildir. Daha ziyade, periradiküler enflamasyonun birincil nedeni, perforasyonun apikalinin enstrümansız kısmında kalan enfekte dokudur.

#### **2.4.2.2.6. Başarısız Koronal Restorasyon**

Ortamda bulunan herhangi bir mikroorganizmanın girişini önleyeceği için kök kanal dolumunun tamamlanmasından sonra, iyi bir sızdırmaz koronal restorasyon şarttır (Bayram ve ark. 2013). Tabassum ve Khan (2016), çalışmalarında koronal sızıntısının endodontik başarısızlıkla sonuçlanan potansiyel bir faktör olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Tronstad ve ark. (2000), bir çalışmada kaliteli bir koronal restorasyonun önemini vurgulamış ve daha sonra çalışmaları, endodontik tedavi görmüş 1001 diş üzerinde yapılan başka bir retrospektif çalışma (Ray ve Trope 1995) ile tekrarlanmıştır. Bu son çalışmayla, kalitesiz koronal restorasyona sahip dişlerin başarı oranlarının düşük olduğu gösterilmiştir. Ancak bu çalışmada kanal tedavisinin başarısında belirleyici ana faktörün koronal restorasyonun kalitesinden çok kanal dolgusunun kalitesi olduğu kanıtlanmıştır. Bununla birlikte, koronal bölgede sızdırmaz bir dolgu, endodontik tedavi görmüş bir dişin prognozunun başarısı için hayati önem taşımaktadır.

Ng ve ark. (2008), meta-analizlerinde, optimal restorasyonları olan dişler için başarı oranının, kalitesiz restorasyonları olan dişlere göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

#### **2.4.2.2.7. Tedavi Edilmemiş Kanallar**

Molar dişlerde, kanal sayısının kök sayısından fazla olması ve endodontik tedavi yapılırken bir kanalı kaçırmak sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Dahası, yeterli olmayan giriş kavitesi, hekimin ek kanalları bulmasını zorlaştırır. Tüm kanalların tedavi edilememesi, endodontik başarızlığa yol açan nedenlerden biridir. Bu kanallarda bulunan bakteriler semptomların devam etmesine neden olur.

5616 molar dişi üzerinde yapılan in vitro bir çalışmanın sonuçları, 2. meziobukkal kanalın bulunamamasının bu dişlerin uzun vadeli prognozunda önemli bir düşüşe neden olduğunu göstermiştir (Wolcott ve ark. 2002). Hoen ve Pink (2002), tarafından yapılan başka bir prospektif çalışmada, gözden kaçan kanalların insidansının endodontik olarak başarısız olan 1100 dişin %42' si olduğu bildirilmiştir.

#### **2.5. Kök Kanal Dolgu Malzemelerinin Uzaklaştırılması**

Kök kanallarını doldurmak için birçok farklı malzeme kullanılmıştır (Whitworth 2005). Bunlar tarihsel olarak; tahta çubuklardan, değerli metallere, amalgam ve dental simanlara kadar çeşitli materyallerdir. İdeal bir kök kanal dolgu malzemesinde olması gereken özellikler uzun yıllar boyunca araştırılmıştır (Gutmann ve Rakusin 1987). Buna rağmen tüm yönleriyle ideal bir kök kanal dolgu malzemesi

arayışı halen devam etmektedir. Kök kanal dolgu malzemeleri fiziksel, biyolojik ve kullanım kolaylığıyla ilgili gereksinimleri karşılayan bazı özelliklere sahip olmalıdır.

Kök kanal dolgusunun biyolojik özellikleri aşağıda belirtildiği gibi olmalıdır:

- Sistemik toksisitesi olmamalı
- Allerjen olmamalı
- Lokal (periapikal) doku ile uyumlu olmalı
- Steril veya sterilize edilebilir olmalı
- Antimikrobiyal aktiviteye sahip olmalı (özellikle *Actinomyces* suşları ve *E. faecalis* gibi anaerobik bakteri varlığında)
- Periapikal iyileşmeyi teşvik etmeli
- İstendiğinde kanaldan kolayca uzaklaştırılabilmelidir (Gutmann ve Rakusin 1987)

İlk tedavi ile retreatment arasındaki temel fark, mevcut olabilecek KKDM'nin çıkarılması gerekliliğidir. Bu nedenle, ideal bir KKDM'nin çıkarılması kolay olmalıdır.

### 2.5.1. Güta Perka

Kanal dolgu maddesi olarak en yaygın kullanılan termoplastik bir materyaldir ve altın standart olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle, RT vakalarının çoğunda, en sık karşılaşılan kök kanal dolgu malzemesi GP olacaktır.

GP, Gutta-Percha ağacının (*Isonandra percha*) kabuğundan yapılan doğal bir üründür. Kanal patı ya da başka bir bağlayıcı ajanla birlikte kor materyali olarak kullanılır. Alfa, beta ve amorf form olmak üzere üç farklı formda bulunmaktadır. Doğal olarak elde edilen GP alfa formunda iken, piyasada bulunan ve kök kanal dolgusu olarak kullandığımız GP beta formundadır. 42-49 C° ye kadar ısıtılırsa beta fazına, 53-59 C° ye kadar ısıtılırsa da amorf faza dönüşmektedir (Ingle ve ark. 2008).

Klinikte kullandığımız GP konuları şu bileşenlerden oluşmaktadır :

\*Çinko oksit %59-76

\*Güta perka %17-22

\*Radyopak madde %1-18

\*Mum %1-4

GP' nin kanaldan çıkarılma yöntemi, GP dolgusunun kalitesine bağlıdır. GP' nin klinik ve radyografik olarak tanınması nispeten kolaydır. GP, ısı ve çözücüler yardımıyla, ultrasonikler yardımıyla, elle veya döner aletler kullanılarak mekanik olarak çıkarılabilir (Tamse ve ark. 1986). GP' yi çıkarmak için kullanılan tekniklerin kombinasyonu genellikle kişisel bir tercih meselesidir, vakanın zorluk derecesine ve klinik durumuna göre değişiklik gösterir. GP' nin kök kanalından uzaklaştırılması için kullanılan yöntemler; fiziksel/mekanik yöntemler ve kimyasal yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır.

## **2.5.2. Fiziksel ve Mekanik Yöntemlerle Kök Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılması**

### **2.5.2.1. Paslanmaz Çelik El Aletleri ile Kanal Dolgusu Sökümü**

GP' yi uzaklaştırmak için en çok kullanılan paslanmaz çelik el eğeleri K ve H tipi eğelerdir. Kök kanal dolgusunu sökerken K ve H tipi eğelerden herhangi biri kullanılabilir. Ancak eğe konfigürasyonu, kök dolgu malzemesinin daha iyi bağlanmasına olanak tanıyan yüksek oranda kesici kenarlara sahip bir dizi kesişen konilerden oluştuğu için, bu konuda Hedström eğeleri özellikle daha etkilidir. Hedström eğesinin boyutu, kanal duvarına değil, gevşek GP' ye saplanacak şekilde seçilir. Hedström eğesi, GP dolgusu ile daha fazla bağlantı sağlamak için saat yönünde çeyrek tur döndürülür ve eğe kanaldan çekildiğinde, gevşek kök dolgusunu dışarı çeker. Tüm GP ve kök dolgusu kaldırılıncaya kadar işlemin art arda daha büyük boyutlu eğelerle tekrarlanması gerekebilir. Dolguyu sökmek için Trinerf'ler de aynı şekilde kullanılabilir, ancak yumuşak çelikten yapıldığı için GP' ye saplanıp kuvvetle döndürüldüğünde kırılmaya daha yatkındırlar.

Eğer kök dolgusu apeksten taşkın yapılmışsa, tek bir kon veya yetersiz kondense edilmiş GP içeriyorsa, el eğelerini kullanarak dolguyu kaldırmak daha etkili olabilir. GP iyi sıkıştırılmışsa, bu tekniğin etkili olma olasılığı daha düşüktür (Duncan ve Chong 2008).

RT için sadece el aleti kullanımı ile Ni-Ti döner aletlerin birlikte kullanımı karşılaştırılmıştır. Kanal hazırlığını, kök kanal şeklini deforme etmeden daha kısa sürede yapabilmek için el ve döner Ni-Ti aletlerinin birlikte kullanılmasının avantajları çeşitli çalışmalar tarafından doğrulanmıştır (Bishop ve Dummer 1997).

Ayrıca paslanmaz çelik el eğeleri, PTUR' un ön kullanımı olmaksızın diğer Ni-Ti eğe serisiyle karşılaştırılmıştır. Bir çalışma, molar dişlerin kavisli kanallarında H eğelerinin ve Reciproc' un (VDW, Münih, Almanya) benzer dolgu kaldırma yetenekleri olduğunu bulmuştur (Rödig ve ark. 2014). Bununla birlikte, her iki sistem de oval kanallarda test edildiğinde, Reciproc daha az KKDM kalıntısına neden olmuştur (Bernardes ve ark. 2016). H eğeleri FlexMaster (VDW) ile karşılaştırıldığında, manuel enstrümantasyon sonuçları daha iyi bulunmuştur (Rödig ve ark. 2014).

Araştırmacılar, el eğelerini, resiprok sistemlerle karşılaştırdığında RT süresinin el eğeleri için daha uzun olduğunu bulmuşlardır (Rödig ve ark. 2014). Manuel ve mekanik sistemler arasındaki ortalama tedavi süresi farkı genellikle kanal başına birkaç dakika olarak ölçülmüştür. Bu zaman farkı, özellikle kök kanal irriganları ile enfekte olmuş kök kanal duvarları arasındaki temas süresinin, karmaşık kök kanal anatomisi ve dolgu malzemesi kalıntıları nedeniyle uzatılmasının önemli olduğu düşünüldüğünde, herhangi bir klinik önem taşımayabilir. Dahası, el eğeleri ile çalışma süresi, alet kırıklarının da (döner sistemler için bildirilen) oluşması dikkate alındığında önemsiz bir parametre haline gelmektedir (Rödig ve ark. 2014).

### **2.5.2.2. Gates Glidden**

Gates Glidden frezleri düşük hızda çalışan el enstrümanları ile kullanılırlar. Özellikle pulpa odasına girişi düzenlemek, pulpa odasını genişletmek, kanal ağızlarına enstrümanların kolay girmesini engelleyen dentin uzantılarını kaldırmak, koronal bölgedeki kanal dolgu maddesini uzaklaştırmak, post boşluğunu hazırlamak için kullanılabilirler. Bu frezler 0,5 ila 1,5 mm çaplarında altı farklı boyuta sahiptirler. Bununla birlikte, kırılma risklerinden dolayı Gates Glidden frezleri ve uzun boyunlu frezlerin uzunlukları kanalda güvenle kullanılabilecekleri derinliği sınırlayabilir.

Klinik olarak çözücü kullanmanın en etkili ve en güvenli yolu, Gates Glidden veya Peeso frezleri kullanarak pulpa odasını ve kanalın koronal kısmında bulunan GP' yi temizlemektir. Bu aletler sadece kanalın düz kısmında ve zorlamadan kullanılmalıdır. Kanalın kavisli kısmında kullanımları kök perforasyonlarına neden olabilir (Friedman ve ark. 1990).

Bu amaçla Gates Glidden frezlerinin kullanımının yerini kök kanallarının koronal kısmını güvenli bir şekilde açmak için tasarlanmış olan döner Ni-Ti eğeleri almış olsa da, cerrahi olmayan RT tedavilerinde hala Gates Glidden frezlerin bir yeri vardır (Zarei ve ark. 2009). Hangi alet kullanılırsa kullanılsın, GP' yi yumuşatmak için çözücünün yerleştirilmesi gerektiğinde bir rezervuar oluşturulur. Bu, çözücü ile GP arasında yakın temasa izin vererek, pulpa odasına (San Chong 2019) yerleştirildiğinde meydana gelen hızlı buharlaşmayı önler.

### **2.5.2.3. Nikel Titanyum Döner Aletler**

Nitinol olarak tanımlanan nikel titanyum W.F. Buehler tarafından 1960'lı yılların başında Naval Ordnance Laboratuvarı'nda Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilmiştir. Nitinol ismi, içeriğindeki elementlerden gelmektedir. Nikel için "Ni", titanyum için "Ti" ve Naval Ordnance Laboratory için de "NOL" eki kullanılmıştır (Buehler ve ark. 1963; Thompson 2000).

Kök kanal tedavisi sırasında kullanılan Ni-Ti alaşımları yaklaşık olarak %56 nikelden, %44 titanyumdan oluşurken, bazı Ni-Ti alaşımlarında (%2 den az) kobalt ilavesi olabilmektedir (Buehler ve ark. 1963). Ni-Ti alaşımların mekanik özelliklerini belirleyen, ostenit faz, martensit faz ve R-fazı olarak üç ayrı faz bulunmaktadır (Brantley ve Eliades 2001). Ni-Ti aletlerdeki "şekil hafızası özelliği" sayesinde, bu aletler martensit (düşük sıcaklıkta) ve ostenit (yüksek sıcaklıkta) olarak adlandırılan iki farklı kristal yapıda bulunabilirler. Sıcaklık veya stres bu kristal yapıyı değiştirmektedir. Martensit fazdayken materyal yumuşaktır ve kolayca deforme olabilir. Ostenit fazdayken daha sert ve güçlü bir yapıya sahiptir (Zhou ve ark. 2012).

Günümüzde kök kanallarının temizleme ve şekillendirilmesini kolaylaştırmak için çok çeşitli Ni-Ti döner eğe sistemleri kullanılmaktadır. Kullanım kolaylığı ve tedaviyi tamamlamak için az sayıda enstrümana gerek duyulması nedeniyle bu sistemler kök kanal tedavisinde ve RT tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ni-Ti döner aletler ile kanalların tıkanması, basamak oluşumu, transportasyon ve perforasyon gibi birçok klinik komplikasyonun oluşma sıklığı belirgin şekilde azalmıştır (Baugh ve Wallace 2005; Kim ve ark. 2014).

Ni-Ti döner eğe sistemleri ilk zamanlarında sadece kök kanallarının şekillendirilmesi için kullanılırken, günümüzde bu eğelerin RT amacıyla kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu aletlerin KKDM' nin uzaklaştırılması amacıyla kullanıldığında çok etkili oldukları ve çalışma zamanını oldukça kısalttıkları gözlenmiştir (Hülsmann ve Bluhm 2004; Schirrmeister ve ark. 2006).

#### **2.5.2.3.1. Geleneksel Retreatment Tedavisinde Kullanılan Ni-Ti Eğe Sistemleri**

Kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak için özel olarak tasarlanmış RT eğe sistemleri bulunmaktadır ancak bazı eğeler birincil kök kanal hazırlığı için geliştirildiği halde RT tedavisinde de kullanılmaktadır. RT tedavisine özel olarak geliştirilmiş bazı Ni-Ti enstrüman sistemleri aşağıda verilmiştir (Marfisi ve ark. 2010; Akpınar ve ark. 2012) :

1. Protaper Universal RT eğe sistemi ( Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)
2. R-Endo RT eğe sistemi (Micro-Mega, Besancon, Fransa)
3. D-Race RT eğe sistemi (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre)
4. Mtwo RT eğe sistemi (VDW, Antaeus, Münih, Almanya)
5. Fanta AF RT eğe sistemi (Fanta Dental Co. Ltd, Shanghai, Çin)

Esas olarak RT tedavisi için geliştirilmemiş olsalar da RT tedavisinde de kullanılan enstrüman sistemlerinden bazıları aşağıda verilmiştir (Aydın ve ark. 2009; Marfisi ve ark. 2010; Kfir ve ark. 2012).

1. Wave One eğe sistemi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)
2. Reciproc eğe sistemi (VDW, Munich, Almanya)
3. Twisted Files enstrüman sistemi (TFA, Axis/SybronEndo, Orange, ABD)
4. K3 Ni-Ti eğe sistemi (SybronEndo, West Collins, CA, ABD)
5. GT Ni-Ti eğe sistemi (Dentsply Maillefer, İsviçre)
6. HeRo 642 Ni-Ti eğe sistemi (Micro-Mega, Besançon, Fransa)

7. ProFile Ni-Ti eğe sistemi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)
8. Self-Adjusting File eğe sistemi (ReDent-Nova, Tel Aviv, İsrail)
9. Lightspeed eğe sistemi (LightSpeed Technology, San Antonio,TX, ABD)
10. Flexmaster eğe sistemi (VDW, Munich, Almanya)
11. Safe-Sider enstrüman sistemi (EDS, Bishopstown, İrlanda)
12. Quantec Ni-Ti döner eğe sistemi (Sybron Endo, Scafati, İtalya)

### **2.5.1.3.2. Çalışmamızda Kullandığımız Ni-Ti Döner Aletler**

#### **2.5.1.3.2.1. Protaper Universal Retreatment Sistemi**



**Şekil 1:** ProTaper Universal Retreatment eğe sistemi (Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre)

ProTaper Universal Retreatment (PTUR) döner sistem eğeleri (Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre), yeniden Şekillendirme prosedürlerinden önce; GP, taşıyıcılar ve kök kanal dolgu patı gibi dolgu malzemelerini kökten çıkarmak için tasarlanmıştır. Kanalın koronal, orta ve apikal üçte birlik kısımlarından kanal dolgu maddelerini çıkarmak için 3 farklı uzunluğa, 3 aşamalı incelmeye ve 3 farklı apikal çapa sahiptirler.

*D1 (30/09):* 16 mm uzunluğa, 0.30 mm apikal çapa ve %9 konisiteye sahiptir. Sap kısmında tek bir beyaz halka vardır. Dolgu maddesine kolayca girebilmesi için aletin uç kısmı aktif olarak tasarlanmıştır.

*D2 (25/08)*: 18 mm uzunluğa, 0.25 mm apikal çapa ve %8 konisiteye sahiptir. Sap kısmında iki beyaz halka vardır. Kanalı kolayca takip edebilmesi için aletin uç kısmı yuvarlatılmıştır.

*D3 (20/07)*: 22 mm uzunlukta üretilmiştir ve 0.20 mm apikal çap ile %7 konisiteye sahiptir. Sap kısmında üç beyaz halka vardır. Aletin uç kısmı, kanalı kolayca takip edebilmesi için yuvarlatılmıştır.

Uygun bir çözücü veya ultrasonik bir aletle küçük boyutlu paslanmaz çelik el eğeleri kullanarak bir pilot delik oluşturulur. Obturasyon materyalini koronal 1/3' ten çıkarmak için D1 eğesi kullanılır. Dentine temas ettirilmeden D1 eğesi obturasyon materyaline nazikçe bastırılır. Ardından, materyali orta 1/3' ten aşamalı olarak çıkarmak için D2 eğesi kullanılır. Uygun olduğunda, obturasyon materyalini apikal 1/3' ten çıkarmak için ise D3 eğesi kullanılır (Gu ve ark. 2008; Takahashi ve ark. 2009; Capar ve ark. 2015). ProTaper Universal RT aletleri için önerilen hız, GP, ProTaper konları ve Thermafill dolgu malzemeleri için 500 - 700 rpm'dir. Kanal dolgu patını çıkarmak için ise 300 rpm'de kullanması önerilmektedir (Takahashi ve ark. 2009).

Helvacioğlu-Yigit ve ark. (2014), resiprokal aletler ve döner aletlerin el aletleri ile karşılaştırdıkları çalışmalarında PTUR ile WaveOne Reciprocate (WO) aletlerinin kanal duvarlarından dolgu materyallerini uzaklaştırma etkinlikleri Mikro Bilgisayarlı Tomografi ( $\mu$ BT) ile değerlendirmişlerdir. WO ve PTUR sistemleri ve el eğeleri ile örneklerin kök kanal dolguları çıkarılmıştır. PTUR ve WO grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasına rağmen, PTUR aletleri dolgu materyalinin çıkarılmasında daha iyi sonuçlar vermiştir. Resiprok ve döner sistemler, kök dolgusu çıkarılması için etkinlik ve çalışma süresi açısından benzer performanslar göstermiştir.

Crozeta ve ark. (2016), ProTaper Universal ile birlikte kullanılan PTUR, Resiproc ve Twisted File Adaptive (TFA, Axis/SybronEndo, Orange, CA) sistemlerinin kök kanal dolgu maddelerini, mandibular azı dişlerinin distal oval şekilli kanallarından uzaklaştırma etkinliklerini  $\mu$ BT ile değerlendirmişlerdir. Adaptif hareketin kullanılması, resiprokal harekete kıyasla, orta ve apikal üçte birlik kısımda

kaldırılan kök kanal dolgusu miktarını arttırmıştır. Ancak hiçbir tekniğin dolgu materyalini kanallardan tamamen çıkaramadığı savunulmuştur.

Rosa ve ark. (2015), çalışmasında üst molar dişlerde PTUR ile KKDM'nin uzaklaştırılması sonrası, kanallar PTUR ve WO Gold ile tekrar şekillendirilmiş ve ek olarak pasif ultrasonik irrigasyon kullanımı sonrasında kök kanal duvarlarında kalan dolgu maddesi miktarı  $\mu$ BT görüntüleme yöntemi ile değerlendirilmiştir. PTUR ile ilave uygulamalar arasında KKDM açısından bir fark bulunamamıştır .

#### 2.5.2.3.2.2. Fanta AF Retreatment Döner Eğe Sistemi



Şekil 2: Fanta AF™ Retreatment eğe sistemi (Fanta Dental Co. Ltd, Shanghai, Çin)

Fanta AF-R Wire (FA) esnek tel teknolojisi ile üretilmiştir. Böylece kesme direnci arttırılmıştır. Yeniden tedavi için özel tasarlanmıştır ve yiv kesitleri yukarı yönlüdür. Dolgu malzemelerini çıkarmak için sırayla kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Birbirinden farklı kolaylıkla ayırt edilebilen 3'lü eğe sistemidir. Tüm AF RT döner eğeler kare kesitlere sahiptirler. 22mm, 18mm, 16mm uzunluk ve #7, #8, #9 açısı sistemine sahip sarı, kırmızı, mavi eğelerdir.

### 2.5.2.3.2.3. Wave One Resiprok Eğe Sistemi



Şekil 3: WaveOne resiprok tek eğe sistemi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)

WO Ni-Ti resiprok eğe sistemi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), 2011 yılında Dentsply tarafından üretilmiştir. Preperasyonu tek eğeyle tamamlayan ve resiprokal hareketle çalışan bir eğedir. Bu tek eğe sistem 21, 25 ve 31 mm uzunluklarında 3 eğeye sahiptir (Webber ve ark. 2011).

Apikal boyutu 0.21 mm ve % 6' lık konisiteye sahip WO small (sarı) eğesinin dar kanallarda, apikal boyutu 0.25 mm ve % 8' lik konisiteye sahip WO primary (kırmızı, asıl şekillendirici) eğesinin orta boyuttaki kanallarda, apikal boyutu 0.40 mm ve % 8' lik konisiteye sahip WO large eğesinin (siyah) ise geniş kanallarda kullanımı önerilmektedir. Orta boyutlu WO kanal eğesi, kanalların çoğunun tam olarak şekillendirilmesi için tasarlanmıştır. Ancak K-File 10, harekete direnç gösteriyorsa, uygun olan boyut küçük olanıdır. K-File 20 kanalda kolayca ilerliyorsa, uygun WO kanal eğesi boyutu ise büyük olanıdır. Üretici talimatlarına göre genellikle tek bir WO kanal eğesi, kök kanalını tam olarak şekillendirmek için yeterli olacaktır. Tüm eğeler üçgensel enine kesite sahip olması eğelerin esnekliğini geliştirmiştir (Webber ve ark. 2011).

Crozeta ve ark. (2016), Resiprok ve WO tek eğe sistemini karşılaştırdıkları çalışmalarında µBT ile değerlendirme yapmışlardır. Araştırmanın sonucuna göre retreatment yöntemlerinin hiçbiri kök kanal dolgularını tamamen çıkaramamıştır. PTUR aletleri, Resiprok ve WO ile karşılaştırıldığında dolgu çıkarma konusunda eşit derecede etkili bulunmuştur. WO için, tek bir eğenin kullanılması (40 boy, konik 0.08) dolgu malzemesinin çıkarılmasında daha etkili olmuştur. Resiprok için tek alet veya aletler kombinasyonu kullanıldığında benzer temizleme sonuçları gözlenmiştir.

Jorgensen ve ark. (2017), Gutta Core ve sıcak dikey kondanse edilmiş GP' nin orta derecede eğri kanallarda 2 farklı eğe sistemi (PTUR ve WO) ile uzaklaştırılma miktarını değerlendirmiştir. WO eğesinde daha fazla alet kırığı gözlemlenirken, PTUR ile benzer temizleme etkinliği bildirilmiştir.

#### **2.5.2.4. Ultrasonik Yöntemlerle Kök Kanal Dolgusu Çıkarılması**

Tek konla doldurulmuş ve ya GP' leri yetersiz kondense edilmiş kök kanal dolguları, ultrasonik cihazlar kullanılarak çıkarılabilmektedir. Küçük boyutlu bir endosonik eğe, kök dolgusuna saplanmak için yeterli olacaktır. Kök dolgusunu gevşetmek için irr igasyon ve ultrasonik titreşim kombinasyonu birlikte kullanılır ve kanal dolgusunun pasif olarak hareketlenmesi sağlanır. İrrigasyon olmadan etkinleştirilen ultrasonik eğeler sürtünme ısıyı yaratır ve GP' yi plastikleştirerek çıkarılmasını kolaylaştırır. Bununla birlikte, termoplastikleştirilmiş GP, önemli ölçüde kalıntı oluşturarak, kök kanal duvarına doğru sıvanma eğilimindedir. Ayrıca ultrasonik eğeler sadece kanalın düz kısmında kullanılmalıdır (Joiner ve ark. 1989).

Ultrasoniklerin GP ve kanal patının çıkarılması için geleneksel enstrümantasyondan sonra, son adım olarak kullanımı araştırılmıştır. Ultrasoniklerle irrigasyon maddesi olarak kloroform ve NaOCl kullanılmış ve tek başına elle yapılan enstrümantasyon gruplarıyla karşılaştırılmıştır. Kalan artık madde miktarında önemli bir fark görülmemiştir (Wilcox 1989).

Kosti ve ark. (2006), GP' nin çıkarılması için ultrasonikler ile el eğelerini karşılaştırmış ve ultrasoniklerin, elle yapılan enstrümantasyondan önemli ölçüde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Friedman ve ark. (1993), ultrasonik eğeleri çözücü ile birlikte uyguladıkları çalışmalarında sadece düz kökleri kullanmış; eğri köklerde ultrasonik eğelerin kullanılmasının, basamak, tıkanıklık ve perforasyon gibi prosedür hatalarına yol açabileceğini bildirilmişlerdir. Araştırmanın sonucunda da, ultrasonik olarak aktive edilen eğelerin kök kanal dolgusunun büyük kısmını çıkarmak için etkili bir teknik olacağı sonucuna varılmıştır.

Düz köklere sahip maksiller kesici dişler üzerinde yapılan bir ex vivo çalışmada, Gates Glidden frezleri, ultrasonik aletler ve bir çözücü kullanılarak

dişlerin kök kanal tedavileri yenilenmiştir. Örneklerin yarısında, kanal enstrümantasyonunu tamamlamak için bir operasyon mikroskobu ve ultrasoniğin kullanılması, kanalların önemli ölçüde daha temiz olmasını sağlamıştır (de Mello Junior ve ark. 2009).

#### **2.5.2.5. Isı ile Gutta Perka Çıkarılması**

Isı, kök kanal dolgusuna, doğrudan plaggerlar, ısı taşıyıcıları veya sıcak GP doldurma teknikleriyle ilişkili aletler kullanılarak uygulanabilir. Bu el aletleri alevde ısıtılır ve alet kök kanal dolgusuna yerleştirilerek ısı aktarılır. Hastanın yanlılıkla yaralanmasını önlemek için ısıtılmış aletlerle çok dikkatli olunmalıdır. Diğer bir dezavantaj, ısıtılmış aletin alevden çıkarıldığında hemen soğumaya başlaması ve bu nedenle sık sık yeniden ısı uygulamanın gerekli olmasıdır. Bu yöntem, ısıyı kök kanal dolgusuna aktarmanın verimsiz bir yoludur. GP ısıyı zayıf iletir ve bu şekilde sadece daha yüzeysel olan kısımlar yumuşatılır, tüm kök kanal dolgusu yumuşatılamaz.

Alternatif olarak, GP' yi ısıyla yumuşatmak için Touch'n Heat (SybronEndo, Orange, CA, USA) veya System B Heat Source (SybronEndo, Orange, CA, USA) gibi elektrikle ısıtılan plugger ya da spreaderli cihazlar kullanılabilir (Gilbert Jr ve Rice 1987).

Uygulanan ısının aşırı olmaması ve periodontal ligamentlerin hasar görmemesi için, kök kanalı içinde ısıtılmış herhangi bir alet kullanılırken her zaman dikkatli olunmalıdır (Lipski ve Woźniak 2003). Bu nedenle, ısıtılmış alet aralıklı kısa aktivasyonlar halinde ve sadece kök kanalının düz kısımlarında uygulanmalıdır.

Dolaylı ısı, aletler ve kök kanal dolgusu arasındaki sürtünme ile üretilebilir. Gates - Glidden frezler, uzun boyunlu frezeler, özel olarak tasarlanmış GP temizleme aletleri (ör. GPX, Brasse-ler, Savannah, Georgia, ABD), döner Ni-Ti eğeleri veya irrigasyon olmadan çalıştırılan ultrasonik aletler sürtünme ısıyı oluşturabilirler. Böylece kanalda ilerledikçe GP yumuşar (de Mello Junior ve ark. 2009). Döner aletlerle dolaylı ısının oluşturulması, bazı araştırmacıların RT sırasında oluşan çözücü ihtiyacını sorgulamasına yol açmıştır (Sae-Lim ve ark. 2000; Betti ve Bramante 2001).

### **2.5.2.6. Lazerler**

Lazer, kelime olarak “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” kelimelerinin baş harflerinden oluşur ve “uyarılmış ışınım ile ışığın yükseltilmesi” anlamına gelir. Lazer kavramı ilk kez Albert Einstein tarafından sunulmuştur. Lazerler, Albert Einstein' ın 1917' de uyarılmış emisyon teorisini tanımlamasından bu yana uzun bir yol kat etmiştir. Lazerin tıp ve diş hekimliği alanındaki ilerlemeleri, hasta bakımı ve refahında önemli bir rol oynamaktadır (Stern ve ark. 1972). Lazerler ilk kez 1960' larda diş hekimliğine tanıtılmıştır ve bu zamana kadar birçok diş hekimliği alanında kullanılmıştır.

Lazerlerin diş hekimliğinde geniş bir uygulama alanı vardır. Yumuşak ve sert diş dokularında uygun parametrelerle kullanıldığında başarılı sonuçlar elde edilebilir. Uygulayıcılar, lazer ışığını etkili ve güvenli bir şekilde kullanmak için lazerlerin temelleri ve sınırlamaları hakkında yeterli bilgiye sahip olmalıdır (Uysal ve Güler 2012).

#### **2.5.2.6.1. Lazerin Dokuya Etkisi**

Lazerlerin diş sert-yumuşak dokuları ve bakteriler üzerindeki etkisi, lazer ışınının hedef doku içindeki kromoforlar (su, apatit mineralleri ve çeşitli pigmentli maddeler) tarafından emilmesine bağlıdır. Lazer enerjisinin doku üzerindeki temel etki mekanizması fototermaldir, diğer mekanizmalar bu sürece ikincil olarak dahil olurlar veya bu süreçten tamamen bağımsızdırlar.

Lazer ışını bir dokuya temas ettiği zaman dokuda aşağıdaki dört durum gerçekleşir:

1. Yansıma: Işının enerjisi yansıma sonrası dokudan uzaklaşmaktadır.
2. Saçılma: Işın hedef dokudan sapar ve doku ışını absorbe etmeden komşu dokulara saçılır.
3. Absorbsiyon: Absorbsiyon sonrası dokuda ısı artışı meydana gelmektedir.
4. İletilme: Işının enerjisi dokudan geçerek altındaki dokulara iletilmektedir (Zakariasen ve Dederich 1991).

Lazerlerin doku üzerindeki etkisini belirleyen bazı faktörler vardır. Bunlar; lazerin dalga boyu, atım enerjisi, lazerin güç çıkışı, lazer ışınına maruz kalma süresi, ışının nokta boyutu (ve dolayısıyla enerji yoğunluğu), dokunun fiziksel-kimyasal bileşenleri ve doku değişkenleridir (örn. su içeriği, yoğunluk, termal iletkenlik ve termal genleşme) (Abbott 1991).

#### **2.5.2.6.2. Endodontide Lazerlerin Kullanım Alanları**

- Tanı amaçlı
- Giriş kavitesinin açılması
- Kuafaj ve pulpa amputasyonu
- Kök kanal sisteminden smear ve debris uzaklaştırılması
- Kök kanallarının dezenfeksiyonu
- Kök kanalı preparasyonu
- Endodontik cerrahi
- Yıkama solüsyonlarının aktivasyonu
- RT uygulamaları
- Kök kanallarının doldurulması

#### **2.5.2.6.3. Bazı Lazer Çeşitleri**

##### **2.5.2.6.3.1. Nd: YAG Lazerler**

Nd: YAG, neodimyum: itriyum-alüminyum-garnet anlamına gelir ve 1964 yılında Geusic ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir (Israel ve ark. 1995). Diş hekimliğinde ilk olarak 1985'te kullanılmıştır. 1.064 nm dalga boyuna sahiptir.

Hidroksiapatit ve su molekülleri tarafından düşük miktarda emilir. Böylece, lazerin gücü mine ve dentin boyunca derinlemesine yayılır ve sonunda pulpayı ısıtır (Wu ve ark. 2008). Bu nedenle, Nd: YAG, minimum absorpsiyonla ve yansıma olmadan, dokuya çeşitli derecelerde penetre olur (Marwah 2018). Temaslı veya temassız modda çalışabilir.

Doku üzerinde çalışırken temas modu şiddetle tavsiye edilir. Kömürleşmiş doku artıkları genellikle kontak fiberin ucunda birikerek "sıcak uç" oluşumuna neden

olur. Nd:YAG lazerin etkisi, sıcaklıktaki bu artışla güçlenir ve birikintilerin yıkanması gerekli değildir.

Lateral termal hasar, kaplanmış safir uç gibi özel uçların kullanılmasıyla sınırlandırılabilir. Siyah renk arttırıcı kullanılırsa lazerin etkisi hızlanır (Dederich ve Bushick 2004). Nd:YAG lazer, 2 - 4 mm penetrasyon derinliğine sahip helyum-neon ile birlikte kullanılır (Karic ve ark. 2017).

Yüksek güçlerde, titreşimli olarak kullanıldığında doku yüzeyinde plazma adı verilen aşırı ısıtılmış gaz oluşabilir. Soğutulmazsa (örn. Fiberden aşağı bir su akışı akıtılarak), oluşan bu plazma çevre dokulara zarar verebilir. Nd: YAG lazer titanyum, amalgam ve bu gibi diş materyallerinin varlığında değerli olmayan metaller tarafından kolayca emildiğinden dikkatli işlem gerektirir (Julian 2011).

Doku ile temaslı ve hemostatik özelliğe sahip olduğundan yumuşak doku işlemlerinin, insizyon ve koagülasyon işlemlerinin rahat yapılmasını sağlar. Periodontal ceplerin dekontaminasyonunu sağlar, sağlıklı mineye dokunmadan yüzey çürüklerini, ülserasyonları tedavi edebilir. Bakterisid özelliğe sahiptir, kök kanalından artıklarını yok edip kanalı dezenfekte edebilir (Olivi ve DiVito 2016).

#### **2.5.2.6.3.2. Diyet Lazerler**

Diyet lazerler katı halde bulunan, yarı iletken, aliminyum veya indium galyum ve arsenid kombinasyonu ile elektrik enerjisini 800-980 nm dalga boyunda görülemeyen spektrumdaki ışık enerjisine çevirirler. Elektrik diyeti gibi çalışan yarı iletken bir çiptir (aktif orta galyum arsenat). Diyet lazerler bu ölçekte bile birkaç watt güç üretebilir (Tanushri ve ark. 2015).

Diyet lazer pigmente dokular tarafından yüksek miktarda absorbe edilebilir ancak diş dokusu tarafından absorbe edilemediğinden yumuşak dokuda kullanımı daha uygundur. Mine, dentin ve sement tarafından iyi absorbe edilemedikleri için, komşu yumuşak dokularda rahatça kullanılabilirler. İnsizyon, koagülasyon ve dişeti cebi temizliğinde, pulpa vitalitesinin belirlenmesinde kullanılabilirler (Olivi ve DiVito 2016).

Endodontik tedavide antibakteriyel etki yaratmak amacı ile kullanılmaktadır. Esnek yapıda, uzun, ince ve 200 µm'lık tek kullanımlık uçlar kullanılabilir. Kök

kanalına uygulandığında kanaldan 500-750 µm mesafeye kadar dekontaminasyon yapabilmektedir (Schoop ve ark. 2004).

### **2.5.2.6.3.3. Er: YAG Lazerler**

Erbiyum-Yitrium Aliminyum Garnet Lazerler, ilk defa, kavite preparasyonunda kullanılmak üzere 7 Mayıs 1997' de FDA tarafından onaylanmıştır. Er: YAG lazerler diş hekimliğinde en çok tercih edilen lazer tipidir ve dalgaboyu 2940 nm'dir. Sert doku üzerinde dokudaki su tanecikleri lazerin yaydığı enerjiyi absorbe ederek mikropatlamalar oluşturur ve dokuların buharlaşmasını sağlar.

Er: YAG lazerleri, çeşitli araştırmalarda da gösterildiği gibi sert diş dokusunu etkili ve verimli bir şekilde kesebilir (Walsh 2003). Lazer ışınlarının su molekülleri ve hidroksiapatit kristalleri tarafından absorbe edilebilmesi ve tübüllerden geçebilmesi sayesinde çok tercih edilmektedir. Er: YAG lazerle dişte minimal ağrıya kavite açmak ve çürüğü uzaklaştırmak mümkündür. Kavite preparasyonunda pulpal tepki minimaldir. Er: YAG aynı zamanda kemik ablasyonu için de kullanılabilir ve yumuşak doku ameliyatlarında hiperplastik dişeti dokusunun çıkarılması, periodontal cerrahi, ağız mukozasının ve cildin büyük benign lezyonlarının ablasyonu gibi pıhtılaşma etkisinin istenmediği vakalarda da endikasyonları vardır (Hooks ve ark. 1980).

Derin dokularda değil yüzeyde çalıştığı için oldukça güvenlidir, frezle çalışmaktan daha kontrollüdür. Kemikte ve mine dokusunda anestezisiz güvenle çalışılabilir. Derine penetre olamaması nedeniyle hemostazis özelliği zayıftır ve yumuşak dokuda çalışmaya elverişli değildir. Endodontide pulpektomi ve kanal preparasyonunda kullanılabilirler. Vestibül derinleştirme, frenektomi, gömülü diş, kemik ve mukoza retansiyonu kaldırma, protez hiperplazileri, sinüs lifting operasyonları gibi birçok alanda kullanılabilir. Bakterisid olduğu için iyileşme süresini kısaltır, antibiyotik kullanımı, operasyon sonrası ödem, şişlik ve skar dokusu oluşumunu minimuma indirir (Aşçı 2014).

Keleş ve ark. (2015), Mikro Bilgisayarlı Tomografi kullanarak Ni-Ti döner aletlerle retreatment sonrası oval şekilli kanallardaki dolgu materyallerinin çıkarılmasında, ilave yöntem olarak lazerlerin etkinliğini değerlendirmişlerdir. Döner aletlerin kullanımından sonra Er:YAG lazer uygulamasının dolgu kalıntılarını, PIPS

ve Nd:YAG' a göre önemli ölçüde daha yüksek miktarda ortadan kaldırdığını göstermişlerdir.

Tachinami ve Katsuumi (2010), Er:YAG lazerin kök kanal dolgu maddelerini çıkarma etkinliğini Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile incelemişlerdir. Sonuç olarak, Er:YAG lazerin kök kanal dolgu materyallerini uzaklaştırmada hızlı ve etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Kesler ve ark. (2002), herhangi bir mekanik alet kullanmadan kök kanalını temizlemek ve şekillendirmek için Er:YAG lazeri kullandıkları çalışmalarında, Er:YAG lazerin özel mikroproblarının düz kök kanallarını şekillendirmede, temizlemede ve genişletmede geleneksel yöntemlere göre daha hızlı ve verimli olduğunu bulmuşlardır.

#### **2.5.2.6.3.3.1. PIPS (Foton İndüklü Fotoakustik Dalgalanma)**

Son zamanalarda lazer cihazları kullanarak irrigasyon solüsyonunu aktive etme işlemi giderek yaygınlaşmıştır. Lazer optik ucunun kök apeksine ilerletilmeksizin sadece pulpa odası içerisine yerleştirilerek uygulandığı Foton-İndüklü Fotoakustik Dalgalanma tekniği (PIPS); Er: YAG lazer kullanılarak yapılan yeni bir lazer aktivasyon tekniğidir. PIPS terimi ise, Enrico Divito (2006) tarafından tarif edilen tescilli bir kısaltma şeklidir.

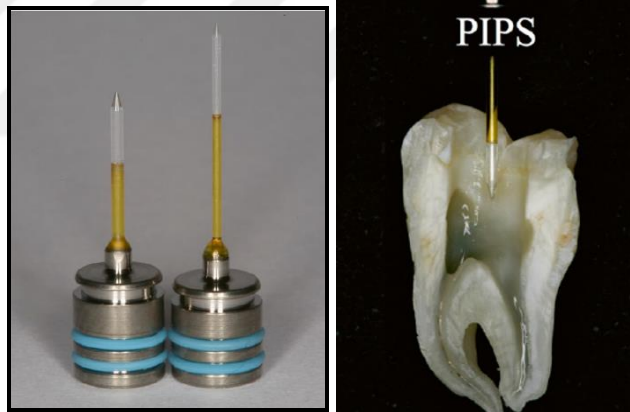
Doğru spesifik parametreler ve protokoller kullanıldığında termal hasar olasılığını önleyen ve sıvıların etkili üç boyutlu akışını sağlayan şok dalgasının, sıvılarda yayılmasına izin veren konik ve soyulmuş uç tasarımına sahiptir. Düşük enerji ve yüksek atım gücü, benzersiz uç tasarımı ve apeksten uzak konumuyla PIPS, irrigasyon maddeleri için güvenli ve etkili aktivasyon sağlar (Olivi ve DiVito 2016).

Araştırılan diğer lazerle aktive irrigasyon tekniklerinden farklıdır ve binlerce klinik çalışma ile onaylanmıştır. PIPS diğer lazerle irrigasyon aktivasyon tekniklerine göre aşağıdaki özellikleri sayesinde daha farklı ve avantajlıdır.

- Işınsal ve soyulmuş özel bir uç tasarımına sahiptir.
- Subablatif veya minimal ablatif enerjiyle çalışır.

- Çok kısa bir atım süresi ile iletilir, böylece çok yüksek tepe gücüne çıkabilir.
- Ucun kanala değil, sadece pulpa odasına kolayca konumlandırılması yeterlidir.
- Kök kanalı ve apikal preparasyonunun minimumunda tutulması yeterlidir.

Bu teknikte yüksek güç ayarları değil düşük güç ayarları kullanılarak (maksimum güç 1 W) fotoakustik ve fotomekanik etki oluşturulmaktadır. Fotoakustik ve fotomekanik fenomenlere dayanan bu teknikte düşük enerji seviyesi ve ardışık iç patlamalar ile yüksek güçte dalgalar üretilir. Her atım, sıcaklık artışı olmadan, ardışık olarak genişleyen şok dalgaları üretirerek su molekülleriyle etkileşime girer ve güçlü bir sıvı akış ve dalgalanma hareketine neden olur (Olivi ve DiVito 2016). Böylece Er:YAG lazerlerin termal yan etkileri, karbonizasyon ve çatlak oluşumu gibi komplikasyonları ortadan kalkmış olur.



Şekil 4: PIPS™ uçlar: 9 mm uzunluğunda, 600 µm çapında uç ( sol ) ve 12 mm uzunluğunda, 400 µm çapında uç ( sağ )

Diğer konvansiyonel irrigasyon teknikleri ile karşılaştırıldığında, yapılan tüm çalışmalarda PIPS, smear tabakasını daha iyi çıkarmış ve bakteri sayısını diğerle lazer türlerine göre daha çok azaltmıştır (George ve ark. 2008; Licata ve ark. 2015).

Kök kanal temizliği ile ilgili ilk PIPS çalışması 2010 yılına dayanmaktadır. Er:YAG lazer (Fidelis III, Fotona) kullanılarak, 20 mJ ve 15 Hz' de smear tabakasının çıkarılması için EDTA Solüsyonu aktive edilmiştir (DiVito ve ark. 2012). Daha sonra Peters ve ark. (2011), NaOCl' yi aktive etmek için eski bir Er:YAG lazer modelini (Fidelis, Fotona; Ljubljana-Slovenia) kullanmışlardır. 50 mJ

enerji ve 10 Hz frekans değerlerini kullanarak kök kanal dezenfeksiyonu üzerine ilk PIPS çalışmasını yayınlamışlardır (Peters ve ark. 2011).

Jaramillo ve ark. (2012), PIPS ile % 6' lık NaOCl' in 20 sn irrigasyon aktivasyon kombinasyonlarının *E. Faecalis* büyümesini inhibe etmede çok etkili olduğunu bulmuşlardır. PIPS teknolojisi, endodontik tedavi sırasında enfekte olmuş kök kanallarının dekontaminasyonunda etkili bir ilave yöntem olarak kullanılabilir.

Smear tabakasının çıkarılması üzerine yapılan çalışmalarda, 20 mJs, 15 Hz ve 50 μs atım sresinde 12 mm, 400 μm kuvars uç ile 2,940 nm dalga boyunda PIPS ayarlarını kullanılmıştır. Ucu pulpa odasına sabit olarak yerleştirilmesi, farklı zamanlamalarla sadece suya karşın solüsyonlarla kullanıldığında daha yüksek miktarda açık dentin tbln ortaya çıkarmıştır. PIPS ucunun kanalın içine değil de, sadece koronal pulpa odasına yerleştiriliyor olması, tekniği daha güvenli hale getirmiştir (DiVito ve ark. 2012; Ordinola-Zapata ve ark. 2014). Bu durumun çeşitli avantajları vardır. Kökün koronal ve orta ute birlik kısmında sıklıkla bulunan istmus, lateral kanallar, tüm kök kanal uzunluğu, kavisli ve eğri kanallar da dahil olmak üzere karmaşık anatomik sistemler verimli şekilde irrigate edebilmiştir. Kanalın minimal olarak şekillendirilmesi yeterlidir ve bu sayede solüsyonların ve debrislere apikalden taşması olasılığı da azalmıştır (Olivi ve DiVito 2016).

PIPS dişlerin hassas apikal anatomisinin korunmasını sağlar. Çok kısa atım süresi ve zel PIPS tasarımı sayesinde, irrigasyon solüsyonlarını aktive etmek için gereken enerji seviyesi, dentin ablasyon eşiğinin altındadır (Lin ve ark. 2010).

PIPS tekniğin şok dalgası yoluyla dentin yüzeyini temizleyebilmesi için, irrigasyon solüsyonlarının 30 sn boyunca sürekli akması gereklidir. Daha uzun çalkalama ve aktive etme aşamasından sonra, zeltelerin dentin ile reaksiyona girebilmesi için dinlenme süresine (dinlenme fazı) ihtiyaç vardır (Macedo ve ark. 2010).

Aktivasyon sırasında solüsyon varlığı sürekli olarak srdrlmezse, lazerin ucu kanalın içine yanlış yerleştirilirse ve / veya uygulanan enerji yüksek olursa, kanalın apikal ve orta l kısmında irrigasyon solüsyonunun hızlı tükenmesine neden olur. Bu da, dentin üzerinde kuru etkileşime ve sonuç olarak termal hasara yol açarak PIPS tekniğinin sonuçlarını tehlikeye atar (Deleu ve ark. 2015). Sürekli olarak

aktivasyon yapma ve cihazı dinlendirme adımları, PIPS tekniğini kullanılırken başarılı bir irrigasyon aktivasyon yapmak için esastır. Uygun PIPS protokolünün izlenmesi optimal sonuçlar için kritik öneme sahiptir (Olivi ve DiVito 2016) .

#### 2.5.2.7. Çözücüler

Kanal dolgusu, iyi kondanse edildiğinde, alet penetrasyonuna dirençli olduğunda ve en önemlisi, kökün eğri bölgelerinde perforasyon riski olduğunda çözücülerin kullanımı yaygın olarak önerilmektedir (Aydın ve ark. 2009; Sağlam ve ark. 2014). Ayrıca iyi kondanse edilmiş GP'nin ısı yardımı ile veya ısı uygulanmadan mekanik olarak çıkarılması, KKDM'nin büyük bir kısmını temizleyecektir; ancak çözücü kullanmayı gerektirecek GP artıklarının kalması kaçınılmazdır. Sıkı doldurulmuş GP' yi yumuşatmak için bir çözücünün kullanılması, ısı kullanmaktan nispeten daha etkili ve daha hızlıdır. Ayrıca özellikle kök kanalının derinliklerinde kullanımı açısından daha güvenlidir. Çözücüler, GP' yi yumuşatmak ve çıkarılmasına yardımcı olmak için uzun yıllar boyunca önerilmiştir (Friedman ve ark. 1990).

Geleneksel olarak, kloroform en etkili çözücü olarak gösterildiğinden en çok tercih edilen çözücüdür (Wilcox 1995). Bununla birlikte, periapikal dokularla temas etmesi halinde sitotoksitesiyle ilgili endişeler ortaya çıkmıştır. Kanserojen olması diş hekimliği çalışanları için potansiyel bir risk olarak değerlendirilmiştir (de Oliveira ve ark. 2006). Genel olarak, tüm çözücüler bir dereceye kadar toksiktir ve kullanımları sınırlandırılmalı veya gerekli değilse kullanımlarından kaçınılmalıdır (v. Wintzingerode ve ark. 1997). Dikkatli bir şekilde uygulanırsa, kloroform özel bir risk oluşturmaz (Allard ve Andersson 1992). Hangi yöntemlerin daha etkili olduğu ve çözücülerin kök materyali dolgusunun giderilmesi için gerekli olup olmadığı konusu hala belirsizdir (Peters ve ark. 2015).

Daha az toksik bir alternatif çözücü bulma girişiminde ökaliptol, ksilen/ksilol, metil kloroform, tetrahidrofur, metilen klorid, halotan, turpentin ve portakal yağı dahil olmak üzere birleşik başka çözücü daha araştırma konusu olmuştur.

Ksilen, kloroformdan daha az toksiktir ve çok daha az etkili olduğu bulunmuştur (Wennberg ve Ørstavik 1989). Birkaç çalışma okalıptolü araştırmış ve

en az etkili çözücü olduğu sonucuna varmıştır. Bununla birlikte, ısıtıldığında etkinliği kloroformunkine yaklaşabilir (Tamse ve ark. 1986).

Wennberg ve Orstavik (1989), etkili ve az toksik olduğu için metil kloroformun en iyi alternatif olduğu sonucuna varmışlardır. Ancak etkisinin önemli ölçüde daha yavaş olduğunu belirtmişlerdir. Diğer çalışmalar portakal yağı kullanımını önermiştir (Oyama ve ark. 2002). Portakal yağı etkili olmasına rağmen (Hansen 1998), kanal dolgusu sökümünde etkileri kloroformunkinden daha yavaş çıkmıştır (Ring ve ark. 2009).

Halotanın etkinliğini savunan bir çalışmada, GP' yi aynı zaman aralığında etkili bir şekilde çözdüğü bulunmuş ve kanalların kloroform (Ladley ve ark. 1991) kullanıldığında olduğu kadar temiz olmasını sağladığı belirtilmiştir. Bununla birlikte, başka bir çalışmada, GP çözücüsü olarak halotanın, kloroform ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha yavaş olduğu gösterilmiştir (Wilcox 1995).

GP' nin hem elle hem de döner aletlerle çıkarılmasının, bir çözücü kullanılarak çıkarılmasından daha yavaş olduğu belirtilmiştir (Sağlam ve ark. 2014). Çözücülerin kök kanalı içinde kullanılmasının dış dokusu üzerinde herhangi bir zararlı etkisi yoktur ve kök kanalı ile sınırlı kaldığı sürece kullanımla ilgili risk minimum düzeydedir (Muller ve ark. 2013). GP, kloroform ve diğer çözücüler içinde kolaylıkla çözülebilmeye rağmen, cam iyonomer simanlar gibi bazı maddeler kloroforma dirençlidir (Reddy ve ark. 2013). Epoksi rezinler, kloroformda ex vivo çözünür, ancak in vivo olarak çıkarılmasının zor olduğu kanıtlanmıştır (Mittal ve Jain 2014). Bu nedenle, GP ve bu maddelerin herhangi birinden oluşan kök kanal dolgularının çıkarılması için, eğelerin ultrasoniklerle etkinleştirilmesini veya el eğelerinin ve döner sistem eğelerinin kombine şekilde kullanılmasını gerektirecektir (Rached-Júnior ve ark. 2014).

Klinik olarak çözücü kullanmanın en etkili ve en güvenli yolu, Gates-Glidden veya Peeso frezleri kullanarak pulpa odasını ve kanalın koronal kısmında bulunan GP' yi temizlemektir (Aydın ve ark. 2009). Bu aletler sadece kanalın düz kısmında ve zorlamadan kullanılmalıdır; kanalın kavisli kısmında kullanımları kök perforasyonuna neden olabilir. Hangi alet kullanılırsa kullanılsın, GP' yi yumuşatmak için çözücünün yerleştirilmesi için bir rezervuar oluşturulur. Bu, çözücü ile GP

arasında yakın temasa izin vererek, çözücü pulpa odasına yeni yerleştirildiğinde meydana gelen hızlı buharlaşmayı önler (Boariu ve ark. 2015).

Çözücü kullanımıyla kanal duvarlarına sıvayan ince GP tabakasının, RT sırasında kullanılan antimikrobiyal ajanların etkisini engeleyeceği belirtilmiştir (Sağlam ve ark. 2014). Gerçekten de birkaç çalışma, kloroform kullanımının, kök kanalının temizliğinin azalmasına neden olduğu sonucuna varmıştır (Hoen ve Pink 2002; de Campos Fruchi ve ark. 2014; Colombo ve ark. 2016; Latheef ve ark. 2016).

Ancak son zamanlarda yapılan araştırmalar, el eğeleri ve çözücülerden oluşan geleneksel tekniklerin, kök dolgu malzemelerini güvenli ve hızlı bir şekilde çıkarmak için kullanılabileceğini göstermiştir (Peters ve ark. 2015; Fariniuk ve ark. 2017).

#### **2.5.2.7.1. Kloroform**

Kloroform, etil eter-kloroform karışımı ile birlikte en çok kullanılan çözücüdür (Ezzie ve ark. 2006; Bodrumlu ve ark. 2008; Gu ve ark. 2008; Akhavan ve ark. 2012; Kfir ve ark. 2012; Khalilak ve ark. 2013; Sağlam ve ark. 2014; Jain ve ark. 2015; Colombo ve ark. 2016). Ancak bazı çalışmalar, GP' yi çıkarmak için kloroform kullanımının, herhangi bir çözücü içermeyen kontrol grubuna göre işlemi daha zor hale getirdiğini kabul etmiştir (Hülsmann ve Stotz 1997; Hassanloo ve ark. 2007; Kfir ve ark. 2012; Sağlam ve ark. 2014). Ayrıca kloroformun kontrol grubuna göre farklılık yaratmadığını belirten çalışmalar da vardır (Bodrumlu ve ark. ; Takahashi ve ark. 2009; Colombo ve ark. 2016).

Ancak birkaç çalışma, kloroform kullanımının avantajlı olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalar kloroformun, mekanik eğelerle GP çıkarmaktan çok daha fazla etkili olduğunu (Ferreira ve ark. 2001), mekanik yöntemler GP' yi kanaldan geri çıkaramadığında faydalı olduğunu (v. Wintzingerode ve ark. 1997) ve işlemin süresini kısaltmayı başardığını göstermiştir (Khalilak ve ark. 2013). Farklı GP çözücülerinin karşılaştırdığı bazı çalışmalarda, kloroformun en etkili çözücü olduğunu belirtilmiştir (Tamse ve ark. 1986; Wennberg ve Ørstavik 1989). Keçeci ve Çelik (2004), döner ege sistemleriyle birlikte kloroform kullanıldığında, işlemlerin hızlandığını ve alet kırılma riskinin azaldığını göstermişlerdir.

#### **2.5.2.7.2. Ökalyptol**

Ökalyptolle yapılan çalışmalardan sadece bir çalışma kullanımının faydalı olduğunu savunmuştur (Hülsmann ve Bluhm 2004). Ancak çalışma, Flex Master GT Rotary ve ProTaper eğeleri ile yapılan mekanik enstrümantasyon grubu ve çözücüsüz olarak kullanılan Hedstrom eğelerinin grubu arasında önemli bir fark bulamamıştır. Boariu ve ark. (2015), ökalyptol kullanımının, Gates-Glidden frezle birlikte Hedstrom (Horvath ve ark. 2009) ve ProTaper Universal, K3 Endo döner ege sistemi ve Gates-Glidden plus K-tipi eğeyi test eden kontrol gruplarına göre kök kanal duvarlarında ve dentin tübüllerinde daha fazla GP ve dolgu maddesi artığı kalmasına yol açtığı sonucuna varmıştır. Bir çalışma Nd:YAG lazerle kullanılan ökalyptol ve dimetilformamidin çözücülerinin GP çıkarılmasındaki etkinliği değerlendirmiş ve Nd:YAG lazerin GP' yi in vitro yumuşatabildiğini bulmuştur. Ancak çözücülerin eklenmesi, GP'nin uzaklaştırılmasını iyileştirmemiştir (Viducic ve ark. 2003).

#### **2.5.2.7.3. Endosolv-R**

Endosolv-E çinko oksit içerikli, Endosolv-R ise rezin bazlı kök kanal patlarını çıkarmada kullanılır. Bu çözücüyü değerlendiren bazı çalışmalar, Endosolv-R kullanımının RT işleminde yararlı olmadığı sonucuna varmıştır (Latheef ve ark. 2016; Bhagavaldas ve ark. 2017).

Muller ve ark. (2013), Endosolv-R ve damıtılmış su ile kullanılan pasif ultrasonik irrigasyonla (PUI) son yıkamayı test etmiştir. Her iki yöntemde Endosolv-R dolgu kalıntılarını kök kanal duvarlarından çıkarmada etkisiz olmuştur.

Sağlam ve ark. (2014), kloroformun ve Endosolv-R'nin karşılaştırıldığı bir çalışmada iki çözücünün benzer etkinlik gösterdiği, çözücü kullanımının uzaklaştırılan materyal miktarını etkilemediği ancak tedavi süresini kısalttığı bildirilmiştir.

#### **2.5.2.7.4. Ksilol / Ksilen**

Ksilol, kloroforma göre daha az toksik olup kanal dolgu maddesinin uzaklaştırılmasında kloroforma alternatif olarak gösterilebilir (Tamse ve ark. 1986). Ksilol literatürde farklı çalışmalarla değerlendirilmiştir (Betti ve Bramante 2001; Betti ve ark. 2010). Rached-Junior ve ark. (2014), yaptıkları bir çalışmada, dolgu

malzemesinin farklı operasyon görüş teknikleri (direkt veya operasyon mikroskobu) ve yöntemleri (çözücü veya çözücsüz PTUR ile RT ve çözücü veya çözücsüz ultrasonik kullanarak) altında kaldırılmasını değerlendirmişlerdir. Operasyon mikroskobu ile görüş yönteminden bağımsız olarak, ksilol kullanımının değerlendirildiği her iki yöntemde de, ksilolün dolgu malzemesini daha fazla çıkarıldığı sonucuna varmışlardır. Operasyon mikroskobu altında bakılan gruplardan ultrasoniklerle ksilol kullanılan grupta, mekanik eğerlerle ksilol kullanılan gruptan daha iyi temizlik sağlanmıştır. Ancak test edilen protokollerin hiçbirinde dolgu malzemesi tamamen çıkarılamamıştır (Rached-Junior ve ark. 2014).

Nina ve ark. (1980), kloroform, ksilol, ökaliptol, turpentin, eter, aseton ve benzinin 30 dakikada GP' yi yumuşattığını bildirmişler ve en etkili olan çözücünün ksilen, en yavaş etkiye sahip olanların ise turpentin ve aseton olduğunu vurgulamışlardır. Yalnızca bir çalışma ksilol kullanımının faydasını bulamamıştır (Betti ve ark. 2010).

#### **2.5.2.7.5. Portakal Yağı**

Oyama ve ark. (2002), kök kanallarından GP' yi çıkarmak amacıyla ksilol, okaliptol, halotan, kloroform ve portakal yağı olmak üzere beş farklı çözücünün etkinliğini değerlendirmiştir. Bazı çözücülerin toksik ve kanserojen etkileri göz önüne alındığında portakal yağının, hızlı etki gösteren, çevre dokulara zarar vermeyen, hasta ve çevre için toksik olmayan bir çözücü olduğunu belirtmişlerdir. Gereksinimlerini karşıladığı için kanal yenileme tedavisi için kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Hansen (1998), portakal yağı, ökaliptol, kloroform ve ksilenin GP ve farklı kanal patları üzerindeki çözücülük etkinliklerini incelemiştir. Hepsinin GP' yi kabul edilebilir düzeyde çözdüğünü, ancak AH 26 kanal patını sadece kloroformun çözdüğünü bildirmiştir.

Martos ve ark. (2011), beş farklı kök kanal patının portakal yağı, okaliptol, ksilol ve kloroform ile çözünürlüğünü değerlendirmek için yaptıkları çalışmalarında istatistiksel olarak en etkili çözücü ksilol olarak bulundu, bunu kloroform izledi. Uçucu yağlar (ökaliptol ve portakal yağı) ise daha az çözücü etki gösterdi.

### 3. AMAÇ

Bu çalışmanın amacı; 120 adet diş üzerinde AH Plus kanal patı ve Güta Perka ile doldurulmuş olan kanalları; ProTaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment ve WaveOne döner eğe sistemleriyle enstrümente etmeden önce kanallara kloroform uygulanması, kanalları enstrümente ettikten sonra kloroform uygulanmasının ve enstrümantasyon sırasında PIPS ile aktive irrigasyon yapılmasının, ayrı ayrı değerlendirildiği gruplarda, kanal duvarları üzerinde kalan artık dolgu maddesi miktarına ve bu yöntemlerin tedavi süresine olan etkilerinin değerlendirilmesidir.



#### **4. GEREÇ ve YÖNTEM**

RT tedavisinde döner eĝe sistemlerinin, kloroformun ve foton indüklü fotoakustik dalgalanmanın (PIPS) kök kanallarında kalan artık dolgu maddesini çıkarmadaki etkinliğinin incelendiği çalışmamızın etik kurul onayı, Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulu'nun 05/11/2020 tarih ve 2020/02-14 sayılı komisyon kararı ile alındı (Ek-1). Araştırmada, örneklerin hazırlanması Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi araştırma laboratuvarında ve stereomikroskop ve SEM incelemeleri Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (BİTAM)' da gerçekleştirildi.

##### **4.1. Dişlerin Seçilmesi**

Bu tez çalışmasında, 120 adet tek köklü ve tek kanallı, kök ucu gelişimini tamamlamış, daha önce endodontik işlem görmemiş, herhangi bir nedenle çekilmiş insan diş kullanıldı. Büyütme altında kırık veya çatlak hattı varlığı incelendi, kökü rezorpsiyonlu, kalsifikasyonlu, apikal boyutu #15-K file eĝeden daha büyük olan dişler ve araştırmaya uygun olmayan örnekler çalışmaya dahil edilmedi.

Çalışma öncesinde dişlerin etrafındaki yumuşak doku artıkları ve diş taşları temizlenip, tüm dişler %5,25' lik NaOCl içinde 15 dk bekletildi. Dişler tekrar akan su altında yıkanarak, çalışma başlangıcına kadar distile su içerisine alındı. Daha sonra, standardizasyonu sağlamak amacıyla dişlerin kron kısımları, çalışma boyu 14 mm uzunluğunda olacak şekilde su soğutması altında elmas bir frezle uzaklaştırıldı. Apikal kısımlara #15-K eĝesinin sıkışıp sıkışmadığı kontrol edildi. Çalışma boyu apikal kısımdan 1 mm kısa olacak şekilde ayarlandı.

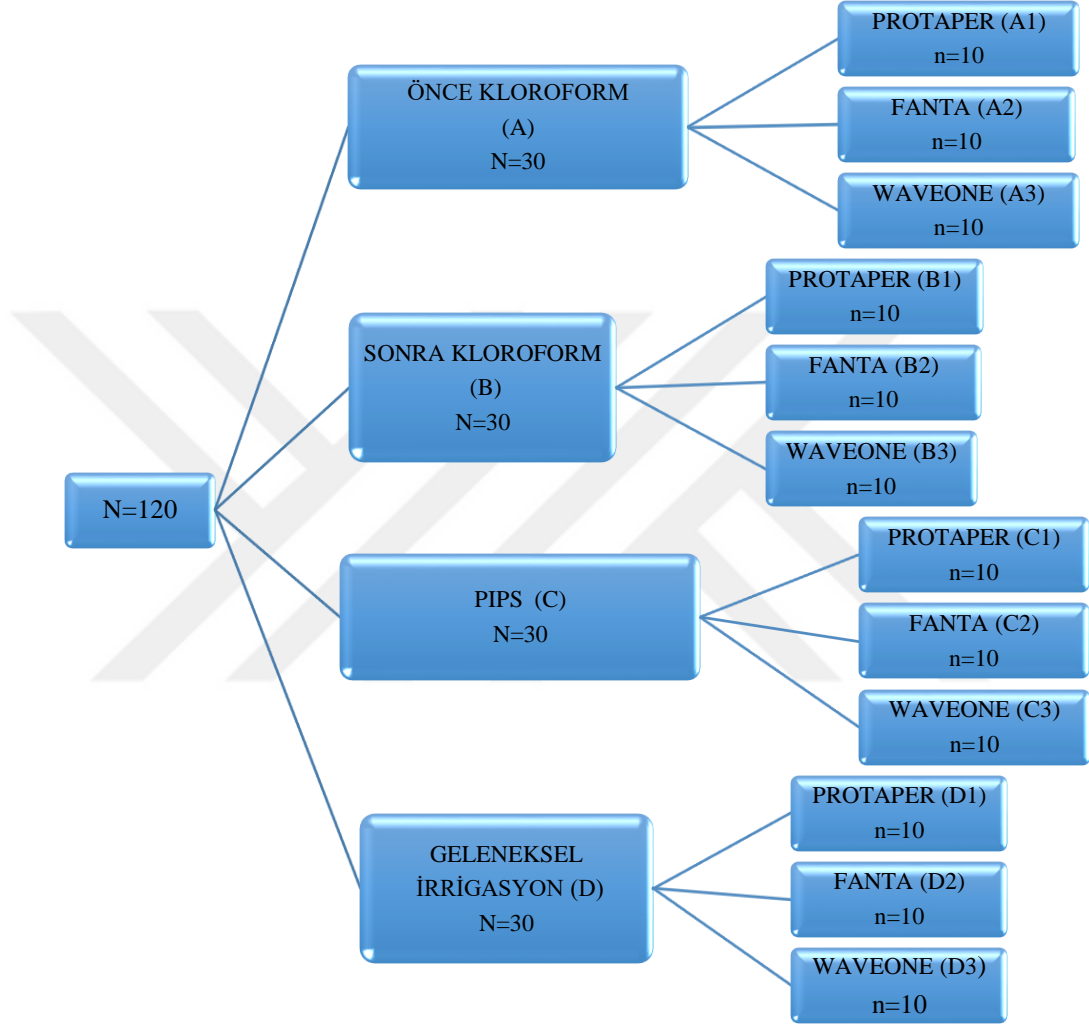
##### **4.2. Güç Analizi ve Deney Gruplarının Belirlenmesi**

Örnek sayılarının belirlenmesi için, güç analizi yapılarak, %85 güç hedeflendiğinde, literatürdeki çalışmalarda en küçük değerin 0.03, en yüksek değerin 0.31 ve popülasyon standart sayısının (sigma) 0.14 olarak alındığı durumda her bir alt gruptaki sayının en az 8 olması gerektiği görüldü ve her bir alt gruptaki diş sayısı 10 olacak şekilde karar verildi. Dişler kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında kullanılacak tekniğe göre rastgele 4, ardından kullanılacak eĝe sistemlerine

(ProTaper Universal RT, Fanta AF RT, WaveOne) göre de her grupta 10 (n=10) diş olacak şekilde 3 alt grup olmak üzere toplamda toplamda 12 gruba ayrıldı.

### 4.3. Araştırma Gruplarının Oluşturulması

Tablo 2: Araştırma grupları



### 4.4. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi ve Doldurulması

Her gruptaki örneklerin kök kanalları, ProTaper Next döner eğe sistemi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile apikal ana eğe F3 olacak şekilde üretici firmanın talimatları doğrultusunda şekillendirildi. Genişletme işlemleri 300 rpm hızda, 3 N/cm tork ayarında ve 'auto-reverse' fonksiyonu aktifleştirilmiş bir elektrikli motor (X-Smart, Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) yardımı ile yapıldı.

Kanalların preparasyonu amacıyla, sırasıyla X1, X2 ve X3 eğeleri, çalışma boyunda olacak şekilde kullanıldı. Şekillendirme işlemi boyunca her eğe değişiminde kök kanalları 1 ml % 5' lik NaOCl ile yıkandı ve apikal açıklık ISO #15-K eğe (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile kontrol edildi. İrrigasyon için 27 gauge dental enjektör kullanıldı. Son yıkamada sırasıyla 3 ml %5' lik NaOCl, 3ml %17' lik EDTA solüsyonu ve distile su ile 1'er dakika kullanıldı. Kanallar kağıt konlar ile kurulandı, AH Plus kanal patı (DeTrey Dentsply, Kontanz, Almanya) ve GP (Dentsply-Maillefer, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brezilya) kullanılarak, lateral kondenzasyon tekniği ile dolduruldu. Üretici firmanın talimatlarına uygun olarak, 1:1 oranında hazırlanan pat, ana kon ile birlikte, çalışma boyunda kanala yerleştirildi. Spreader ile elde edilen boşluklara yan konlar, pata bulanarak yerleştirildi. Bu işleme kanal içerisine spreader girmeyene kadar devam edildi. Tüm kanallar doldurulduğunda GP' nin kanal dışında kalan kısmı ısıtılmış bir el aleti ile kesildi. Dişler yatay şekilde akrile gömüleceğinden, kanal içlerine kontrolsüz akril girişini önlemek için kanal ağzı, rezervuar kısmını kapatacak şekilde akıcı kompozit ile dolduruldu. Tüm örnekler oda sıcaklığında, etüvde (EN 055, NUVE, Ankara, Türkiye) 37 °C' de 1 ay bekletildi.

#### **4.5. Kök Kanal Dolgu Maddesinin Uzaklaştırılması**

Dentsply Protaper Next eğeleriyle şekillendirilen 120 adet diş rastgele her grup arasında benzer dişler olacak şekilde ve her grupta 30 diş olacak şekilde A, B, C, D olarak, 4 farklı gruba ayrıldı. Daha sonra bu gruplar, kendi içinde 10 adet örnek olacak şekilde 3 ayrı alt gruba ayrıldı ve her bir alt gruba 3 farklı eğe sistemi ile (Dentsply Protaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment ve Dentsply Wave One eğeleriyle) kanal dolgu maddesi söküm işlemi yapıldı.

Kök kanal dolgusunun 2 mm' lik koronal kısmı, eğelerin RT işleminde kök içerisindeki mevcut dolguya ilk girişini kolaylaştırmak için # 3 Gates Glidden ile tüm kanallardan çıkarıldı. Ardından gruplarda planlanan kök kanal söküm işlemleri farklı yöntemlerle uygulandı.

##### **4.5.1. Grupların Preparasyon ve Retreatment Tekniklerine Göre Dağılımı**

- 1. Grup (A1):** (Kloroform + Protaper Retreatment) Bu gruptaki örneklerin kök kanal dolgusu sökülmeden önce Gates-Glidden ile hazırlanan rezervuara

kloroform uygulandı. Ardından Dentsply Protaper retreatment döner eğe sistemi ile enstrümante edilerek kök kanal dolgusu çıkarıldı.

2. **Grup (A2):** (Kloroform + Fanta AF Retreatment) Bu gruptaki örneklere önce kloroform uygulandı. Ardından Fanta AF retreatment döner eğe sistemi ile kök kanal dolgusu kanaldan çıkarıldı.
3. **Grup (A3):** (Kloroform + Wave One) Bu gruptaki örneklerin önceden Gates Glidden ile açılan rezervuar kısmına kloroform uygulandı. Ardından Dentsply Wave One döner eğe sistemi ile kök kanal dolgusu kanaldan çıkarıldı.
4. **Grup(B1):** (Protaper + Kloroform) Bu gruptaki örneklerde Dentsply Protaper retreatment döner eğe sistemi kullanıldı ve ardından örneklere kloroform uygulanarak kök kanal dolgusu kök kanal sisteminden çıkarıldı.
5. **Grup (B2):** (Fanta AF + Kloroform) Bu gruptaki örneklerde Fanta AF retreatment döner eğe sistemi kullanıldı ve ardından kloroform uygulanarak kök kanal dolgusu kök kanal sisteminden çıkarıldı.
6. **Grup (B3):** (Wave One + Kloroform) Bu gruptaki örneklerde Dentsply Wave One döner eğe sistemi kullanıldı ve ardından kloroform uygulanarak kök kanal dolgusu kök kanal sisteminden çıkarıldı.
7. **Grup (C1):** (Protaper+ PIPS) Bu gruptaki örneklerde Dentsply Protaper retreatment döner eğe sistemi kullanıldı ve işlem sırasında PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılarak kök kanal dolgusu kök kanal sisteminden çıkarıldı. Bu grupta RT işleminde kloroform uygulanmadı.
8. **Grup (C2):** (Fanta AF + PIPS) Bu gruptaki örneklerde Fanta AF retreatment döner eğe sistemi kullanıldı ve işlem sırasında PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılarak kök kanal dolgusu kök kanal sisteminden çıkarıldı. Bu grupta RT işleminde kloroform uygulanmadı.
9. **GRUP C3:** (Wave One + PIPS) Bu gruptaki örneklerde Dentsply Wave One retreatment döner eğe sistemi kullanıldı ve işlem sırasında PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılarak kök kanal dolgusu kök kanal sisteminden çıkarıldı. Bu grupta RT işleminde kloroform uygulanmadı.
10. **GRUP (D1):** (Dentsply Protaper Kontrol) Bu gruptaki örneklerin kök kanal dolgusu sökümü Dentsply Protaper retreatment döner eğe sistemi kullanılarak gerçekleştirildi. İrrigasyon aktivasyonu veya çözücü olarak kloroform uygulanmadı.

**11. GRUP (D2):** (Fanta AF Kontrol) Bu gruptaki örneklerin kök kanal dolgusu sökümü Fanta AF retreatment döner eğe sistemi kullanılarak geręekleřtirildi. İrrigasyon aktivasyonu veya çözücü olarak kloroform uygulanmadı.

**12. GRUP (D3):** (Dentsply Wave One Kontrol) Bu gruptaki örneklerin kök kanal dolgusu sökümü Fanta AF retreatment döner eğe sistemi kullanılarak geręekleřtirildi. İrrigasyon aktivasyonu veya çözücü olarak kloroform uygulanmadı.

### **Grup A1: (Önce Kloroform + Protaper Retreatment)**

Bu gruptaki örneklerin koronal 2mm' lik kısmı sırayla 2 ve 3 numaralı Gates Glidden (Maillefer, SA CH-1338 Ballaigues, İsviçre) frezleri ile kloroform çözeltisine yer açabilmek için boşaltıldı. Preparasyona başlamadan önce kloroform çözeltisi, Gates Glidden frezleri ile oluşturulan rezervuar kısmında 40 sn bekletildi. Sonra Dentsply ProTaper Universal Retreatment eğeleri ile ve XSmart elektrikli motor kullanarak kök kanalları boşaltıldı.

D1 (30/.09), kök kanal dolgusunun kronal üçte bir bölümün uzaklaştırılmasında 500 rpm hızda 3 Ncm torkta kullanıldı.

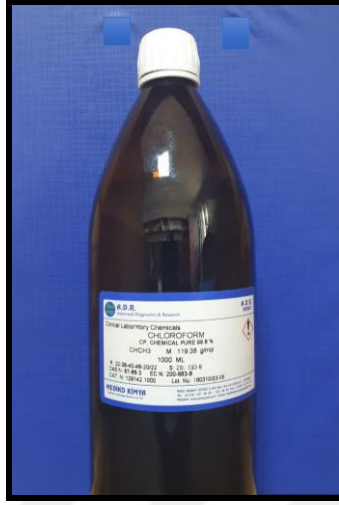
D2 (25/.08), kök kanal dolgusunun orta üçte bir bölümün uzaklaştırılmasında 500 rpm hızda 3 Ncm torkta kullanıldı.

D3 (20/.07), kök kanal dolgusunun apikal üçte bir bölümün uzaklaştırılmasında 500 rpm hızda 3 Ncm torkta kullanıldı.

0.1 ml kloroform çözeltisi preparasyona başlamadan önce 40 sn ve son 2 eğe değişimlerinden önce 40'ar sn olmak üzere toplamda 2 dk (120 sn) uygulandı. Enstrümantasyon esnasında her bir eğe değişimi işlemi arasında kloroform uygulandıktan sonra 30 sn boyunca 3 kez 3ml %5,25' lik NaOCl ve 1 kez 3ml %17' lik EDTA ile geleneksel iğneli irrigasyon yapıldı. Kök kanallarına uygulanan bu solüsyonların birbirleri ile etkileşimlerini önlemek amacıyla solüsyonların aralarına 3 ml serum fizyolojik uygulandı.

Final irrigasyonda tüm örneklere 3 ml %17' lik EDTA 30 sn süre ile uygulandı. Arkasından 30'ar sn olmak üzere 3 kez olacak şekilde 3 ml %5.25' lik NaOCl 27 gauge geleneksel enjektör kullanılarak ileri geri hareketlerle irrig edildi.

Son olarak dişler 3ml serum fizyolojik solüsyonu ile 30 sn yıkandıktan sonra irrigasyon işlemi tamamlandı.



**Şekil 5:** Araştırmamızda kullanılan kloroform (%99.8 Mediko Kimya, ADR Grup, İstanbul, Türkiye)

### **Grup A2: (Önce Kloroform + Fanta AF Retreatment)**

İrrigasyon ve kloroform kullanımı açısından A1 grubuyla aynı protokol uygulandı ancak enstrümantasyon için Fanta AF RT eğeleri kullanıldı. Eğeler üretici firmanın önerisi doğrultusunda 400 rpm hızda ve 2N tork değerlerinde kullanıldı.

Fanta AF RT 1 eğesi; boyut #16, taper % 9, uzunluk 16 mm; basınçsız bir şekilde koronal üçlüden dolum maddesi çıkarmak için kullanıldı.

Fanta AF RT 2 eğesi; boyut #25, taper % 8, uzunluk 18 mm; basınçsız bir şekilde orta üçlüden dolum maddesi çıkarmak için kullanıldı.

Fanta AF RT 3 eğesi; boyut #20, taper % 7, uzunluk 22 mm; basınçsız bir şekilde apikal üçlüden dolum maddesi çıkarmak için kullanıldı.

### **Grup A3: (Önce Kloroform + WaveOne)**

Bu gruptaki örneklere irrigasyon ve kloroform kullanımı açısından A1 grubuyla aynı protokol uygulandı, ancak enstrümantasyon için Dentsply Wave One Primary eğesi kullanıldı. R25-0.8 eğesi üretici firmanın talimatlarına uygun tork ve hızda ayarlanabilen X-Smart motorun (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) “Reciproc Modu” nda kullanıldı.

### **Grup B1: (Protaper Retreatment + Sonra Kloroform)**

Bu gruptaki örneklerin kanal dolgusu sökümü için Dentsply ProTaper RT eğeleri kullanıldı ve 0.1 ml' lik kloroform çözeltisi ege değişimlerinden önce değil enstrümantasyon işlemi ve final irrigasyon işlemi bittikten sonra 120 sn boyunca uygulandı. Enstrümantasyon esnasında her bir ege değişimi işlemi arasında 30 sn boyunca 3 kez 3ml %5,25' lik NaOCl ve 1 kez 3 ml %17' lik EDTA ile geleneksel iğneli irrigasyon yapıldı. Kök kanallarına uygulanan bu solüsyonların birbirleri ile etkileşimlerini önlemek amacıyla solüsyonların aralarına 3ml serum fizyolojik uygulandı.

Final irrigasyonda tüm örneklere 3ml %17' lik EDTA 30 sn süre ile uygulandı. Arkasından dişler 3 kez, 30 sn boyunca 3ml %5.25' lik NaOCl dental enjektör kullanılarak ileri geri hareketlerle irriga edildi. Son olarak dişler 3ml serum fizyolojik solüsyonu ile 30 sn boyunca yıkandıktan sonra irrigasyon işlemi tamamlandı.

### **Grup B2: (Fanta AF Retreatment + Sonra Kloroform)**

Bu gruptaki örneklere B1 grubuyla aynı protokol uygulandı ancak enstrümantasyon için Fanta AF RT eğeleri kullanıldı.

### **Grup B3: (WaveOne + Sonra Kloroform)**

Bu gruptaki örneklere B1 grubuyla aynı protokol uygulandı ancak enstrümantasyon için Dentsply WaveOne eğeleri kullanıldı.

### **Grup C1: (Protaper Retreatment & PIPS )**

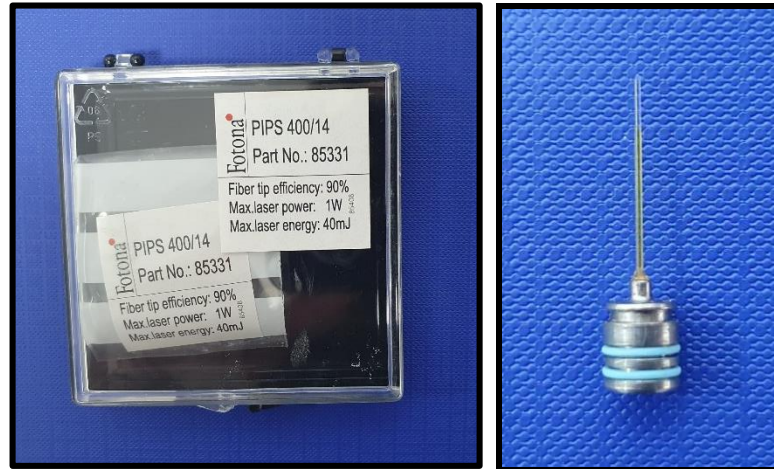
Bu gruptaki örneklerin RT işleminde enstrümantasyon için PTUR eğeleri kullanıldı. Enstrümantasyon işlemleri arasında serum, NaOCl ve EDTA solüsyonlarının aktivasyonu için PIPS kullanıldı. 400 µm, 14 mm uzunluğunda konik ve soyulmuş PIPS ucu piyasemen üzerine monte edildi. Piyasemenin hava-su püskürtme özelliği kapalı olarak kullanıldı. PIPS ucu örneklerin 2mm'lik rezervuar kısmından uygulandı. Lazerin atım süresi 50 mikrosaniye, atım enerjisi 20 mj ve atım tekrarlama hızı 15 hz olarak ayarlandı. PIPS ile aktivasyon işleminde her bir ege değişimi arasında 30 sn boyunca 3 kez 3 ml %5,25' lik NaOCl ve 1 kez 30 sn

boyunca %17' lik EDTA kullanıldı. Her aktivasyondan sonra 30 sn boyunca cihaz dinlenme fazına alındı. Kök kanallarına uygulanan bu solüsyonların birbirleri ile etkileşimlerini önlemek amacıyla solüsyonların aralarında 3ml serum fizyolojik 30 sn boyunca yine aktive edildi.

Final irrigasyonda bu gruptaki 3ml %17' lik EDTA 30 sn süre boyunca PIPS ile aktive edildi. Arkasından 30 sn boyunca 3 kez olacak şekilde 3ml %5.25' lik NaOCl, yine PIPS ile aktive edildi. Son olarak dişler 3 ml serum fizyolojik solüsyonu PIPS ile 30 sn aktive edildikten sonra irrigasyon işlemi tamamlandı. Final irrigasyonu esnasında da her aktivasyondan sonra PIPS cihazı 30 sn dinlenme fazına alındı.



Şekil 6: Araştırmada kullanılan lazer cihazı: LightWalker AT (Fotona, Lüblıyana-Slovenya)



Şekil 7: Araştırmada kullanılan 400 µm PIPS fiber uç

### **Grup C2: (PIPS & Fanta AF Retreatment)**

Bu grup örneklerine C2 grubuyla aynı protokol uygulandı ancak enstrümantasyon için Fanta AF RT eğeleri kullanıldı.

### **Grup C3: (PIPS & WaveOne)**

Bu gruptaki örneklere C1 grubuyla aynı protokol uygulandı ancak enstrümantasyon için Dentsply WaveOne eğeleri kullanıldı.

### **Grup D1: (Geleneksel İğneli İrrigasyon & ProTaper Retreatment)**

Bu gruptaki örnekler PTUR RT eğeleri ile enstrümanete edildi. Enstrümantasyon esnasında her bir ege değişim işlemi arasında 30 sn boyunca 3 kez 3 ml %5,25' lik NaOCl ve 1 kez %17 lik EDTA ile geleneksel iğneli irrigasyon yapıldı. Kök kanallarına uygulanan bu solüsyonların birbirleri ile etkileşimlerini önlemek amacıyla solüsyonların aralarına 3 ml serum fizyolojik uygulandı.

Final irrigasyonda tüm örneklere 3 ml %17' lik EDTA 30 sn süre ile uygulandı. Arkasından 3 kez olacak şekilde 30 sn boyunca 3 ml %5.25' lik NaOCl 27 gauge geleneksel iğne kullanılarak ileri geri hareketlerle irrigate edildi. Son olarak dişler 3 ml serum fizyolojik solüsyonu ile 30 sn yıkandıktan sonra irrigasyon işlemi tamamlandı.

### **Grup D2: (Geleneksel İğneli İrrigasyon & Fanta AF Retreatment)**

Bu grup örneklerine D1 grubuyla aynı protokol uygulandı ancak enstrümantasyon için Fanta AF RT eğeleri kullanıldı.

### **Grup D3: (Geleneksel İğneli İrrigasyon & WaveOne)**

D1 grubuyla aynı protokol uygulandı ancak enstrümantasyon için Dentsply WaveOne eğeleri kullanıldı.

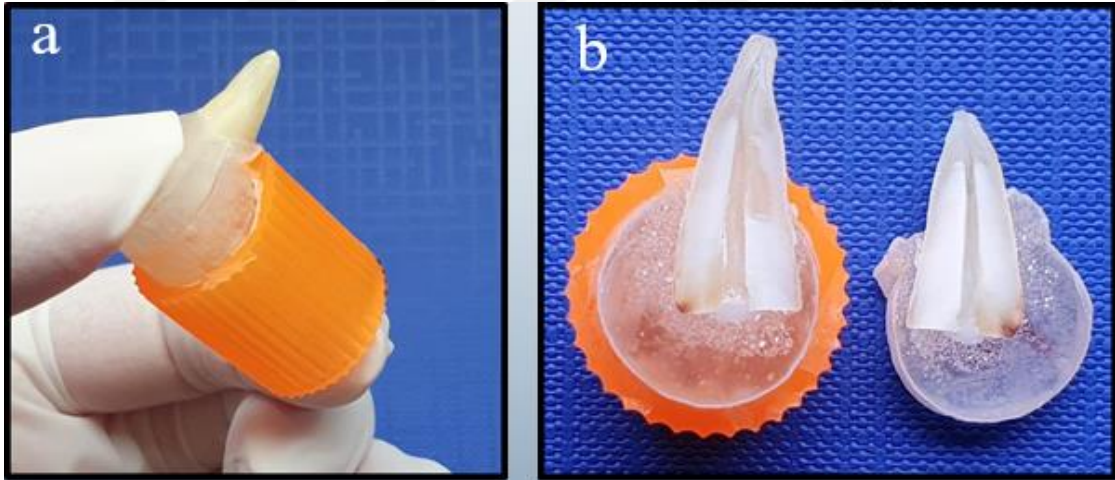
## **4.6. Kanal Dolguları Sökülen Örneklerin Akrile Gömülmesi ve Dikey Olarak İki Parçaya Ayrılması**

Kanal dolguları sökülen örnekler şeffaf ortodontik akrile gömülmeden önce, kanal ağızlarından içeri akrilik madde girmemesi için, dişlerin daha önce rezervuar

olarak ayarlanmış 2 mm' lik koronal kısmına, akıcı kompozit uygulandı. Daha sonra örnekler şeffaf ortodontik akrile gömüldü. Ardından dişler apikal uçtan koronale doğru, dikey olarak iki eşit parçaya ayrılacak şekilde hassas kesme cihazı (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) kullanılarak su soğuması altında 250 rpm hızla 0,3 mm kalınlığında elmas separe ile kesildi.



Şekil 8: İsoMet Cihazı (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD)



Şekil 9: Şeffaf akrile dikey olarak sabitlenmiş kökler (a) ve İsoMet cihazında dikey olarak ortadan ikiye ayrılmış parçaların fotoğrafı (b)

#### 4.7. Örneklerin Stereomikroskop Kullanılarak Değerlendirilmesi

Dikey olarak ikiye ayrılan örnekler Stereomikroskop (Olympus SZ61, Tokyo, Japonya) cihazında  $\times 10$  büyütme altında incelendi. Stereomikroskoba bağlı dijital bir kamera (Toupcam 1080PHD, Touptek, Çin) ile bilgisayara aktarılan görüntüler jpeg formatında kaydedildi.



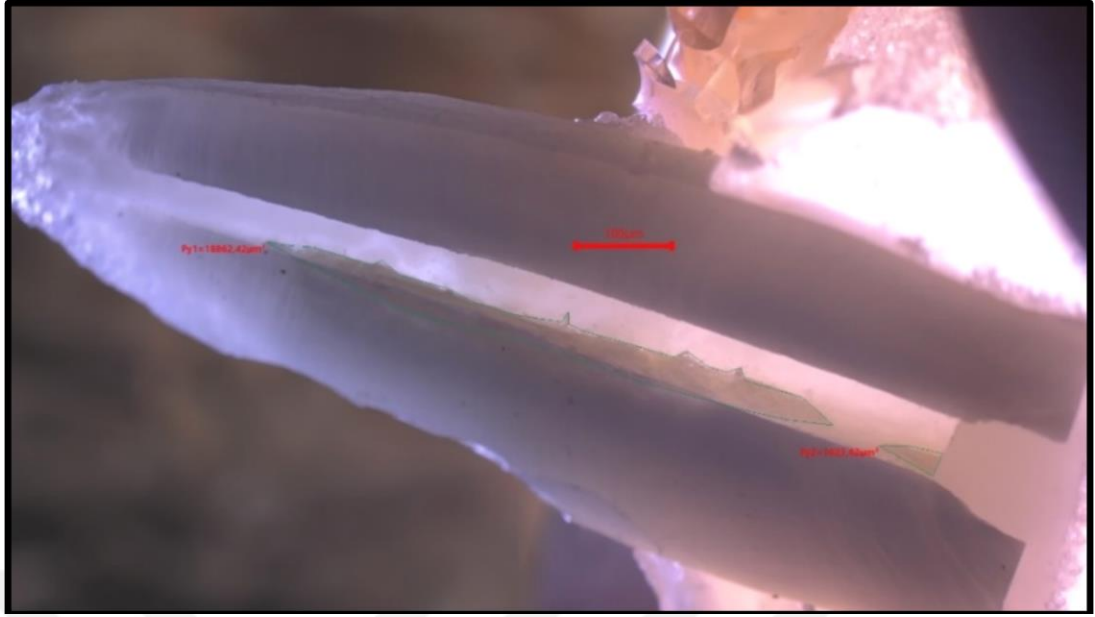
**Şekil 10:** Örneklerin stereomikroskoba (Olympus SZ61, Tokyo, Japonya) bağlanan bir dijital kamera (Toupcam 1080PHD, ToupTek, Çin) ile bilgisayara aktarılıp, incelenmesi.

İmagej programına (1.53k, USA, 1997) aktarılan görüntüler üzerinde, kanallarda kalan artık dolgu maddelerinin toplam alanı mikrometre kare ( $\mu\text{m}^2$ ) cinsinden hesaplandı. Ayrıca kök kanallarının toplam alanı da hesaplandı. Bir dişin ikiye ayrılmış parçalarının ayrı ayrı hesaplanan artık dolgu maddesi alanlarının ve kök kanal alanlarının toplamının ortalaması alındı. Rezervuar olarak kullanılan 2 mm' lik kısım değerlendirme dışı bırakıldı. Kanallarda kalan artık dolgu maddesinin kök kanal yüzey alanına olan yüzdesini hesaplamak için aşağıdaki formül kullanıldı:

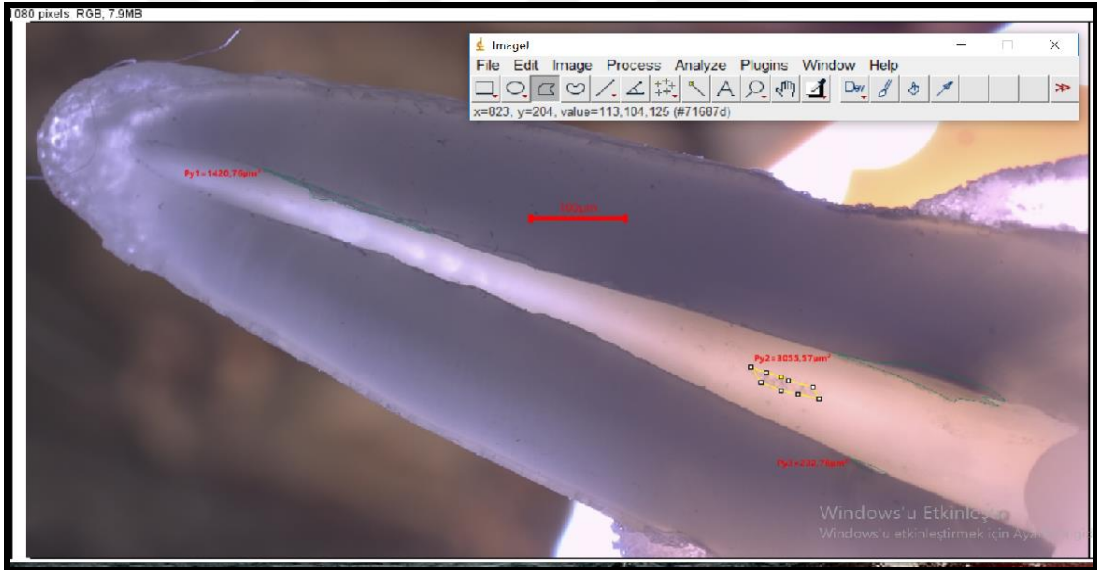
*Artık Dolgu Maddesinin Toplam Alanı*

$\times 100 = \text{Artık Dolgu Materyalinin Toplam Yüzdesi}$

*Kök Kanalının Toplam Alanı*



**Şekil 11:** Dikey kesit alındıktan sonra, x10 büyütme altında stereomikroskopta (Olympus SZ61, Tokyo, Japonya) görüntüleri alınan örneklerin, İmagej (1.53k, USA,1997) Programı'nda artık KKDM alanı ölçüm tekniği.



**Şekil 12:** Köklerden dikey kesit alındıktan sonra, x10 büyütme altında stereomikroskopta (Olympus SZ6, Tokyo, Japonya) görüntüleri alınan örneklerin, İmagej (1.53k, USA,1997) Programı'nda KKDM alanı ölçüm tekniği.

#### 4.8. Örneklerin SEM Kullanılarak İncelenmesi

Her gruptan birer tane örnek rastgele seçildi. SEM incelenmesi için örnekler 48 saat etüv cihazında kurumaya bırakıldı. Daha sonra vakum altında 150 sn süre ile altın-palladyum ile kaplandı. Kaplama işleminden sonra örneklerin kök kanalları, SEM cihazı (Hitachi-SU 1510 Tokyo, Japonya) ile incelendi. Örneklerin koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden  $\times 500$ ,  $\times 1500$  ve  $\times 2500$  büyütmede üçer fotoğraf

alındı. Bu fotoğraflar bilgisayar ortamına aktarıldı. Elde edilen görüntüler yorumlandı.



Şekil 13: SEM cihazı (Hitachi-SU 1510, Tokyo, Japonya)

#### 4.9. Örneklerin Retreatment Sürelerinin Değerlendirilmesi

Kanal dolgu sökümü süreleri kronometre kullanılarak saniye (sn) cinsinden hesaplandı. Analize her eğenin değiştirildiği süre, tekrarlayan farklı tedavi protokolleri sırasında geçen süre ve uygulanan irrigasyon süreleri dahil edildi. Süreler saniye (sn) cinsinden kayıt edildi. Kanal sökümünün başlangıcından eğelerde gözle görülür GP veya kanal patı kalmayınca, her grubun son protokol bitiminde süre durduruldu.

#### 5. VERİLERİN ANALİZİ

Araştırma kapsamında kullanılan veriler SPSS 22 ( IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp. USA ) istatistik paket programı ile analiz edildi. Her bir alt gruptan 10 örnek olmak üzere toplamda 120 örnek ve 12 grup incelendi. Çalışmada test seçimi öncesinde örnekleme dağılımının normalliğini belirlemek üzere Shapiro Wilk testi uygulandı. Elde edilen sonuçlara göre p değeri 0,001 olup dağılımın normal olmadığı belirlendi. Bu nedenle non-parametrik testler ile karşılaştırmalar gerçekleştirildi. Ölçümler arası farklılığı analiz etmek üzere Kruskal Wallis testinden yararlanıldı. İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi  $p=0,05$  olarak alındı.

## 6. BULGULAR

### 6.1. Kanallarda Kalan Artık Dolgu Materyalinin Toplam Yüzdesinin İncelendiği Örneklerle Ait Bulgular

Farklı döner ege sistemleriyle kanal sökümü yapılan dişlerde, enstrümante etmeden önce kloroform kullanılan, enstrümante ettikten sonra kloroform kullanılan, PIPS ile irrigasyon aktivasyon yapılan ve geleneksel irrigasyon yapılan kanalların örneklerinden x10 büyütme altında alınan stereomikroskop görüntüleri üzerinden, kalan artık dolgu maddesinin alanının ( $\mu\text{m}^2$  cinsinden), toplam kök kanal alanına olan yüzdesi hesaplandı

#### 6.1.1. Örneklerin KKDM Artığı Yüzdesinin Dört Ana Grup Açısından Değerlendirilmesi

Ölçüm sonuçlarına göre; PTUR ege sistemiyle KKS'de 4 grup arasında artık KKDM toplam yüzdeleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır ( $p < 0,05$ ). En yüksek KKDM yüzdesi D grubunda çıkarken, en düşük KKDM yüzdesi C grubunda ölçülmüştür. İkinci sırada en yüksek KKDM yüzdesi B grubundadır.

FA döner ege sistemiyle KKS yaptığımız grupta 4 grup arasında KKDM'nin toplam yüzdeleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ). En yüksek KKDM yüzdesi C grubunda çıkarken, A ve B gruplarının ölçümleri arasında fark bulunmayıp diğer tüm grupların ikili kıyaslamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Yine en düşük KKDM yüzdesi C grubunda ölçülmüştür.

WO ege sistemiyle enstrümante ettiğimiz 4 grubun ölçüm değerleri arasında KKDM'nin toplam yüzdeleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p > 0,05$ ). En yüksek ölçüm değeri D grubunda çıkarken, A ve D gruplarının ölçümleri arasında fark bulunmayıp diğer tüm grupların ikili kıyaslamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. En düşük kök kanal dolgu artığı yüzdesi yine C grubunun ölçümlerine aittir.

Tüm ölçüm düzeyleri genel olarak incelendiğinde 4 ana grup arasında KKDM'nin toplam yüzdeleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık

bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). B grubu ve D grubu ölçümleri arasında KKDM'nin toplam yüzdesi bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, diğer tüm ikili karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmıştır. KKDM ölçümü istatistiksel olarak en düşük çıkan C grubu olurken, en yüksek çıkan ölçüm grubu ise B grubudur.

### **6.1.2. Kök Kanal Dolgu Maddesi Artığı Yüzdesinin Döner Sistem Eğeleri Açısından Değerlendirilmesi**

Elde edilen sonuçlara göre; önce kloroform uygulanan A gruplarının ölçümlerinde KKDM'nin toplam yüzdeleri bakımından kullanılan eğeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). En yüksek KKDM yüzdesi ölçüm değeri FA grubunda çıkarken, FA ile PTUR ve WO ile PTUR ikili kıyaslamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. En düşük KKDM yüzdesi ise PTUR gurubunda ölçülmüştür.

Sonra kloroform uygulanan B gruplarında KKDM'nin toplam yüzdeleri bakımından kullanılan eğeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). En yüksek KKDM yüzdesi FA grubunda çıkarken, WO ile PTUR ve FA ile WO ikili kıyaslamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. En düşük değer WO gurubunda görülmüştür.

C gruplarının ölçümlerinde KKDM'nin toplam yüzdeleri bakımından kullanılan eğeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). En düşük KKDM yüzdesi PTUR gurubunda ölçülmüştür.

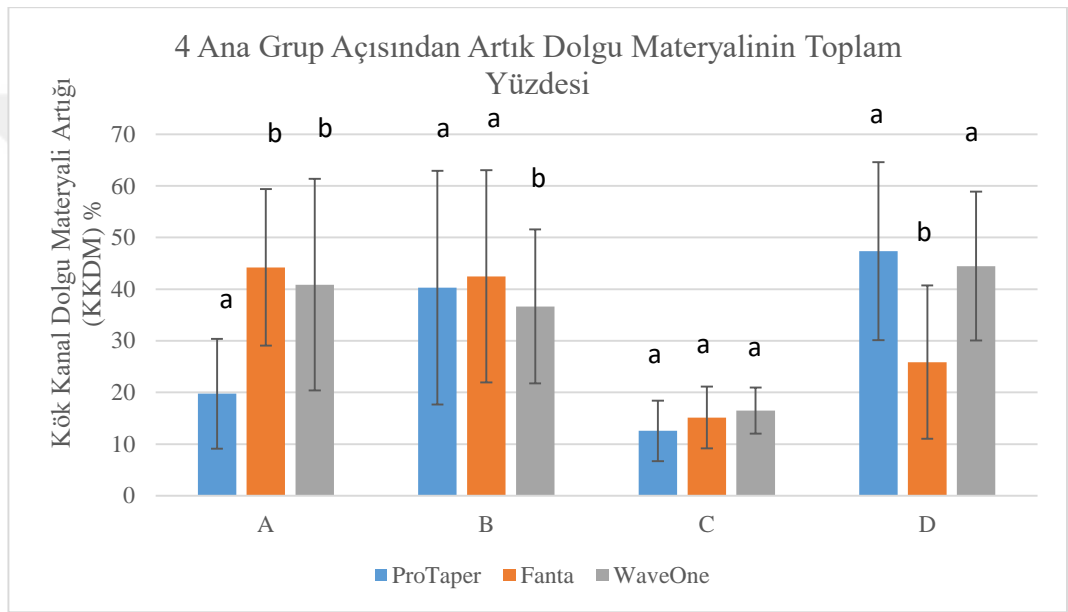
D grubunun ölçümlerinde KKDM'nin toplam yüzdeleri bakımından kullanılan eğeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). İstatistiksel olarak en yüksek KKDM yüzdesi ölçüm değeri PTUR grubunda çıkarken, FA ile PTUR ve FA ile WO ikili kıyaslamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. İstatistiksel olarak en düşük KKDM ölçüm yüzdesi FA gurubuna aittir.

Tüm ölçüm düzeyleri genel olarak incelendiğinde üç ege sistemi arasında KKDM'nin toplam yüzdeleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir

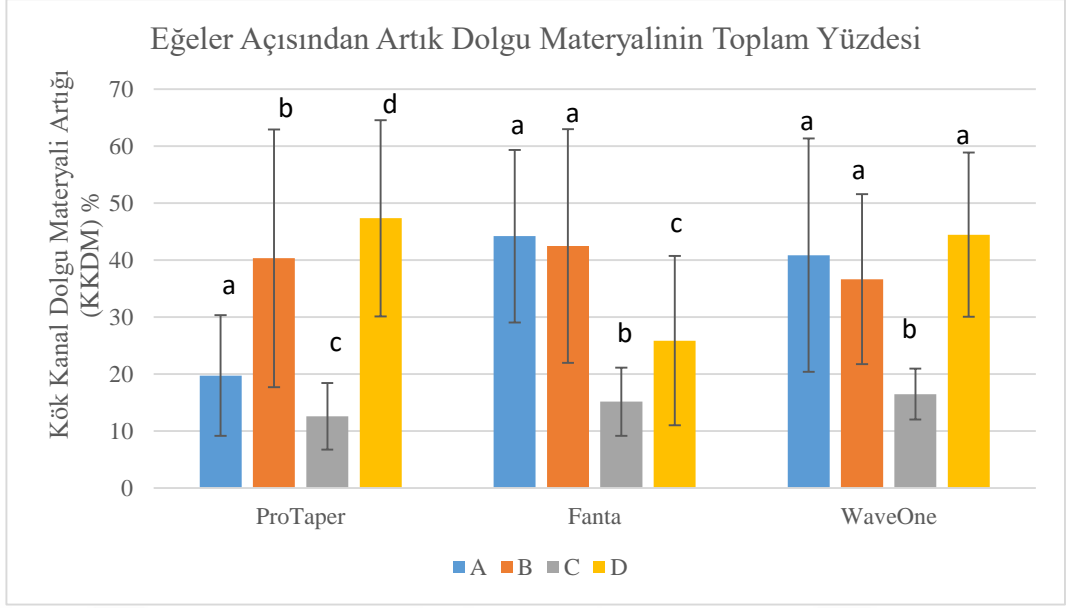
farklılık bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). KKDM'nin en düşük çıktığı ege sistemi PTUR olurken, en yüksek çıktığı ege sistemi ise WO olmuştur.

**Tablo 3:** Artık dolgu materyalinin toplam yüzdesi karşılaştırması. Farklı büyük harfler aynı satırdaki farklılıkları ifade etmektedir. Farklı küçük harfler aynı sütundaki farklılıkları ifade etmektedir.

	A Grubu	B Grubu	C Grubu	D Grubu	Genel Toplam
<b>PTUR</b>	19,74±13,61 <sup>Aa</sup>	40,32±29,63 <sup>Ba</sup>	12,57±9,86 <sup>Ca</sup>	47,36±42,03 <sup>Da</sup>	29,99±24,27
<b>FA</b>	44,22±18,15 <sup>Ab</sup>	42,48±20,54 <sup>Aa</sup>	16,14±14,98 <sup>Ba</sup>	25,86±20,91 <sup>Cb</sup>	32,17±21,60
<b>WO</b>	40,86±26,49 <sup>Ab</sup>	36,65±20,92 <sup>Ab</sup>	16,48±22,77 <sup>Ca</sup>	44,46±21,42 <sup>Aa</sup>	34,61±24,67
<b>Genel Toplam</b>	34,94±22,33	39,81±23,34	15,06±16,24	39,22±22,86	



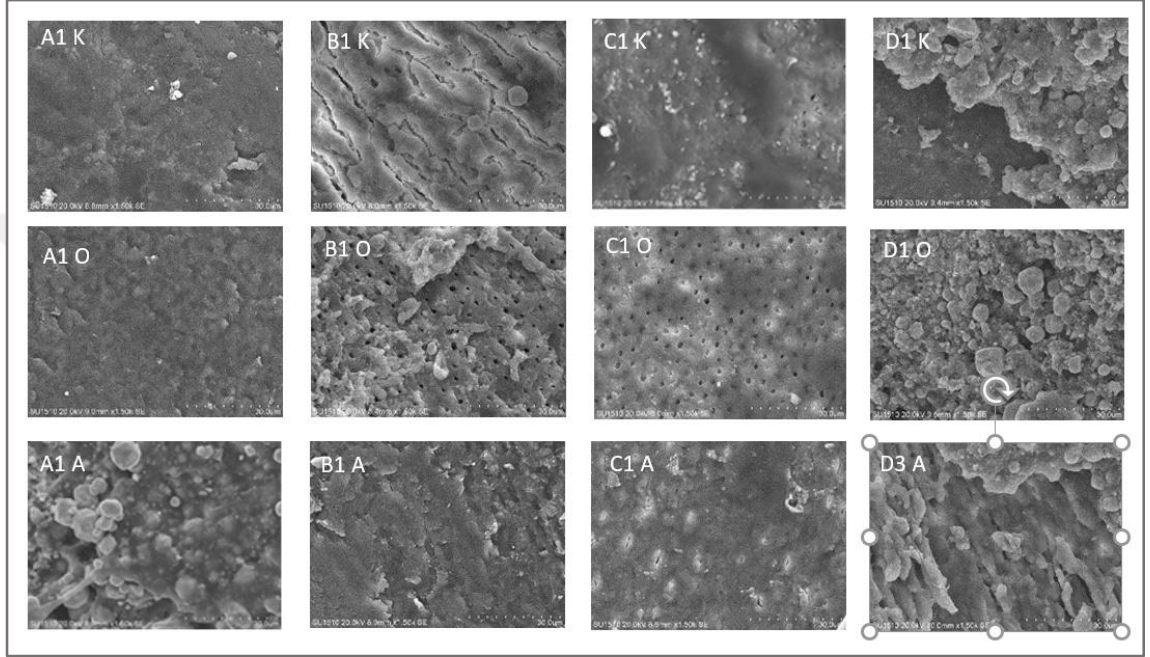
**Grafik 1:** 3 farklı ege sistemi (ProTaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment, WaveOne eğeleri) ile sökülen kök kanal dolgu materyalinin, 4 farklı yöntem (A: Enstrümantasyondan önce kloroform uygulanan grup. B: Enstrümantasyondan sonra kloroform uygulanan grup. C: PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılan grup. D: Geleneksel iğneli irrigasyon yapılan kontrol grubu) açısından, toplam kök kanal alanına göre toplam yüzdesi. Her bir yöntem için aynı harfler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0,05$ ).



**Grafik 2:** 4 farklı yöntem (A: Enstrümantasyondan önce kloroform uygulanan grup. B: Enstrümantasyondan sonra kloroform uygulanan grup. C: PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılan grup. D: Geleneksel iğneli irrigasyon yapılan kontrol grubu) ile sökülen kök kanal dolgu materyalinin, 3 farklı eğe sistemi (ProTaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment, WaveOne eğeleri) açısından toplam kök kanal alanına göre toplam yüzdesi. Her bir yöntem için aynı harfler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ).

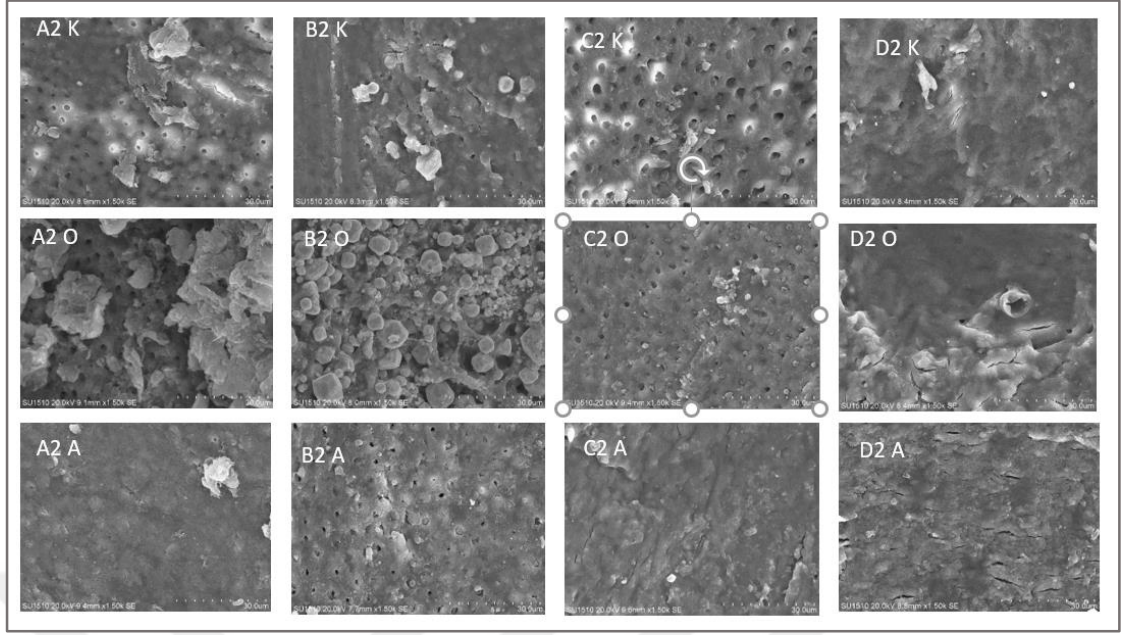
## 6.2. Örneklerin SEM Görüntülerinin Analizi

RT tedavisinde, kanal duvarlarında kalan artık kök kanal dolgu maddesinin çıkarılmasında, kanalların 3 farklı döner eğe sistemiyle (PTUR, WO, FA) enstrümanla edilmeden önce kloroform uygulanmasının, enstrümantasyondan sonra kloroform uygulanmasının ve PIPS tekniği ile irrigasyon aktivasyonu yapılmasının ayrı ayrı değerlendirildiği bu bölümde SEM görüntüleri incelendi.



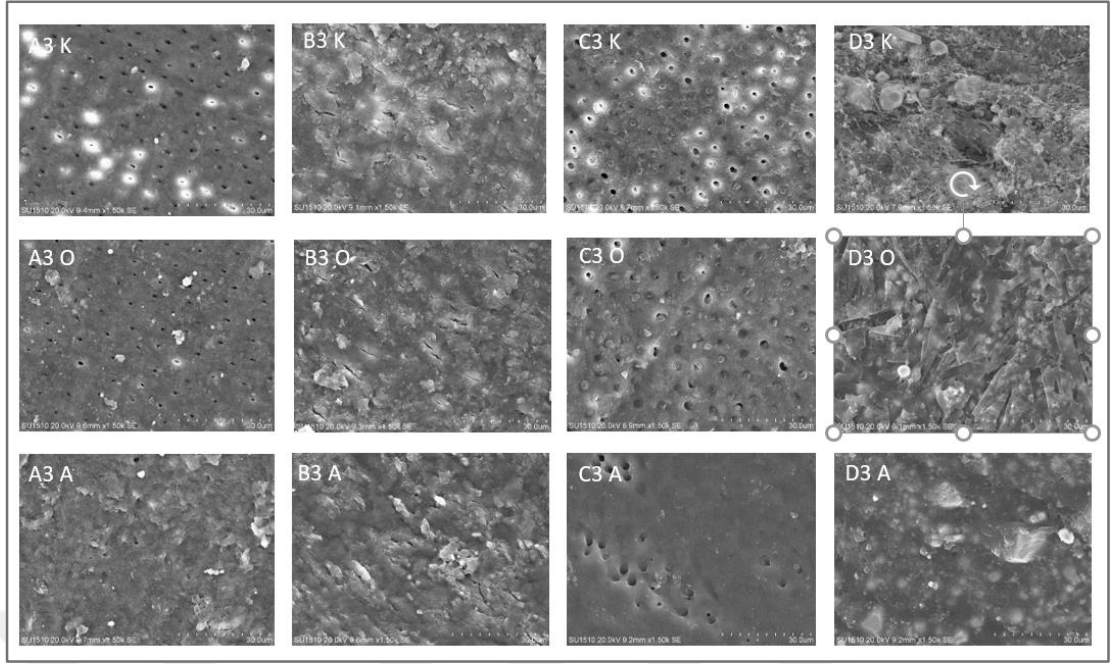
**Şekil 14:** A1, B1, C1 ve D1 gruplarının PTUR eğe sistemi kullanılarak, farklı RT teknikleri uygulandıktan sonra kök kanallarının koronal (K), orta (O) ve apikal (A) üçte birinde kalan dolgu materyalinin SEM (x1500 büyütmede) görüntüleri.

Şekil 14; PTUR ile kök kanal dolguları sökülen 4 ana grubun koronal, orta ve apikal üçlü kısımlarındaki SEM görüntülerini göstermektedir. A1 grubunda hiçbir kısımda açık dentin tübülü izlenemedi. B1 grubunda yalnızca orta üçlüde açık dentin tübülü izlendi. C1 grubunda diğer gruplara göre en az KKDM izlendi. En fazla miktarda açık dentin tübülü miktarı yine C1 grubunun orta üçlüsünde görüldü. D1 grubunda hiç dentin tübülü izlenemedi ve en fazla KKDM bu grupta görüldü.



**Şekil 15:** A2, B2, C2 ve D2 gruplarının Fanta AF Retreatment eğe sistemi kullanılarak, farklı retreatment teknikleri uygulandıktan sonra kök kanallarının koronal (K), orta (O) ve apikal (A) üçte birinde kalan dolgu materyalinin SEM (x1500 büyütmede) görüntüleri.

Şekil 15; FA ile kök kanal sökümü yapılan 4 ana grubun SEM görüntülerini göstermektedir. A2 grubunda koronal ve orta üçlüde açık dentin tübülü izlendi. B2 grubunda çok çok az miktarda koronal üçlüde ve fazla miktarda olmak üzere apikal üçlüde açık dentin tübülü izlendi. C2 grubunda koronal ve orta üçlü kısımlarında yine en fazla açık dentin tübülü gözlemlendi. D2 grubunda hiç açık dentin tübülü izlenemedi ve en çok KKDM artığı yine bu grupta izlendi.



**Şekil 16:** A3, B3, C3 ve D3 gruplarının resiprok WaveOne Primary (kırmızı) tek eĝe sistemi kullanılarak, farklı retreatment teknikleri uygulandıktan sonra kök kanallarının koronal (K), orta (O) ve apikal (A) üçte birinde kalan dolgu materyalinin SEM (x1500 büyütmede) görüntüleri.

Şekil 16; WO ile kök kanal sökümü yapılan 4 ana grubun SEM görüntülerini göstermektedir. A3 grubunda koronal ve orta üçlüde dentin tübüllerinin hemen hepsi açık olarak izlendi. Apikal üçlü kısımda ise birkaç adet açık dentin tübülü izlendi. B3 grubunda hiçbir kısımda açık dentin tübülü izlenemedi. En az KKDM miktarı yine C3 grubunda izlendi. Koronal ve orta üçlülerde en fazla daha az miktarda da apikal kısımda açık dentin tübülü izlendi. En fazla KKDM kalıntısı D3 grubunda izlendi ve hiç açık dentin tübülü izlenmedi.

### 6.3. İşlem Süresi

#### 6.3.1. İşlem Sürelerinin Dört Ana Grup Açısından Değerlendirilmesi

PTUR grubunda 4 farklı söküm işleminin uygulandığı grupların ölçümü arasında işlem süreleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). En yüksek süre ölçüm değeri A grubunda çıkarken, C ve B grubunda süre ölçümleri arasında fark bulunmayıp diğer tüm grupların ikili kıyaslamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). En düşük süre değeri D grubuna aittir.

FA grubunda gerçekleşen 4 farklı söküm işleminin uygulandığı grupların ölçümü arasında işlem süreleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık

bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). En yüksek süre ölçüm değeri A grubunda çıkarken, B grubu ve C grubu ölçümleri arasında fark bulunmayıp diğer tüm grupların ikili kıyaslamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. En düşük süre ölçüm değeri istatistiksel olarak yine geleneksel irrigasyon grubundadır.

WO grubunda, 4 farklı sökülme işleminin uygulandığı grupların arasında işlem süreleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p<0,05$ ). En yüksek süre ölçüm değeri A grubunda çıkarken, B grubu ve C grubu ölçümleri arasında fark bulunmayıp diğer tüm grupların ikili kıyaslamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). En düşük süre ölçüm değeri D grubuna aittir.

Tüm ölçüm düzeyleri genel olarak incelendiğinde 4 farklı sökülme yönteminin uygulandığı gruplarda işlem süreleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). B grubu ve C grubu ölçümleri arasında işlem süreleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken ( $p>0,05$ ), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmıştır ( $p<0,05$ ). İşlem süreleri en düşük çıkan ölçüm D grubu olurken, en yüksek çıkan ölçüm ise A grubunun ölçümüdür.

### **6.3.2. İşlem Sürelerinin Döner Eğme Sistemleri Açısından Değerlendirilmesi**

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre; A örneklerinin ölçümlerinde işlem süreleri bakımından kullanılan eğmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). İstatistiksel olarak sürenin en yüksek ölçüldüğü grup WO olurken, tüm grupların ikili kıyaslamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. İstatistiksel olarak sürenin en düşük ölçüldüğü grup PTUR'dur.

B grubunun ölçümlerinde işlem süreleri bakımından kullanılan eğmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). En yüksek süre ölçüm değeri WO grubunda çıkarken, WO ile PTUR ve FA ile WO ikili kıyaslamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Bu grupta en kısa sürede sökülme yapan eğme istatistiksel olarak yine PTUR'dur.

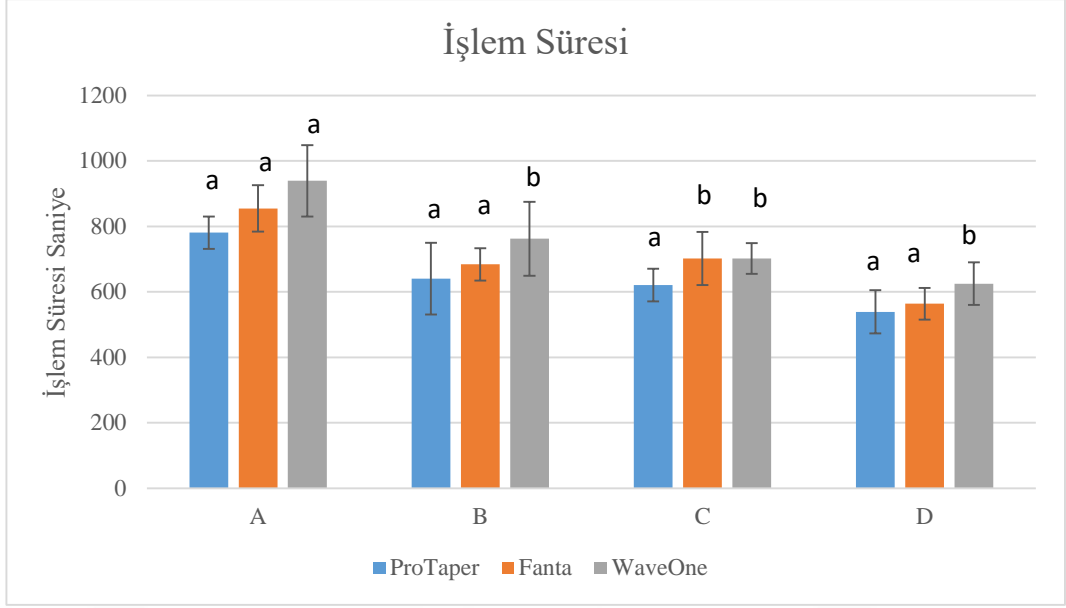
C grubunun ölçümlerinde işlem süreleri bakımından kullanılan eğeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). En yüksek süre ölçüm değeri WO ve FA gruplarında çıkmıştır ve bu ölçüm değerleri neredeyse aynıdır ( $p>0,05$ ). FA ile PTUR ve WO ile PTUR ikili kıyaslamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. En düşük istatistiksel süre değeri PTUR grubunda çıkmıştır.

D grubunun ölçümlerinde işlem süreleri bakımından kullanılan eğeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). En yüksek süre ölçüm değeri WO grubunda çıkmıştır. FA ile PTUR arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ( $p>0,05$ ).

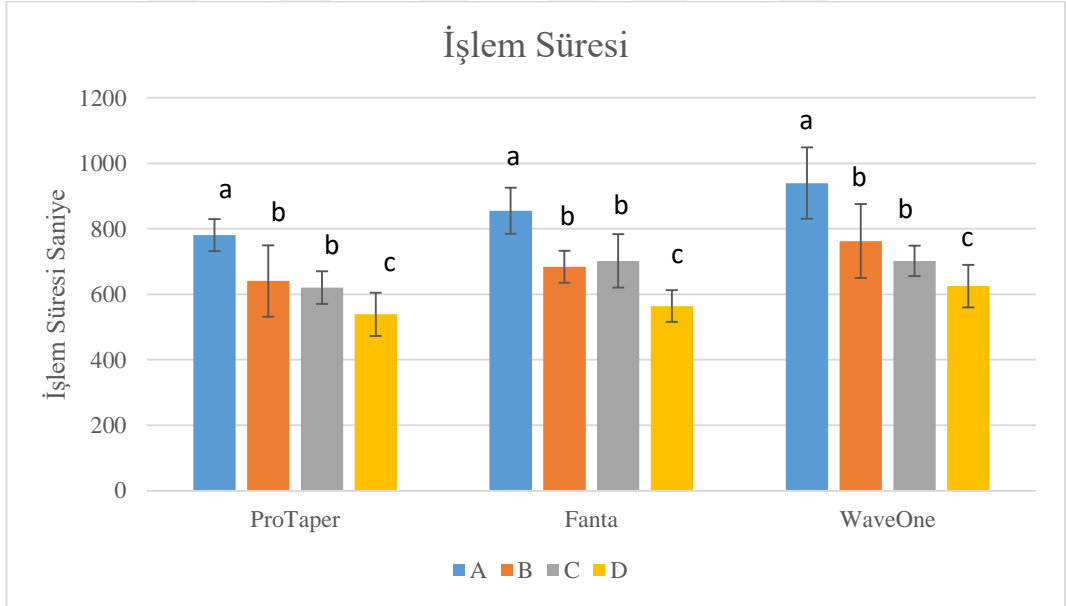
Tüm ölçüm düzeyleri genel olarak incelendiğinde üç farklı eğe sistemi arasında işlem süreleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Tüm ikili karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmıştır. İşlem süresi en kısa olan eğe sistemi PTUR olurken, en yüksek olanı ise WO eğe sistemi olmuştur.

**Tablo 4:** İşlem süreleri sn olarak karşılaştırması. Farklı büyük harfler aynı satırdaki farklılıkları ifade etmektedir. Farklı küçük harfler aynı sütundaki farklılıkları ifade etmektedir.

	A Grubu	B Grubu	C Grubu	D Grubu	Genel Toplam
<b>PTUR</b>	780,80±49,25 <sup>Aa</sup>	640,5±109,15 <sup>Ba</sup>	620,5±49,8 <sup>Ba</sup>	539,0±65,9 <sup>Ca</sup>	645,20±101,34
<b>FA</b>	855,00±70,59 <sup>Ab</sup>	684,0±49,04 <sup>Ba</sup>	702,0±81,35 <sup>Bb</sup>	564,0±48,35 <sup>Ca</sup>	701,25±121,41
<b>WO</b>	939,5±109,1 <sup>Ac</sup>	762,5±112,97 <sup>Bb</sup>	702,0±46,62 <sup>Bb</sup>	625,0±65,02 <sup>Cb</sup>	757,25±144,78
<b>Genel Toplam</b>	858,43±101,71	695,67±88,52	674,83±70,89	576,0±68,81	



**Grafik 3:** Kök kanal dolgu materyallerinin 4 farklı yöntem (A: Enstrümantasyondan önce kloroform uygulanan grup. B: Enstrümantasyondan sonra kloroform uygulanan grup. C: PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılan grup. D: Geleneksel iğneli irrigasyon yapılan kontrol grubu) açısından 3 farklı eğe sistemi (ProTaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment, WaveOne eğeleri) ile kanallardan çıkarılma süresi. Her bir yöntem için farklı harfler kullanılan preparasyon tekniklerinin işlem süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermektedir ( $p < 0.05$ ).



**Grafik 4:** Kök kanal dolgu materyallerinin 3 farklı eğe sistemi (ProTaper Universal Retreatment, Fanta AF Retreatment, WaveOne eğeleri) açısından, 4 farklı yöntemle (A: Enstrümantasyondan önce kloroform uygulanan grup. B: Enstrümantasyondan sonra kloroform uygulanan grup. C: PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılan grup. D: Geleneksel iğneli irrigasyon yapılan kontrol grubu) kanallardan çıkarılma süresi. Her bir yöntem için farklı harfler kullanılan preparasyon tekniklerinin işlem süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermektedir ( $p < 0.05$ ).

## 7. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinin başarısız olduğu vakalarda, tedaviyi yenilemenin amacı, periapikal inflamasyona neden olan doku kalıntıları ve kanalın içinde bulunan mikroorganizmaları olabilecek en az seviyeye indirerek, yeterli temizliği sağlamaktır. Kök kanal sistemini tekrar şekillendirmek için KKDM' yi kanaldan tamamen çıkararak kök kanal ucuna yeniden erişim sağlanır (Saad ve ark. 2007).

Kök kanal sisteminde kalan artık dolgu materyalleri RT tedavisinin başarısını düşürebilir. Nekrotik doku ve/veya mikroorganizma kalıntıları, kök kanal sistemi içindeki GP ve kanal dolgu patı kalıntılarının üzerinde hala mevcut olabileceğinden, kalıcı inflamasyon ve ağrıya neden olup tedavinin başarısını etkileyebilir. (Schirrmeyer ve ark. 2006; van der Sluis ve ark. 2010).

RT tedavisinin başarı oranının %54.17- %85.9 arasında olduğu bildirilmiştir (Ruddle 2003; Torabinejad ve ark. 2009). Tedavinin başarı oranı, ilk kez kök kanal tedavisi yapılan dişin kanallarının o anki mevcut durumu ile ilişkilidir. Koronal dolgunun kalitesi, operasyon öncesi perforasyonlar, birincil tedavinin kanal dolum kalitesi, inatçı apikal periodontitis varlığı, RT tedavisinin prognozunu belirleyen en önemli faktörlerdendir (Farzaneh ve ark. 2004; Gorni ve Gagliani 2004).

Mevcut farklı enstrümantasyon tekniklerine ve son aktivasyon protokollerine (sonik, ultrasonik veya lazer aktivasyon) rağmen, kullanılan RT yöntemleri ve kök kanal anatomisinden bağımsız olarak, örneklerin kanallarında hala belirli bir miktar KKDM artığı kaldığı belirtilmiştir (Saad ve ark. 2007; van der Sluis ve ark. 2010; de Azevedo Rios ve ark. 2014; Simsek ve ark. 2014; Vickers 2017; Pedullà ve ark. 2019). Ayrıca RT tedavisi sırasında çözücü kullanmanın yararları konusunda hala bir fikir birliği yoktur. Çözücü kullanımı gerekliyse, hangi aşamada uygulanması gerektiğine dair literatürde yeterli araştırma bulunmamaktadır (Rossi-Fedele ve Ahmed 2017). Bazı çalışmalar çözücü kullanımının RT süresini (Sağlam ve ark. 2014; Çanakçı ve ark. 2015) ve apikalden taşan KKDM' yi azalttığını iddia ederken, diğerleri bunun kök kanalından veya isthmus bölgesinden materyal çıkarılmasını önemli ölçüde iyileştirdiğine dair bir sonuca ulaşamamıştır (Cavenago ve ark. 2014; Barreto ve ark. 2015; Campello ve ark. 2019; Salgado ve ark. 2019). Bu nedenle çalışmamızda, piyasada bulunan, hızlı ve etkin bir şekilde KKDM' yi temizlediği

savunulan PIPS tekniğini, kloroformun enstrümantasyondan önce ve sonra kullanımını, üç farklı döner eğe sistemiyle (PTUR, FA,WO) değerlendirmeyi amaçladık. Mevcut araştırmamızda PIPS tekniği ve kloroformun enstrümantasyondan önce uygulanması, KKDM artığı miktarını azaltmada etkili olmuşlardır. Ancak önceki çalışmalara benzer şekilde, tüm farklı RT teknikleri ve WO, FA ve PTUR enstrüman sistemleri ile temizlenen kök kanal duvarlarında kök kanal dolgu artıkları gözlenmiştir.

RT tedavilerinin etkinliklerini değerlendiren deneysel çalışmaların çoğu, standardizasyonu sağlayabilmek için düz kanallarda uygulanmıştır (Masiero ve Barletta 2005; Gu ve ark. 2008; Marfisi ve ark. 2010; Kfir ve ark. 2012; Khalilak ve ark. 2013). Bu nedenle benzer birçok araştırmada olduğu gibi bizim de çalışmamızda tek ve düz köklü dişler kullanılmıştır. Ayrıca bu tek ve düz köklü dişlerin kron yapılarının uzaklaştırılması; kök kanalına girişin kolaylaştırılması ve tedavi sonuçlarının daha etkili bir şekilde gözlenebilmesini sağlamaktadır. Bu şekilde kron anatomisi ve kök kanal uzunluklarının farklılığı gibi bazı değişkenler ortadan kaldırılmış olur. Bu nedenle bizim çalışmamızda da dişlerin kronları köklerinden uzaklaştırılmıştır ve örnek boyları belirli bir değerde ( $14\pm 1\text{mm}$ ) sabitlenmiştir (Barletta ve ark. 2007; Hammad ve ark. 2008; Takahashi ve ark. 2009).

Araştırmalarda kök kanal şekillendirmesinin değerlendirilmesi için çekilmiş insan dişleri ve yapay akrilik bloklar kullanılmıştır. Weine ve ark. (1975), çalışmalarında çekilmiş insan dişi kullanımının, standardizasyonu sağlayabilmek açısından problem çıkarabileceğini bildirmişlerdir. Bu durum nedeniyle kanalın eğimi, genişliği ve boyutunun sabitlenebileceği şeffaf akrilik bloklar kullanılmaya başlanmıştır. Ancak Craig ve ark. (1959), dentinin mikrosertliğinin akrilik bloklarda daha fazla olduğunu ve şekillendirme esnasında aletlerin kesme etkinliğini değiştirebileceğini belirtmişlerdir. Yapay blokların kullanılmasının; kök kanal eğiminin sadece tek yönde olması, kusursuz bir ortamda çalışılması (Campos ve del Rio 1990), preperasyon sırasında ortaya çıkan ısının akriliği yumuşatması (Walia ve ark. 1988) gibi dezavantajları vardır. Yapay kanalların klinik koşulları yansıtmaması ile birlikte, şekillendirme sonrası yapılan değerlendirmelerin güvenilir ve hassas olmadığı da düşünülmüştür (Campos ve del Rio 1990). RT tedavisi araştırmalarında, çekilmiş insan dişlerine ait gerçek kök kanalları, kanal duvarlarındaki düzensiz

oluşumlara adapte olan kanal dolgu maddelerinin uzaklaştırılmasının, klinik koşulları yansıtabilecek şekilde değerlendirilmesini olanaklı kılmaktadır. Bizim çalışmamızda da şeffaf akrilik blokların dezavantajları düşünülerek ve daha önce yapılan in vitro RT çalışmaları göz önüne alınarak, çekilmiş insan dişleri kullanılmıştır (Marceliano-Alves ve ark. 2016).

Kök kanal tedavisi sırasında biyomekanik şekillendirme işlemlerinin sonucunda oluşan smear tabakası kaldırıldığında, kanal dolgu patı dentin tübüllerinin içine daha iyi penetre olup, daha sızdırmaz ve başarılı bir kanal dolumuna olanak sağlamaktadır (Taylor ve ark. 1997). Bu nedenle çalışmamızda smear tabakasını kaldırmak ve patların dentin tübüllerine penetrasyonunu sağlamak için farklı özelliklere sahip iki solüsyon olan %17' lik EDTA ve %5.25' lik NaOCl kullanılmıştır (Gu ve ark. 2008; Khalilak ve ark. 2013).

Günümüzde kök kanallarının doldurulmasında en çok kullanılan katı kor materyali GP' dir. GP kök kanalına çeşitli patlarla birlikte uygulanır. Bu çalışmada AH Plus kanal dolum patına bulunan GP' ler, lateral kondenzasyon tekniğiyle kanallara doldurulmuştur. AH Plus, antibakteriyel etkili ve rezin içerikli olduğundan, kanal duvarlarına yüksek oranda bağlanması sayesinde, üç boyutlu sızdırmazlık özelliği iyi olan bir (Pereira ve ark. 2007; Nunes ve ark. 2008) kök kanal patıdır.

Geleneksel RT tedavisi yapılan birçok çalışmada kök kanal sökümüne başlanmadan önce örnekler %100 nemli ortamda yaklaşık 72 saat veya 1 yıl arasında bekletilmiştir (Hess ve ark. 2011; de Azevêdo Rios ve ark. 2014). Örneklerin bekletilmesindeki amaç, klinik şartlardaki süreleri taklit edebilmektir. Bizim çalışmamızda ise kök kanal dolguları uzaklaştırılmadan önce örnekler 1 ay süresince etüvde bekletilmiştir.

KKDM' nin kanaldan tamamen çıkarılmasının tedavinin sonucunu iyileştirebileceği konusu tam olarak kanıtlanamamıştır. Ancak KKDM, teorik olarak irrigasyon maddelerinin mikroorganizmalarla temas etmesini önleyerek dezenfeksiyonu bozabilir (Torabinejad ve ark. 2009). Bu işlem sırasında, kök kanal sisteminin anatomisi her zaman dikkate alınmalıdır. Çünkü kesitsel kök kanalı şeklinin RT prosedürünü önemli ölçüde etkilediği rapor edilmiştir (Rechenberg ve

Paqué 2013). Ayrıca kök kanal sisteminin anatomisi aksesuar yan kanallar, bağlantılar ve dallanmalar gibi son derece çeşitli, karmaşık bir yapıya sahip olduğundan, her zaman etkili, dataylı bir temizleme ve dezenfeksiyon sağlanamayabilir. Dolayısıyla endodontik tedavi prosedürünün temel aşamalarından olan irrigasyonun, amacına uygun olacak şekilde tam olarak yerine getirilmesi, başarılı bir birincil kök kanal tedavisi ve RT için oldukça önemlidir. Başarısız tedavilerde GP'nin ve kök kanal patının kanaldan uzaklaştırılması için kimyasal çözücü ile veya kimyasal çözücü olmadan (Khalilak ve ark. 2013; Silva ve ark. 2015), Ni-Ti döner enstrümantasyon sistemleri (Roggendorf ve ark. 2010; de Azevêdo Rios ve ark. 2014), el eğeleri (Takahashi ve ark. 2009; Xu ve ark. 2012), sonik ve ultrasonik teknikleri (Jeng ve ElDeeb 1987; Simsek ve ark. 2014), lazerlerin kullanımı (Anjo ve ark. 2004; Tachinami ve Katsuumi 2010) gibi birçok farklı yöntem önerilmiştir.

Son zamanlarda, bu farklı tekniklerden biri olan foton indüklü fotoakustik dalgalanma (PIPS) sistemi piyasaya tanıtılmıştır. PIPS ucu, irrigasyon aktivasyonu için Er: YAG lazere bağlanır. Bu sistem, irrigasyon maddesi içindeki moleküller tarafından emilen lazer ışığı enerjisini hızlı bir şekilde iletmek için çok düşük güçte bir kaynak (subablatif) kullanır. Bu enerji transferi, irrigasyon solüsyonunu kök kanal sistemi içerisinde güçlü bir şekilde hareket ettirebilen hızlı ve güçlü şok dalgalarının oluşmasını sağlar (Lloyd ve ark. 2014; Deleu ve ark. 2015). Günümüzde, bazı lazer türlerinin geleneksel kök kanal tedavisi yenilenmesinde test edilmesine rağmen (Blum ve ark. 2000) PIPS' in geleneksel kanal yenileme tedavisi esnasında kullanımını araştıran çalışma sayısı azdır. Bu nedenle çalışmamızda, döner eğe sistemleriyle enstrümantasyon yapılırken eğe değişimi esnasında PIPS ile irrigasyon aktivasyonu yapılarak, PIPS ucunun kanallardaki dolgu kalıntılarını gidermedeki etkinliği değerlendirilmiştir.

Literatürde hakkında uzlaşmaya ihtiyaç olan konulardan biri de kloroformdur (Khalilak ve ark. 2013). Araştırmacılardan bazıları, kloroformun kanal duvarının temizliği üzerinde olumsuz etkiler gösterebileceğini öne sürmüştür (Horvath ve ark. 2009). Kloroformun kullanılıp kullanılmaması gerektiğinin yanında hangi aşamada kullanılması gerektiğine dair de farklı görüşler bulunmaktadır. İki çalışma, enstrümantasyonun erken aşamasında çözücü kullanımının çalışma uzunluğuna

ulaşma süresini azalttığını ancak, kök kanal temizliğini iyileştirmediğini bulmuştur (Ma ve ark. 2012; Sağlam ve ark. 2014). Kloroformun, çözücü kullanılmayan gruplara kıyasla kök kanal dolgusunu tatmin edici bir şekilde çıkarabilmesi ve kök kanallarının şekillendirilmesi konusunda ek süre gerektirdiğini belirtmişlerdir. Ancak kloroform kullanıldığında toplam çalışma süresi daha uzun olsa da, çalışma uzunluğuna daha kısa bir sürede ulaşılmıştır (Ma ve ark. 2012). Başka iki çalışma, KKDM' ye eğelerin ilk penetrasyonunu iyileştirmek için ksilenin enstrümantasyondan önce kullanımına ek olarak, eğri kanallarda mekanik temizlik sonrası ksilen kullanımını değerlendirmiştir (Cavenago ve ark. 2014; de Campos Fruchi ve ark. 2014). Cavenago ve ark. (2014), molar dişlerin mezial köklerinde, D-RaCe döner eğe sistemi kullanarak kanalları enstrümente ettikten sonra ksilen kullanılmışlardır. Bu teknikle KKDM' nin kanallardan daha iyi çıkarıldığını sonucuna varmışlardır. de Campos Fruchi ve ark. (2014), ultrasoniklerle birlikte ksilen uygulamasının, çıkarılan KKDM yüzdesini az da olsa arttırdığını bulmuşlardır.

Yukarıdaki araştırma sonuçlarının verilerine göre, kanallar mekanik olarak söküldükten sonra çözücü kullanılmasının kök kanal dolgusu artıklarını azaltacağı düşünölmektedir. Ancak çözücünün bu şekilde uygulanmasından sonra apeksten taşırılma endişesi varsa, bunun toksik dozun altında olduğu ve hastalar için ihmal edilebilir boyutta olduğu rapor edilmiştir (Chutich ve ark. 1996). Ayrıca, çözücüler ilk penetrasyon aşamasında kullanıldığında, eğelerin kök kanalında ilerleyebilmesini kolaylaştırabileceği ancak, kanalın yeterince temizlenmesini de engelleyebileceği bu çalışmalar tarafından ileri sürölmüştür. Enstrümantasyondan sonra kullanıldığında ise, kalan dolgu artığı materyalini azaltabileceği belirtilmiştir (Cavenago ve ark. 2014; de Campos Fruchi ve ark. 2014). Bu teorinin kanıtlanması için yeterli veri rapor edilmediğinden biz de çalışmamızda enstrümantasyondan önce ve sonra kloroform kullanımının etkinliğini araştırdık.

Günümüzde, KKDM'nin uzaklaştırılmasında el eğelerine göre uygulama kolaylığı olan Ni-Ti döner eğe sistemleri popölarite kazanmıştır. RT tedavisi esnasında Ni-Ti eğe sistemlerinin kullanımının daha güvenli olduğu (Saad ve ark. 2007; Koçak ve ark. 2016), daha az zaman aldığı ve hem hekimin hem de hastanın yorgunluğunu azalttığını gösterilmiştir (Taşdemir ve ark. 2008). Üretici firmalar bu amaçla, sadece KKDM' yi uzaklaştırmak için tasarlanmış yeni Ni-Ti döner

enstrümantasyon sistemlerini piyasaya sürmüşlerdir (Bramante ve ark. 2010). Bu duruma ek olarak, kök kanal preparasyonunda, döner ege sistemleriyle karşılaştırıldığında üstün mekanik özellikler gösteren, resiprok (ileri-geri) hareket eden eğelerin kullanımı yaygınlaşmıştır ve çok sayıda araştırmanın konusu olmuştur (Gavini ve ark. 2012).

PTUR ege sistemi düz kök kanallarında dolgu sökümünü gerçekleştirmek amacıyla tasarlanmıştır. Bu döner eğeler, enstrümanın etrafındaki spiraller ile fazla miktarda GP' yi uzaklaştırıp, rotasyon hareketiyle de GP' yi yumuşatarak keserler (Giuliani ve ark. 2008). Bir çalışma, adaptif hareketle kullanılan PTUR' un, sürekli döner eğelere kıyasla KKDM' nin kök kanallarından çıkarılmasında daha etkili olduğunu göstermiştir (Capar ve ark. 2015). Bu, hem sürekli döner ege sistemine hem de resiprok hareketin sinerjik etkisine bağlanabilir.

Resiprokal hareketle çalışan ege sistemleri aslında kök kanal dolgusu sökümü için geliştirilmemişlerdir. Ancak resiprokal hareket, saat yönünün tersine geniş bir açıyla, sonrasında saat yönünde daha dar bir açıyla kısa hareket ederek enstrümanı kanalın merkezinde tutar (Franco ve ark. 2011). Bu faktör ve enstrümanın koniklik açısı kanal dolgu materyali ile egeğin arasındaki temasın artmasını sağlamıştır.

Resiprokasyon hareketinin kanal dolgusunu uzaklaştırmada rotasyon hareketi kadar etkili olduğu belirtilmiştir (de Azevêdo Rios ve ark. 2014). Ayrıca düz kanallarda dolgu materyalini uzaklaştırma etkinliği açısından rotasyon hareketinden daha efektif olduğunu savunan çalışmalar da mevcuttur (Zuolo ve ark. 2013). Birçok çalışma, GP' yi kök kanallarından uzaklaştırmak için resiprok eğelerin etkinliğini değerlendirmiştir (de Campos Fruchi ve ark. 2014; Capar ve ark. 2015; Üstün ve ark. 2015). Ancak bazı çalışmalar (Zmener ve ark. 2006; Barletta ve ark. 2008; Zanettini ve ark. 2008; Zuolo ve ark. 2013), dışında genel bir fikir birliği bulunmaktadır: Barletta ve ark. (2008), de Azevêdo Rios ve ark. (2014), Helvacıoğlu-Yigit ve ark. (2014), Silva ve ark. (2015), resiprok eğelerin uygulanmasının, sürekli aynı yöne dönen eğeler kadar etkili olduğunu, ancak hiçbir sistemin KKDM' yi kök kanallarından tamamen çıkaramadığını belirtmişlerdir. Silva ve ark. (2015), ayrıca KKDM' nin ekstrüzyonun her iki sistemde de olabileceğini bildirmişlerdir.

Literatürde bulunan bu farklı fikirlerin doğrultusunda çalışmamızda sürekli döner eğe sistemlerinin (PTUR ve FA) ve resiprok (WO) hareket eden eğe sistemlerinin RT tedavisi esnasında KKDM artığını çıkarmadaki etkinliklerini karşılaştırmayı amaçladık.

Yapılan araştırmalarda, KKDM' yi uzaklaştırmada kullanılan eğelerin boyutlarının, kök kanallarında kalan artık materyallerin miktarını etkilediği belirtilmiştir (Gu ve ark. 2008; Rödig ve ark. 2014; Capar ve ark. 2015). Bu nedenle yapılacak çalışmalarda kullanılacak enstrümanların birbirlerine eşit ya da yakın boyutta olması, sistemlerin etkinliklerinin karşılaştırılabilmesinde önemlidir. Geleneksel RT tedavisi için özel olarak üretilen PTUR' un D3 egesi (20/.07) ve FA AF' nin sarı egesi (22/.07) üretici firmaların önerileri doğrultusunda final enstrümandır. WaveOne sisteminin Primary aletinin uç kısmının boyutu ve koniklik açısı (25/.08)' dir. Eğelerin uç kısmının boyutu ve koniklik açısı oldukça yakındır. Araştırmamızda, WaveOne enstrüman sistemi ile geleneksel RT yapılan grupta çalışma boyutuna ulaşılması için seçilen enstrüman bu yüzden Primary 25 (kırmızı) egesi olmuştur.

Geleneksel RT tedavisinden sonra KKDM' nin değerlendirilmesi için çeşitli yöntemler önerilmiştir. Örneklerde kalan artık dolgu maddesi miktarlarının değerlendirilmesi için radyografik analiz (Masiero, 2005; Schirrmeister, 2006; Zanettini, 2008), fotoğraflarla değerlendirme (Wilcox ve ark. 1987; de Oliveira ve ark. 2006), şeffaflaştırma tekniği (de Carvalho Maciel ve Zaccaro Scelza 2006; Schirrmeister ve ark. 2006; Taşdemir ve ark. 2008) gibi iki boyutlu yöntemler kullanılmıştır. Şeffaflaştırma yönteminin dezavantajları arasında, diş yapısında invaziv değişiklikler yaptığı ve kök kanalı morfolojisi ile kalan dolgu madde miktarını doğru bir şekilde yansımını engelleyecek artefaktlar yarattığı düşünüldüğünden (Grover ve Shetty 2012) bu yöntemi araştırmamızda kullanmamayı tercih ettik. Ayrıca, KKDM kalıntısı inceleme teknikleri arasında ışık mikroskobu (De Deus ve ark. 2004; Weis ve ark. 2004), SEM (Horvath ve ark. 2009; Xu ve ark. 2012) ve konfokal lazer tarama mikroskobu (Gharib ve ark. 2007; Ravi ve ark. 2014) gibi daha yüksek büyütme altında dentin tübülleri içine penetre olan dolgu materyallerinin incelendiği teknikler de mevcuttur. Bu yöntemlerin arasında

sadece SEM analiz yöntemi dentin tübüleri içerisine penetre olabilen KKDM artıklarının detaylı bir şekilde incelenmesine izin vermektedir (Xu ve ark. 2012).

Bu iki boyutlu tekniklerin yanı sıra Bilgisayarlı Tomografi ve Mikro-Bilgisayarlı Tomografi gibi KKDM kalıntısının hacmini çok daha doğru değerlendirebilen üç boyutlu teknikler de mevcuttur (Barletta ve ark. 2008). Ancak bu üç boyutlu görüntüleme tekniklerinin ulaşılması zor, yüksek maliyetli ve tüm örneklerin değerlendirilmesi açısından zaman alıcı olması nedeniyle kullanımı kısıtlanmaktadır. Önceki yıllarda birçok çalışma, KKDM miktarını en sık kesit alma yöntemi ile değerlendirmiştir (Sae-Lim ve ark. 2000; de Oliveira ve ark. 2006). Stereomikroskopların kullanımı ile birlikte kök kanal duvarlarından görüntü alınıp KKDM varlığını değerlendirebilmek için uzunlamasına kesit alma yöntemi uygulanmaya başlanmıştır (Capar ve ark. 2015). Biz de çalışmamızda, kolay ulaşılabilir olması, incelenen bölgenin bütünüyle görüntülenebilmesine imkan vermesi, kalan KKDM artığının detaylarının rahat bir şekilde görüntülenebilmesi ve ek materyallere ihtiyaç duyulmaması gibi avantajlarından dolayı, sonuçları değerlendirmek amacıyla tüm örneklerde stereomikroskop kullanmayı tercih ettik. Stereomikroskopta görüntünün fazla büyümesi incelenecek yüzey alanını azalttığı için örnekler  $\times 10$  büyütme altında incelendi ve bu şekilde kök kanalı içerisindeki KKDM miktarının tamamı aynı görüntü içerisinde değerlendirilmiş oldu. Ayrıca literatürde  $\times 6,5$  (Chauhan ve ark. 2012),  $\times 8$  (Gu ve ark. 2008),  $\times 10$  (Maiti ve ark. 2014),  $\times 20$  (Jiang ve ark. 2010b) büyütmelemlerle çalışılan araştırmalar da bulunmaktadır. Her gruptan rastgele bir örnek olacak şekilde de dişlerin koronal üçlü, orta üçlü ve apikal üçlüsünde dentin tübülerini gözlemleyebilmek amacıyla ayrıca da SEM görüntüleri alınmıştır.

Ancak, SEM incelemesi sonuçlarına göre, her ne kadar örnek sayısı yetersiz olduğu için istatistiksel bir değerlendirme yapılamasa da açık dentin tübülü sayısı en çok koronal bölgede gözlenmiştir. Orta bölümde koronal bölgeye yakın sayıda ancak daha az, apikal bölümde ise çok daha az açık dentin tübülü sayısı gözlenmiştir. Bu sonuçlar ise SEM analizinin kök kanalının sadece belli bir alanında yapılmasından ve koronal bölgenin alan olarak, orta ve apikal bölümden daha büyük olmasından kaynaklanmış olabilir. Koronal bölgede çok daha fazla sayıda dentin tübülü

bulunabileceğinden (Xu ve ark. 2012) ve ölçümün açık olan dentin tübüllerine denk gelebileceğinden dolayı sonuçlar bu şekilde çıkmış olabilir.

Lazer ile aktive edilen irrigasyon yöntemi, kanal temizlik ve dezenfeksiyonu için alternatif bir yöntem olarak önerilmiştir. Farklı lazer cihazları arasında Er:YAG lazer (Matsumoto ve ark. 2011; Deleu ve ark. 2015), kök kanallarının dezenfeksiyonunda ön plana çıkmıştır. Er:YAG lazerle birlikte kullanılan PIPS ucunun irrigasyon aktivasyon etkinliği birçok çalışma tarafından araştırılmıştır.

Jiang ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada, PTUR eğe sistemi ile standart RT tedavi prosedürlerinden sonra oval kök kanallarındaki dolgu kalıntılarının giderilmesinde sonik, ultrasonik ve lazerle (PIPS) irrigasyon aktivasyonunun etkinliğini değerlendirmişlerdir. Üç deneysel teknik arasında, PIPS'in, kanal duvarlarındaki dolgu kalıntılarını gidermede en etkili olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde, önceki çalışmalarla da, PIPS' in kök kanal yüzeylerinden kalsiyum hidroksiti debride etme ve temizlemede etkili olduğu gösterilmiştir (Arslan ve ark. 2015). Örneğin, Lloyd ve ark. (2014), PIPS' in kanaldaki organik kalıntıları ortadan kaldırmada geleneksel iğneli irrigasyona göre daha etkili olduğunu bulmuşlardır.

Arslan ve ark. (2014), kök kanalında oluşturulan yapay bir oluğun apikaline yerleştirilmiş dentin artıklarının çıkarılmasında PIPS tekniğini; geleneksel, sonik ve ultrasonik irrigasyon sistemleri ile karşılaştırmışlardır. %0.5' lik NaOCl ile irrigasyon aktivasyonu yapılan dişlerde yine en etkili yöntem PIPS tekniği olmuştur.

Mevcut çalışmamızda da yukarıdaki araştırmalarla uyumlu şekilde PIPS tekniği kanal dolgu maddesi artıklarını çıkarmada kloroformlu gruplardan ve geleneksel iğneli irrigasyondan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha etkili olmuştur ( $p<0.05$ ). Ancak benzer çalışmaların bazılarında RT yapılmaması nedeniyle kanal içinden çıkarılan materyallerin kanal dolgu artıkları olmaması ve çalışmamızın PIPS dışında diğer gruplarında kloroformun kullanılmış olması, doğru ve denk bir karşılaştırma yapılmasını engellemektedir. PIPS tekniğinde radyal uçlar yardımıyla düşük enerji seviyesinde kısa aralıklarla atış yapılarak yüksek enerji üretilir. Böylece üretilen her impuls su molekülleriyle etkileşime girerek genişleyen ardışık şok dalgaları oluşturur (DiVito ve ark. 2012). Bu da irrigasyon solüsyonunun daha güçlü ve üç boyutlu hareket etmesini sağlayarak daha etkili bir dezenfeksiyon ve temizliği

olanaklı kılar. Geleneksel lazer uygulamalarından daha düşük parametrelerin (0.3 W, 20 mJ, 15 Hz) kullanıldığı bu teknikte, PIPS fotomekanik ve fotoakustik etkiye bağlı olarak diğer yöntemlerden daha başarılı olmuş olabilir. Tüm bu bulgular, PIPS' in endodonti ve diş hekimliğinin diğer alanlarında son derece umut verici bir uygulama olabileceğini göstermiştir (Jiang ve ark. 2016).

Kloroform, Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı tarafından grup 2B kanserojen kategorisinde sınıflandırılmıştır (Khalilak ve ark. 2013). 2B kategorisine göre, materyalin insanlarda kanserojen olduğuna dair kanıtlar yetersizdir, ancak deney hayvanları üzerinde kanserojen olduğu kanıtlanmıştır. Kloroformun kök kanal tedavisindeki etkinliği daha önce araştırılmıştır (Ezzie ve ark. 2006; Horvath ve ark. 2009) ve hakkındaki endişelere rağmen hala en yaygın olarak kullanılan çözücüdür (de Oliveira ve ark. 2006). Bazı görüşler kloroformun kanal duvarının temizliği üzerinde olumsuz etkileri olduğunu bildirmiştir (Gu ve ark. 2008; Horvath ve ark. 2009), ancak bu konuda halen fikir birliğine varılamamıştır (Ezzie ve ark. 2006).

Toksisitesine rağmen, kloroformun antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu ve endodontik tedavi sırasında GP çözücüsü olarak kullanılmasının, sekonder enfeksiyondan sorumlu kanal içi E. Faecalis seviyelerini önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir (Edgar ve ark. 2006). Bununla birlikte, kimyasal olarak çözülmüş GP' nin kök kanal duvarlarına sıvıyan ince bir tabaka oluşturduğu unutulmamalıdır (Sae-Lim ve ark. 2000). Ayrıca, RT esnasında GP yumuşatıldıktan sonra eğelere uygulanan basınç EDTA ve NaOCl ile irrigate edilen çözülmüş materyali dentin tübüllerinin içine doğru itilebilir (Sae-Lim ve ark. 2000). Bu durum karmaşık kök kanal anatomisine (yan kanallar, dallanmalar, düzensizlikler, isthmuslar) sahip olan dişlerden KKDM' nin çıkarılmasını daha zor ve zaman alıcı hale getirebilmektedir (Kfir ve ark. 2012). Takahashi ve ark. (2009), kök kanal duvarı temizliği açısından çözücülerin önemli bir rol oynamadığını bulmuştur. Başka bir çalışmada ise çözücü uygulamasının Mtwo R aletlerinin RT kabiliyeti üzerinde olumsuz etkisi olduğu gösterilmiştir (Dadresanfar ve ark. 2012). Horvath ve ark. (2009), sadece çözücülü ve çözücüsüz kullandıkları el eğelerini karşılaştırmışlar ve çözücü olmayan gruplarında daha az dolgu kalıntısı bulmuşlardır.

Cavenago ve ark. (2014), molar dişlerin mezial köklerinde, D-RaCe döner eğe sistemi kullanarak kanalları enstrümente ettikten sonra ksilen kullanmışlar ve

kanalları kurularak NaOCl'i Pasif Ultrasonik ile aktive etmişlerdir. Enstrümantasyondan sonra Ksilen kullanımı tek başına kök kanal temizliğini arttırmamıştır; ancak bu prosedürden sonra Pasif Ultrasonik ile uygulanan irrigasyon aktivasyonunun performansına katkıda bulunmuş olabileceğini belirtmişlerdir. Bu sonuç bizim çalışmamızla uyumludur. Enstrümantasyondan sonra yaptığımız kloroform uygulaması KKDM artışını Geleneksel grubuna göre istatistiksel olarak azaltmamıştır.

de Campos Fruchi ve ark. (2014), enstrümantasyondan sonra ultrasonikle birlikte aktive edilen ksilen uygulamasının, çıkarılan KKDM yüzdesini az da olsa arttırdığını bulmuşlardır, fakat sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bizim çalışmamızda uygulanan çözücü farklıdır ve enstrümantasyondan sonra uygulanan kloroform aktive edilmemiştir, ancak sonuç bizim çalışmamızla uyumludur.

Khalilak ve ark. (2013), enstrümantasyondan önce ve enstrümantasyon aralarında kloroform uyguladıkları ve kloroformsuz yöntemle yaptıkları çalışmalarında, bizim çalışmamızın aksine en kısa RT süresine kloroform uyguladıkları PTUR grubunda ulaşmışlardır. Ancak kloroform GP' nin uzaklaştırılma oranını anlamlı derecede azaltmıştır. Fakat buna rağmen kloroform kullanılan grupta kullanılmayan grup arasında, KKDM miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonucun mevcut araştırmamızla farklı olmasının nedeni; bizim çalışmamızda kloroformu önce uyguladığımız grupta sürenin daha uzun çıkması, yani daha uzun süre enstrümantasyon yapılmış olması olabilir.

Mevcut araştırmamız sonucunda enstrümantasyondan önce kloroform kullandığımız grupta KKDM kalıntı yüzdesi, kloroformsuz geleneksel iğneli irrigasyon yaptığımız gruptan ve enstrümantasyondan sonra kloroform uyguladığımız gruptan istatistiksel olarak anlamlı miktarda düşük çıkmıştır. En düşük kanal artışı gözlenen grup; kloroform kullanılmadan lazerle irrigasyon aktivasyon yapılan C grubudur. A grubunun da KKDM verileri, B grubunun ve D grubunun KKDM verilerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük çıkmıştır. B grubunda A grubuna göre KKDM artışının fazla çıkmasının nedeni; enstrümantasyondan sonra kloroform uygulanıp 2 dk beklendikten sonra tekrar enstrümantasyon yapılmadan kanalların serumla yıkanmış olması olabilir. İlk

şekillendirme işleminden sonra kanalın boyutları 30 numaraya kadar genişletilmiştir ve bu boyut RT eğelerinin apeks boyutlarından en az 5 numara daha büyüktür. B grubunda da RT eğelerinin boyutu diğer gruplarla aynı olacak şekilde küçük kalmış olsa da kanallara kloroform uygulandıktan sonra eğe ile hiç girilmemiş olması KKDM artıklarının A grubundan fazla çıkmasına neden olmuş olabilir.

Çalışmamızda kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması amacıyla kullandığımız sürekli rotasyonel hareket yapan çoklu eğe sistemi ProTaper Universal RT ve FA AF RT eğe sistemleri ile resiprokal hareketle çalışan tek eğe sistemi WaveOne eğelerinin etkinlikleri arasında KKDM kalıntısı yüzdesi (%) açısından, istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Her üç eğe de benzer miktarda KKDM uzaklaştırmıştır.

Literatürde kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması amacıyla sürekli döner eğe sistemleri ile resiprokal sistemlerin etkinliğinin değerlendirildiği araştırmalar mevcuttur (Roggendorf ve ark. 2010; de Azevêdo Rios ve ark. 2014; Capar ve ark. 2015; Silva ve ark. 2015; Alves ve ark. 2016). Bu araştırmalarda genellikle PTUR, Mtwo RT sistemi, Resiproc ve WaveOne aletlerinin etkinlikleri değerlendirilirken, ulaşılabilen kaynaklar tarandığında Fanta AF RT eğesinin kök kanal dolgusu uzaklaştırma etkinliğini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmamızın sonuçlarını değerlendirirken, diğer sürekli döner ve resiprokal hareketle çalışan sistemlerin etkinliklerini karşılaştıran araştırmalar göz önüne alınmıştır.

Araştırmamızın sonuçları, geçmişte RT üzerine çalışma yapan araştırmacıların 'Ni-Ti döner eğe sistemlerinin hiçbiri tüm KKDM artıklarını çıkarmayı başaramadı.' sonucunu desteklemektedir (Bergenholtz ve ark. 1979; Zuolo ve ark. 2013; de Azevêdo Rios ve ark. 2014). Bizim çalışmamızda da farklı döner eğe sistemleri (PTUR, WO ve FA) ile RT sonrasında her üç grupta KKDM kalmıştır. Bu sistemlerin kullanımı sonrası kök kanallarında dolgu materyalinin kalmasının nedeni; kök kanallarının ilk şekillendirmesinden sonra oluşan apikal boyut ile RT döner alet sistemlerinin apikal boyutunun eşit olmaması olabilir. İlave sistemlerin etkisinin daha objektif değerlendirilebilmesi ve fazla şekillendirmenin risklerinden kaçınmak için KKDM' nin tamamı uzaklaştırılmamıştır. AH Plus kanal patının dentine yüksek bağlanma kabiliyeti nedeniyle de GP ve kanal patı kanal duvarlarından tam olarak arındırılmamış olabilir.

Resiprok ve sürekli döner eğe sistemlerinin RT etkinliklerini değerlendirmek amacıyla Resiproc, PTUR ve Hedström eğeleri ile eğri köklü dişlerde yapılan bir araştırmada, Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile incelemeler yapılmış, kök kanal duvarlarında kalan dolgu maddelerinin yüzdeleri hesaplanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre üç tekniğin arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir. Resiprokal eğe sistemi ile çoklu döner eğe sistemi bizim çalışmamıza uyumlu şekilde benzer miktarda dolgu maddesi uzaklaştırmıştır (Rödig ve ark. 2014).

Akbulut ve ark. (2016), el eğesi, Twisted File, Resiproc ve PTUR eğe sistemlerinin KKDM uzaklaştırmadaki etkinliklerini tek köklü dişler üzerinde KIBT görüntüleme yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Kök kanal duvarlarında KKDM yüzdesini hesaplandıklarında, PTUR ile Resiproc'un kök kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinlikleri açısından aralarında farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Aynı şekilde benzer bir çalışmada WO ve çoklu PTUR eğe sistemleri karşılaştırılmış, sistemler arasında KKDM kalıntısı bakımından fark olmadığı sonucu bildirilmiştir (Silva ve ark. 2015).

Hedström eğeleri, R-Endo, Resiproc ve PTUR eğelerinin karşılaştırıldığı bir başka çalışmada eğri köklü molar dişlerde RT sonrasında kalan dolgu maddesi ve taşan debris miktarları radyografik yöntemle değerlendirilmiştir. Kalan dolgu maddesi açısından bu sistemler arasında fark gözlenmemiştir (Kaşıkçı Bilgi ve ark. 2017). Bu araştırmaların sonuçları, bizim çalışmamızın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Çalışmamızda literatürde geçen; resiprokal tek eğe sisteminin RT tedavisi için özel olarak tasarlanmış eğe sistemleri ile benzer etkinliğe sahip olduğu sonucu desteklenmektedir (de Azevêdo Rios ve ark. 2014; Helvacioğlu-Yigit ve ark. 2014; Rödig ve ark. 2014; Silva ve ark. 2015; Akbulut ve ark. 2016; Kaşıkçı Bilgi ve ark. 2017).

Literatürde mevcut çalışmamızdan farklı sonuçlar elde eden bazı araştırmalar da bulunmaktadır. Özyürek ve Demiryürek (2016), Protaper Next, Twisted File Adaptive, Reciproc ve PTUR eğe sistemlerinin kök kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinliklerini 80 adet tek köklü dişte kesit alma yöntemi ile değerlendirmişlerdir. PTUR eğe sistemi, Resiproc'a göre kanal duvar temizliği açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede daha etkin bulunmuştur. alışmalar arasındaki bu farklılık, apikal

genişliğin her iki sistem için de #50 boyutuna kadar arttırılmış olması ve bizim gruplarımızın bazılarında PIPS ve kloroform kullanmış olmamız olabilir. Bu durumun kanal duvar temizliğinde farklı sonuç yaratmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Alves ve ark. (2016), RT sırasında kavisli kanallardan dolgu materyalinin çıkarılmasında, Reciproc tek eğeli sistem ile Mtwo çok eğeli sistemin etkinliğini karşılaştırmışlardır. Ancak bu iki eğe sisteminin ardından bir bitirme enstrümanı (XP Endo Finisher) kanal dolgu maddesinin sökümüne yardımcı bir yaklaşımı da kullanmışlardır.

Önceki kök kanal dolgularının çıkarılmasında Mtwo sisteminin, Reciproc' un tek eğeli sisteminden daha etkili ve daha hızlı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Reciproc grubu açısından, daha büyük boyutlu enstrümanın önemli ölçüde daha iyi sonuçlar sağladığı gözlenmiştir. Ek bitirme aleti XP-Endo Finisher, dolgu malzemesinin çıkarılmasını önemli ölçüde iyileştirmiştir. Alves ve ark. (2016),'nın çalışmasının sonuçlarının farklı çıkmasının nedeni; sürekli döner çoklu eğe sistemi olarak PTUR değil Mtwo kullanılmış olması, XP-Endo Finisher kullanılmış olması ve araştırmalarının bizim çalışmamızda olduğu gibi streomikroskopla değil de Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile üç boyutlu olarak değerlendirilmiş olması olabilir.

RT esnasında çözücü kullanımının işlem süresini etkilediğine dair görüşler bulunmaktadır. İki çalışma, enstrümantasyonun erken aşamasında çözücü kullanımının çalışma uzunluğuna ulaşma süresini azalttığını ancak kök kanal temizliğini iyileştirmediğini bulmuştur (Ma ve ark. 2012; Sağlam ve ark. 2014).

Araştırmacılar, çözücü kullanıldığında, çözücü kullanılmayan gruplara kıyasla KKDM artışının tatmin edici bir şekilde çıkarabilmesi ve kök kanallarının şekillendirilmesi için ek süre gerektiğini belirtmişlerdir. Ancak çalışma uzunluğuna daha kısa bir sürede ulaşıldığı sonucuna varmışlardır (Ma ve ark. 2012). Çalışmamızda 4 ana gruptan sadece birinde, enstrümantasyondan önce kloroform kullanılarak çalışma boyuna ulaşıldığından, gruplar arasında çalışma boyuna ulaşma zamanını karşılaştırmadık. Bunun nedeni; bir diğer grupta kanalları enstrümanla ettikten sonra kanallara kloroform uygulandığından RT süresince geçen toplam zamanın değerlendirilmiş olmasıdır. Ma ve ark. (2012),'nın araştırma sonucu bizim

mevcut araştırmamızla bir açıdan uyumludur. Kloroform uygulanan grupların hiç kloroform uygulanmayan geleneksel irrigasyon grubuna göre kanal söküm süresi daha uzun bulunmuştur. KKDM artışını çıkarma zamanları bakımından kullanılan 4 farklı yöntemin arasında istatistiksel olarak en yüksek zaman ölüm değeri A grubunda çıkmıştır. C grubu ve B grubu arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur. En düşük zaman ölüm değeri ise muhtemelen ek bir yöntem kullanılmadığından geleneksel irrigasyon uygulanan D grubunda çıkmıştır. Bizim düşüncemize göre PIPS grubunun çalışma süresinin geleneksel gruptan fazla çıkmasının nedeni lazerin her aktivasyonda 30 sn çalıştırıldıktan sonra 30 sn dinlendiriliyor olması gibi uzun bir prosedüre sahip olması olabilir. PIPS tekniği, sadece zltelerin aktive edilmesi için değil, aynı zamanda şok dalgası yoluyla dentin yüzeyinin temizlenebilmesi için 30 saniye boyunca irrigasyon solüsyonlarının sürekli akmasını gerektirir. Aktive etme aşamasından sonra, zltelerin dentinle reaksiyona girebilmesi için bir dinlenme süresi (dinlenme fazı) gereklidir (Macedo ve ark. 2010). Sürekli aktivasyon ve dinlenme aşaması, PIPS tekniği kullanılırken başarılı bir irrigasyon aktivasyonu için esastır (Olivi ve DiVito 2016). Bizim çalışmamızın aksine, yapılan önceki çalışmalarda (Ferreira ve ark. 2001; Giuliani ve ark. 2008), döner eğe sistemleriyle birlikte üzücü kullanıldığında RT süresi daha kısa lmlmştr.

Çalışma süresinin, kök kanal dolgusunu yenileme tekniğine, kullanılan eğe sayısına ve klinisyenin tecrübesine bağlı olduğu dşnlmektedir. Aynı sistem ve yöntemlerin kullanıldığı çalışmalarda bile araştırmayı yapan kişilerin tekniği ve deneyimi gibi faktörler, çalışmada standardizasyon sağlamayı engellediği için farklı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (Hülsmann ve ark. 2005). Çalışmamıza benzer şekilde, başka bir araştırmada döner eğe sistemlerinin zcsz kullanılması RT süresini hızlandırmıştır (Takahashi ve ark. 2009). Bu durum zcler kullanıldığında kök kanal duvarına yapışan yumuşamış ince GP tabakası nedeniyle dolgu materyalinin çıkarılmasının zor ve zaman alıcı olduğunu (Sae-Lim ve ark. 2000; Giuliani ve ark. 2008) göstermektedir.

Kök kanallarının şekillendirmesini ve kök kanal tedavisinin yenilenmesini daha kolay, kısa süreli ve konforlu hale getirmek için birçok alet ve yöntem geliştirilmiştir. Özellikle NiTi döner eğe sistemlerinin kullanımı, preparasyon

süresini kısaltma, hekim ve hasta yorgunluğunu en aza indirme kabiliyeti ile kök kanal tedavisinde dönüm noktası olarak kabul edilmiştir (Peters ve ark. 2004).

Özyürek ve Demiryürek (2016), ise aralarında PTUR ve Resiproc gibi döner ve resiprokal sistemler de bulunan dört farklı eğe tipini retreatment sırasındaki çalışma süreleri açısından değerlendirmiştir. Çalışmamızın bulgularına paralel olarak PTUR döner sistem eğelerinin diğer gruplardan daha hızlı olduğunu belirtmişlerdir

Başka bir çalışmada çözücü kullanılmadan yine resiprok (Resiproc) ve sürekli döner ege (Mtwo) sistemleri çalışma süreleri açısından karşılaştırılmıştır. Sürekli döner aletler ile işlemin daha hızlı olduğu bildirilmiştir (Alves ve ark. 2016). Çözücü kullanarak ve kullanılmadan RT yapılan başka bir çalışmada PTUR ve WO eğelerinin retreatment esnasındaki etkinlikleri ve hızları kıyaslanmıştır. Çözücü kullanılmadan sadece WO eğelerinin kullanıldığı grup en yavaş grup olmuştur. Ancak çözücü kullanılarak RT yapılan PTUR grubu ve WO grubu arasında süre bakımından istatistiksel olarak bir fark çıkmamıştır (Colombo ve ark. 2016). Bizim çalışmamızda çözücü kullanılan WO gruplarında çözücü kullanılmayan geleneksel iğneli irrigasyon yapılan WO gruplarına kıyasla işlem daha uzun sürmüştür. Ancak KKDM miktarı geleneksel iğneli irrigasyon yapılan WO grubumuzda daha fazladır. Colombo ve ark (2016). KKDM artışı bakımından gruplar arasında istatistiksel açıdan bir fark bulmamıştır. Süre açısından farklılığın sebebi bu olabilir.

Rödig ve ark. (2014), Akbulut ve ark. (2016), çalışmalarında PTUR ve Resiproc ege sistemlerini kıyaslamışlardır. Bizim çalışmamızdan farklı olarak KKDM kalıntılarını uzaklaştırma süresi açısından ege sistemlerinin aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulamamışlardır. Akbulut ve ark. (2016), araştırmalarında GP' yi yumuşatmak için hiçbir çözücüden faydalanmamışken, bizim çalışmamızda kök kanal girişlerinde 2 dakika boyunca kloroform bekletilmiştir. Kloroform GP'yi kanal duvarlarına sıvıdığı için yumuşamış GP resiprok hareketten daha az etkilenmiş olabilir. Süreler arasındaki farklılığın nedeni bu olabilir.

Helvacıoğlu-Yigit ve ark. (2014), çalışmalarında WO resiprokal sistem ve PTUR döner sistem eğeleri arasında RT esnasındaki çalışma süreleri açısından anlamlı bir fark bulamamışlardır ancak, WO ege sistemi toplamda daha kısa süre çalışmıştır (Zuolo ve ark. 2013; Helvacıoğlu-Yigit ve ark. 2014; Silva ve ark. 2015).

Helvacioğlu-Yigit ve ark. (2014), araştırmasında bizim çalışmamızdan farklı olarak çalışma süresini etkileyebilecek Gates-Glidden frezinin kullanılmasının ve çözücü olarak kloroform yerine ökalptol seçilmesinin sonuçlar üzerinde farklılığa neden olabileceğini düşünmekteyiz.

Tüm bu farklı araştırmalara ve sonuçlara rağmen sistemler arasındaki çalışma sürelerinin (genellikle saniyeler) istatistiksel olarak anlamlı çıkmasının klinik açıdan önemli olup olmaması belirsizliğini koruyor. Bazı araştırmacılar KKDM artığının çıkarılma süresini ege seçiminde kritik bir faktör olarak görmediğini belirtmişlerdir (Plotino ve ark. 2015).



## 8. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın sınırları dahilinde elde edilen sonuç ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

1. Kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak ve duvar temizliğini arttırmak amacıyla karşılaştırılan uygulamalar arasında PIPS diğer yöntemlerden istatistiksel olarak çok daha etkili oldu. En düşük KKDM artığı temizleme etkinliği ise B ve D grubunda görüldü. Bu sonuçlar ışığında PIPS'in irrigasyon aktivasyon için klinikte kullanımı tavsiye edilebilir.

2. Kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak için kloroformun enstrümantasyondan önce kullanımı kanal dolgu materyalini uzaklaştırma hiç kloroform kullanılmayan D ve B gruplarına göre daha etkili olduğu bulundu. Klinikte kanaldan uzaklaştırmakta zorlanılan kök kanal dolgularında kloroform kullanımı tavsiye edilebilir. Enstrümantasyondan sonra kloroform uygulandığında da tekrar enstrümantasyon yapılması yararlı olabilir.

3. Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında retreatment çoklu eğe sistemlerinden PTUR ve FA ile tekli resiprokal sistem WO arasında bir fark gözlenmedi. Kök kanal duvarlarının temizliği açısından her üç eğe sistemi de benzer etkinlik gösterdi.

4. Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında etkinlikleri karşılaştırılan 4 ana grup (A, B, C, D) ve eğe sistemlerinin (PTUR, FA ve WO) hiçbiri kök kanal dolgusunu tam olarak uzaklaştıramadı. Ancak PIPS, KKDM kalıntılarını kabul edilebilir düzeyde temizleyi başardı.

5. Çalışmada kullanılan eğe sistemleri ve lazer uygulaması esnasında alet kırılması veya herhangi bir komplikasyon ile karşılaşılmadı. Bu durum kullanılan eğe sistemlerinin ve lazerin kök kanallarında kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında güvenle kullanılabileceğini düşündürmektedir.

6. En uzun sürede kök kanal dolgusu uzaklaştıran yöntem A grubu oldu. C ve B grubu hemen hemen aynı sürede kanal dolgusu uzaklaştırdı. En kısa süre D grubuna ait oldu.

7. Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında PTUR eğesi, FA ve WO eğelerine göre daha hızlı bulundu. En yavaş eğe WO eğesi oldu.

8. Kök kanal duvarlarında kalan dolgu maddesinin değerlendirilmesinde stereomikroskop yöntemi, dikey kesit elde edilen örneklerden detaylı ölçümler yapabilmeye izin veren bir değerlendirme yöntemidir. Ancak iki boyutlu görüntüleme yapılması kanal duvarlarında kalan dolgu maddesinin tam olarak gerçek miktarını ölçmeyi kısıtlamaktadır.

9. SEM ile incelenen tüm örneklerde en çok artık materyal apikal bölgede gözlemlendi.

10. Çalışmamızda kullanılan farklı yöntemler ve farklı eğe sistemlerinin hiçbirisi kök kanal dolgusunu tam olarak uzaklaştıramadı ve kanal duvarlarının tam olarak temizleyemedi. Ancak PIPS diğer yöntemlere göre çok daha etkili ve kabul edilebilir düzeyde kök kanal temizliği sağladı. Güncel teknolojik gelişmelerin ışığında PIPS kök kanal sistemlerinin temizliğini sağlamak konusunda umut vadetmektedir.

11. Pahalı cihazlara erişimi olmayan hekimlere retreatment tedavisi için kliniklerinde enstrümantasyondan önce kloroform uygulamak bir seçeneğ olabilir. Ancak kloroformun enstrümantasyon ile hangi sırada kullanılması greketiğine dair daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Kanal dolgularının uzaklaştırılmasında daha etkili tekniklerin araştırılması ve geliştirilmesi için ilave deneysel ve klinik çalışmalara gereksinim olduğunu düşünmekteyiz.

## 9. KAYNAKLAR

- Abbott P. Recognition and prevention of failures in clinical dentistry. *Endodontics. Annals of the Royal Australasian College of Dental Surgeons.* 1991; 11: 150-66.
- Akbulut MB, Akman M, Terlemez A, Magat G, Sener S, Shetty H. Efficacy of Twisted File Adaptive, Reciproc and ProTaper Universal Retreatment instruments for root-canal-filling removal: A cone-beam computed tomography study. *Dental materials journal.* 2016; 35(1): 126-31.
- Akhavan H, Azdadi YK, Azimi S, Dadresanfar B, Ahmadi A. Comparing the efficacy of Mtwo and D-RaCe retreatment systems in removing residual gutta-percha and sealer in the root canal. *Iranian endodontic journal.* 2012; 7(3): 122.
- Akpınar KE, Altunbaş D, Kuştarıcı A. The efficacy of two rotary NiTi instruments and H-files to remove gutta-percha from root canals. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal.* 2012; 17(3): e506.
- Alhadainy HA. Root perforations: a review of literature. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology.* 1994; 78(3): 368-74.
- Allard U, Andersson L. Exposure of dental personnel to chloroform in root-filling procedures. *Dental Traumatology.* 1992; 8(4): 155-9.
- Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JCN, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira Jr JF. 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. *Journal of endodontics.* 2016; 42(7): 1114-9.
- 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. *Photomedicine and Laser Therapy.* 2004; 22(6): 470-6.
- Arslan H, Akcay M, Capar I, Saygili G, Gok T, Ertas H. An in vitro comparison of irrigation using photon-initiated photoacoustic streaming, ultrasonic, sonic and needle techniques in removing calcium hydroxide. *International endodontic journal.* 2015; 48(3): 246-51.
- Arslan H, Capar I, Saygili G, Gok T, Akcay M. Effect of photon-initiated photoacoustic streaming on removal of apically placed dentinal debris. *International endodontic journal.* 2014; 47(11): 1072-7.
- Ashley M, Harris I. The assessment of the endodontically treated tooth. *Dental update.* 2001; 28(5): 247-52.
- Aşçı SK (2014) *Endodontide Lazerler: Quintessence.*
- Aydın B, Köse T, Çalışkan M. Effectiveness of HERO 642 versus Hedström files for removing gutta-percha fillings in curved root canals: an ex vivo study. *International endodontic journal.* 2009; 42(11): 1050-6.
- Barletta FB, de Sousa Reis M, Wagner M, Borges JC, Dall'Agnol C. Computed tomography assessment of three techniques for removal of filling material. *Australian Endodontic Journal.* 2008; 34(3): 101-5.
- Barletta FB, Rahde NdM, Limongi O *et al.* In vitro comparative analysis of 2 mechanical techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Journal of the Canadian Dental Association.* 2007; 73(1).
- Barreto MS, Rosa RAd, Santini MF *et al.* Efficacy of ultrasonic activation of NaOCl and orange oil in removing filling material from mesial canals of mandibular molars with and without isthmus. *Journal of Applied Oral Science.* 2015; 24: 37-44.
- Barreto MS, Rosa RAd, Santini MF *et al.* Efficacy of ultrasonic activation of NaOCl and orange oil in removing filling material from mesial canals of mandibular molars with and without isthmus. *Journal of Applied Oral Science.* 2016; 24(1): 37-44.
- Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. *Journal of endodontics.* 2005; 31(5): 333-40.

- Bayram HM, Çelikten B, Bayram E, Bozkurt A. Fluid flow evaluation of coronal microleakage intraorifice barrier materials in endodontically treated teeth. *European journal of dentistry*. 2013; 7(3): 359.
- Beavers R, Bergenholtz G, Cox C. Periodontal wound healing following intentional root perforations in permanent teeth of *Macaca mulatta*. *International endodontic journal*. 1986; 19(1): 36-44.
- Bergenholtz G, Lekholm U, Milthon R, Heden G, Ödesjö B, Engström B. Retreatment of endodontic fillings. *European Journal of Oral Sciences*. 1979; 87(3): 217-24.
- Berman LH, Hargreaves KM (2015) *Cohen's Pathways of the Pulp Expert Consult-E-Book*: Elsevier Health Sciences.
- Bernardes R, Duarte M, Vivan R, Alcalde M, Vasconcelos B, Bramante C. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *International endodontic journal*. 2016; 49(9): 890-7.
- Betti L, Bramante C. Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *International endodontic journal*. 2001; 34(7): 514-9.
- Betti LV, Bramante CM, de Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB. Comparison of GPX with or without solvent and hand files in removing filling materials from root canals; an ex vivo study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2010; 110(5): 675-80.
- Bhagavaldas MC, Diwan A, Kusumvalli S, Pasha S, Devale M, Chava DC. Efficacy of two rotary retreatment systems in removing Gutta-percha and sealer during endodontic retreatment with or without solvent: A comparative in vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2017; 20(1): 12.
- Bishop K, Dummer P. A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. *International endodontic journal*. 1997; 30(1): 25-34.
- Blum J-Y, Peli J-F, Abadie MJ. Effects of the Nd: YAP laser on coronal restorative materials: implications for endodontic retreatment. *Journal of endodontics*. 2000; 26(10): 588-92.
- Boariu M, Nica L-M, Marinescu A *et al*. Efficiency of eucalyptol as organic solvent in removal of gutta-percha from root canal fillings. *Rev. Chim.(Bucharest)*. 2015; 66: 907.
- Bodrumlu E, Uzun Ö, Topuz Ö, Semiz M. Efficacy of 3 techniques in removing root canal filling material. *Journal of the Canadian Dental Association*. 2008; 74(8).
- Bramante CM, Fidelis NS, Assumpção TS *et al*. Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. *Journal of endodontics*. 2010; 36(11): 1870-3.
- Brantley WA, Eliades T. Orthodontic materials: scientific and clinical aspects. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2001; 119(6): 672-3.
- Brynolf I (1967) A histological and roentgenological study of the periapical region of human upper incisors: Almqvist & Wiksell.
- Buehler WJ, Gilfrich JV, Wiley R. Effect of low-temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition TiNi. *Journal of applied physics*. 1963; 34(5): 1475-7.
- Bueno CE, Delboni MG, Araújo RA, Carrara HJ, Cunha RS. Effectiveness of rotary and hand files in gutta-percha and sealer removal using chloroform or chlorhexidine gel. *Brazilian dental journal*. 2006; 17(2): 139-43.
- Byström A, Happonen RP, Sjögren U, Sundqvist G. Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled sepsis. *Dental Traumatology*. 1987; 3(2): 58-63.
- Campello A, Almeida B, Franzoni M *et al*. Influence of solvent and a supplementary step with a finishing instrument on filling material removal from canals connected by an isthmus. *International endodontic journal*. 2019; 52(5): 716-24.
- Campos JM, del Rio C. Comparison of mechanical and standard hand instrumentation techniques in curved root canals. *Journal of endodontics*. 1990; 16(5): 230-4.

- Capar I, Arslan H, Ertas H, Gök T, Saygılı G. Effectiveness of ProTaper Universal retreatment instruments used with rotary or reciprocating adaptive motion in the removal of root canal filling material. *International endodontic journal*. 2015; 48(1): 79-83.
- Cavenago B, Ordinola-Zapata R, Duarte M *et al*. Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. *International endodontic journal*. 2014; 47(11): 1078-83.
- Chandra A. Discuss the factors that affect the outcome of endodontic treatment. *Australian Endodontic Journal*. 2009; 35(2): 98-107.
- Chauhan R, Tikku A, Chandra A. Detection of residual obturation material after root canal retreatment with three different techniques using a dental operating microscope and a stereomicroscope: An in vitro comparative evaluation. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2012; 15(3): 218.
- Chugal NM, Clive JM, Spångberg LS. Endodontic infection: some biologic and treatment factors associated with outcome. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2003; 96(1): 81-90.
- Chutich M, Kaminiski E, Miller D, Lautenschlager E. Risk Assessment of the Toxicity of Solvents of Gutta-Percha Used in Endodontic Retreatment. *Northwestern dental research*. 1996; 6(2): 2-5.
- Colaco AS, Pai VA. Comparative evaluation of the efficiency of manual and rotary gutta-percha removal techniques. *Journal of endodontics*. 2015; 41(11): 1871-4.
- Colombo APM, Fontana CE, Godoy A *et al*. Effectiveness of the waveone and ProTaper D systems for removing gutta-percha with or without a solvent. *Acta Odontológica Latinoamericana*. 2016; 29(3): 262-7.
- Craig R, Gehring P, Peyton F. Relation of structure to the microhardness of human dentin. *Journal of dental research*. 1959; 38(3): 624-30.
- Crozeta BM, de Sousa-Neto MD, Leoni GB, Mazzi-Chaves JF, Silva-Sousa YTC, Baratto-Filho F. A micro-computed tomography assessment of the efficacy of rotary and reciprocating techniques for filling material removal in root canal retreatment. *Clinical oral investigations*. 2016; 20(8): 2235-40.
- Crump MC, Natkin E. Relationship of broken root canal instruments to endodontic case prognosis: a clinical investigation. *The Journal of the American Dental Association*. 1970; 80(6): 1341-7.
- Çanakçı BC, Er O, Dincer A. Do the sealer solvents used affect apically extruded debris in retreatment? *Journal of endodontics*. 2015; 41(9): 1507-9.
- Dadresanfar B, Iranmanesh M, Mohebbi P, Mehrvarzfar P, Vatanpour M. Efficacy of two rotary NiTi instruments in removal of resilon/epiphany obturants. *Iranian endodontic journal*. 2012; 7(4): 183.
- de Azevêdo Rios M, Villela AM, Cunha RS *et al*. Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *Journal of endodontics*. 2014; 40(4): 543-6.
- de Campos Fruchi L, Ordinola-Zapata R, Cavenago BC, Duarte Mah, da Silveira Bueno Ce, De Martin AS. Efficacy of reciprocating instruments for removing filling material in curved canals obturated with a single-cone technique: a microcomputed tomographic analysis. *Journal of endodontics*. 2014; 40(7): 1000-4.
- de Carvalho Maciel A, Zaccaro Scelza M. Efficacy of automated versus hand instrumentation during root canal retreatment: an ex vivo study. *International endodontic journal*. 2006; 39(10): 779-84.
- De Deus GA, Gurgel-Filho ED, Maniglia-Ferreira C, Coulinho-Filho T. The influence of filling technique on depth of tubule penetration by root canal sealer: a study using light microscopy and digital image processing. *Australian Endodontic Journal*. 2004; 30(1): 23-8.
- de Mello Junior JE, Cunha RS, da Silveira Bueno CE, Zuolo ML. Retreatment efficacy of gutta-percha removal using a clinical microscope and ultrasonic instruments: part I—an ex vivo study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*. 2009; 108(1): e59-e62.

- de Oliveira DP, Barbizam JVB, Trope M, Teixeira FB. Comparison between gutta-percha and resilon removal using two different techniques in endodontic retreatment. *Journal of endodontics*. 2006; 32(4): 362-4.
- Dederich DN, Bushick RD. Lasers in dentistry: separating science from hype. *The Journal of the American Dental Association*. 2004; 135(2): 204-12.
- Deleu E, Meire MA, De Moor RJ. Efficacy of laser-based irrigant activation methods in removing debris from simulated root canal irregularities. *Lasers in medical science*. 2015; 30(2): 831-5.
- Demiryürek EÖ, Gürel M, Göktürk H, Yılmaz F. Kök kanal tedavisinin yenilenme (retreatment) insidansına etki eden faktörlerin değerlendirilmesi: Retrospektif çalışma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2010; 11(2).
- DiVito E, Peters OA, Olivi G. Effectiveness of the Er: YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Lasers in medical science*. 2012; 27(2): 273-80.
- Duncan HF, Chong BS. Removal of root filling materials. *Endodontic topics*. 2008; 19(1): 33-57.
- Edgar SW, Marshall JG, Baumgartner JC. The antimicrobial effect of chloroform on *Enterococcus faecalis* after gutta-percha removal. *Journal of endodontics*. 2006; 32(12): 1185-7.
- Endodontology ESoc. Consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment. *International endodontic journal*. 1994; 27(3): 115-24.
- Erausquin J, Muruzábal M, Devoto FC, Rikles A. Necrosis of the periodontal ligament in root canal overfillings. *Journal of dental research*. 1966; 45(4): 1084-92.
- Ezzie E, Fleury A, Solomon E, Spears R, He J. Efficacy of retreatment techniques for a resin-based root canal obturation material. *Journal of endodontics*. 2006; 32(4): 341-4.
- Fariniuk LF, Azevedo MAD, Carneiro E, Westphalen VPD, Piasecki L, da Silva Neto UX. Efficacy of protaper instruments during endodontic retreatment. *Indian Journal of Dental Research*. 2017; 28(4): 400.
- Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study. Phases I and II: Orthograde retreatment. *Journal of endodontics*. 2004; 30(9): 627-33.
- Ferreira J, Rhodes J, Pitt Ford T. The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *International endodontic journal*. 2001; 34(4): 267-74.
- Fors U, Berg JO. Endodontic treatment of root canals obstructed by foreign objects. *International endodontic journal*. 1986; 19(1): 2-10.
- Fouad AF, Bursleson J. The effect of diabetes mellitus on endodontic treatment outcome: data from an electronic patient record. *The Journal of the American Dental Association*. 2003; 134(1): 43-51.
- Franco V, Fabiani C, Taschieri S, Malentacca A, Bortolin M, Del Fabbro M. Investigation on the shaping ability of nickel-titanium files when used with a reciprocating motion. *Journal of endodontics*. 2011; 37(10): 1398-401.
- Frank R. *Endodontic mishaps: their detection, correction, and prevention*. Endodontics. 5th ed. Hamilton: BC Decker Inc. 2002: 769-89.
- Friedman S, Moshonov J, Trope M. Residue of gutta-percha and a glass ionomer cement sealer following root canal retreatment. *International endodontic journal*. 1993; 26(3): 169-72.
- Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 3. Retreatment techniques. *Journal of endodontics*. 1990; 16(11): 543-9.
- Gavini G, Caldeira CL, Akisue E, de Miranda Candeiro GT, Kawakami DAS. Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *Journal of endodontics*. 2012; 38(5): 684-7.
- George R, Meyers IA, Walsh LJ. Laser activation of endodontic irrigants with improved conical laser fiber tips for removing smear layer in the apical third of the root canal. *Journal of endodontics*. 2008; 34(12): 1524-7.

- Gharib SR, Tordik PA, Imamura GM, Baginski TA, Goodell GG. A confocal laser scanning microscope investigation of the epiphany obturation system. *Journal of endodontics*. 2007; 33(8): 957-61.
- Gilbert Jr BO, Rice RT. Re-treatment in endodontics. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1987; 64(3): 333-8.
- Giuliani V, Cocchetti R, Pagavino G. Efficacy of ProTaper universal retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. *Journal of endodontics*. 2008; 34(11): 1381-4.
- Good M-L, McCammon A. Removal of gutta-percha and root canal sealer: A literature review and an audit comparing current practice in dental schools. *Dental update*. 2012; 39(10): 703-8.
- Gorni FG, Gagliani MM. The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *Journal of endodontics*. 2004; 30(1): 1-4.
- Grover C, Shetty N. Methods to study root canal morphology: A review. *Endo (Lond Engl)*. 2012; 6(3): 171-82.
- Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XY. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *International endodontic journal*. 2008; 41(4): 288-95.
- Gutmann J, Rakusin H. Perspectives on root canal obturation with thermoplasticized injectable gutta-percha. *International endodontic journal*. 1987; 20(6): 261-70.
- Haapasalo M, Ørstavik D. In vitro infection and of dentinal tubules. *Journal of dental research*. 1987; 66(8): 1375-9.
- Halse A, Molven O. Overextended gutta-percha and Kloroperka N-ö root canal fillings: Radiographic findings after 10-17 years. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1987; 45(3): 171-7.
- Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. *Journal of endodontics*. 2008; 34(11): 1370-3.
- Hansen MG. Relative efficiency of solvents used in endodontics. *Journal of endodontics*. 1998; 24(1): 38-40.
- Harty F, Parkins B, Wengraf A. Success rate in root canal therapy. A retrospective study of conventional cases. *British Dental Journal*. 1970; 128(2): 65-70.
- Hassanloo A, Watson P, Finer Y, Friedman S. Retreatment efficacy of the Epiphany soft resin obturation system. *International endodontic journal*. 2007; 40(8): 633-43.
- Helvacioğlu-Yigit D, Yılmaz A, Kiziltas-Sendur G, Aslan O, Abbott P. Efficacy of reciprocating and rotary systems for removing root filling material: a micro-computed tomography study. *Scanning: The Journal of Scanning Microscopies*. 2014; 36(6): 576-81.
- Hess D, Solomon E, Spears R, He J. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. *Journal of endodontics*. 2011; 37(11): 1547-9.
- Hiltner RS, Kulild JC, Weller RN. Effect of mechanical versus thermal removal of gutta-percha on the quality of the apical seal following post space preparation. *Journal of endodontics*. 1992; 18(9): 451-4.
- Hoehn MM, Pink FE. Contemporary endodontic retreatments: an analysis based on clinical treatment findings. *Journal of endodontics*. 2002; 28(12): 834-6.
- Hooks TW, Adrian JC, Gross A, Bernier WE. Use of the carbon dioxide laser in sterilization of endodontic reamers. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1980; 49(3): 263-5.
- Horvath S, Altenburger M, Naumann M, Wolkewitz M, Schirrmeister J. Cleanliness of dentinal tubules following gutta-percha removal with and without solvents: a scanning electron microscopic study. *International endodontic journal*. 2009; 42(11): 1032-8.
- Hülsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *International endodontic journal*. 2004; 37(7): 468-76.

- Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic topics*. 2005; 10(1): 30-76.
- Hülsmann M, Stotz S. Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *International endodontic journal*. 1997; 30(4): 227-33.
- Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner JC. *Ingle's endodontics 6th ed*. United States of America: BC Decker. 2008: 342-5.
- Israel M, Rossmann JA, Froum SJ. Use of the carbon dioxide laser in retarding epithelial migration: a pilot histological human study utilizing case reports. *Journal of periodontology*. 1995; 66(3): 197-204.
- Iwu C, MacFarlane TW, MacKenzie D, Stenhouse D. The microbiology of periapical granulomas. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1990; 69(4): 502-5.
- Jain M, Singhal A, Gurtu A, Vinayak V. Influence of ultrasonic irrigation and chloroform on cleanliness of dentinal tubules during endodontic retreatment-an invitro SEM study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2015; 9(5): ZC11.
- Jaramillo D, Aprecio R, Angelov N, DiVito E, McClammy T. Efficacy of photon induced photoacoustic streaming (PIPS) on root canals infected with *Enterococcus faecalis*: A pilot study. *Endod Prac*. 2012; 5(3): 28-32.
- Jeng H-W, ElDeeb ME. Removal of hard paste fillings from the root canal by ultrasonic instrumentation. *Journal of endodontics*. 1987; 13(6): 295-8.
- Jiang S, Zou T, Li D, Chang JW, Huang X, Zhang C. Effectiveness of sonic, ultrasonic, and photon-induced photoacoustic streaming activation of NaOCl on filling material removal following retreatment in oval canal anatomy. *Photomedicine and laser surgery*. 2016; 34(1): 3-10.
- Johnson GM, Lee D, Regelman W, Gray E, Peters G, Quie P. Interference with granulocyte function by *Staphylococcus epidermidis* slime. *Infection and immunity*. 1986; 54(1): 13-20.
- Joiner HL, Canales ML, Carlos E. Temperature changes in thermoplasticized gutta-percha: a comparison of two ultrasonic units. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1989; 68(6): 764-9.
- Jorgensen B, Williamson A, Chu R, Qian F. The efficacy of the WaveOne reciprocating file system versus the ProTaper retreatment system in endodontic retreatment of two different obturating techniques. *Journal of endodontics*. 2017; 43(6): 1011-3.
- Julian J. *Principles and Practice of Laser Dentistry*. St. Louis, MO: Elsevier. 2011: 114-38.
- Karic V, Mulder R, Melman G. Cavity preparation using hard tissue lasers in operative dentistry. *South African Dental Journal*. 2017; 72(4): 180-3.
- Kaşıkcı Bilgi I, Köşeler İ, Güneri P, Hülsmann M, Çalışkan M. Efficiency and apical extrusion of debris: a comparative ex vivo study of four retreatment techniques in severely curved root canals. *International endodontic journal*. 2017; 50(9): 910-8.
- Keçeci D, Çelik D. Endodontide Akut Alevlenmeler (Flare-up). *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2004; 21(1): 61-9.
- Keleş A, Arslan H, Kamalak A, Akçay M, Sousa-Neto MD, Versiani MA. Removal of filling materials from oval-shaped canals using laser irradiation: a micro-computed tomographic study. *Journal of endodontics*. 2015; 41(2): 219-24.
- Kerekes K, Tronstad L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *Journal of endodontics*. 1979; 5(3): 83-90.
- Kesler G, Gal R, Kesler A, Koren R. Histological and scanning electron microscope examination of root canal after preparation with Er: YAG laser microprobe: a preliminary in vitro study. *Journal of clinical laser medicine & surgery*. 2002; 20(5): 269-77.
- Kfir A, Tsesis I, Yakirevich E, Matalon S, Abramovitz I. The efficacy of five techniques for removing root filling material: microscopic versus radiographic evaluation. *International endodontic journal*. 2012; 45(1): 35-41.

- 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. *Iranian endodontic journal*. 2013; 8(1): 6.
- Kim K-W, Cho K-M, Park S-H, Choi K-Y, Karabucak B, Kim J-W. A comparison of dimensional standard of several nickel-titanium rotary files. *Restorative dentistry & endodontics*. 2014; 39(1): 7-11.
- Koçak MM, Kocak S, Türker SA, Sağlam BC. Cleaning efficacy of reciprocal and rotary systems in the removal of root canal filling material. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2016; 19(2): 184.
- Kojima K, Inamoto K, Nagamatsu K *et al*. Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2004; 97(1): 95-9.
- Koppang HS, Koppang R, Solheim T, Aarnes H, Stølen SØ. Cellulose fibers from endodontic paper points as an etiological factor in postendodontic periapical granulomas and cysts. *Journal of endodontics*. 1989; 15(8): 369-72.
- 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. *International endodontic journal*. 2006; 39(1): 48-54.
- Ladley RW, Campbell AD, Hicks ML, Li S-H. Effectiveness of halothane used with ultrasonic or hand instrumentation to remove gutta-percha from the root canal. *Journal of endodontics*. 1991; 17(5): 221-4.
- Latheef AA, Miglani R, Indira R, Kader MA, Nasim VS, Shamsuddin SV. Effect of passive ultrasonic irrigation on the cleanliness of dentinal tubules in non-surgical endodontic retreatment with and without solvent: a scanning electron microscope study. *Journal of International Oral Health*. 2016; 8(7): 753.
- Licata M, Albanese A, Campisi G, Geraci D, Russo R, Gallina G. Effectiveness of a new method of disinfecting the root canal, using Er, Cr: YSGG laser to kill *Enterococcus faecalis* in an infected tooth model. *Lasers in medical science*. 2015; 30(2): 707-12.
- Lin LM, Rosenberg PA, Lin J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? *The Journal of the American Dental Association*. 2005; 136(2): 187-93.
- Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. *Journal of endodontics*. 1992; 18(12): 625-7.
- Lin S, Liu Q, Peng Q, Lin M, Zhan Z, Zhang X. The ablation threshold of Er: YAG laser and Er, Cr: YSGG laser in dental dentin. *Scientific Research and Essays*. 2010; 5(16): 2128-35.
- Lipski M, Woźniak K. In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperature rises during thermafil retreatment using system B. *Journal of endodontics*. 2003; 29(6): 413-5.
- Lloyd A, Uhles JP, Clement DJ, Garcia-Godoy F. Elimination of intracanal tissue and debris through a novel laser-activated system assessed using high-resolution micro-computed tomography: a pilot study. *Journal of endodontics*. 2014; 40(4): 584-7.
- Lomcali G, Şen B, Çankaya H. Scanning electron microscopic observations of apical root surfaces of teeth with apical periodontitis. *Dental Traumatology*. 1996; 12(2): 70-6.
- Love R, Jenkinson H. Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. *Critical reviews in oral biology & medicine*. 2002; 13(2): 171-83.
- Ma J, Al-Ashaw AJ, Shen Y *et al*. Efficacy of ProTaper Universal Rotary Retreatment System for Gutta-percha Removal from Oval Root Canals: A Micro-Computed Tomography Study. *Journal of endodontics*. 2012; 38(11): 1516-20.
- Macedo R, Wesselink P, Zaccheo F, Fanali D, Van Der Sluis L. Reaction rate of NaOCl in contact with bovine dentine: effect of activation, exposure time, concentration and pH. *International endodontic journal*. 2010; 43(12): 1108-15.

- Madani ZS, Simdar N, Moudi E, Bijani A. CBCT evaluation of the root canal filling removal using D-RaCe, ProTaper retreatment kit and hand files in curved canals. *Iranian endodontic journal*. 2015; 10(1): 69.
- Maiti N, Kumar U, Mukherjee S. Evaluation of four different retreatment files in root canal retreatment using digital imaging software & stereomicroscope. *Guident*. 2014; 7(10).
- Marceliano-Alves MF, Sousa JCN, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira Jr JF. 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. *Journal of endodontics*. 2016; 42(7): 1114-9.
- Marfisi K, Mercade M, Plotino G, Duran-Sindreu F, Bueno R, Roig M. Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and Resilon from root canals. *International endodontic journal*. 2010; 43(11): 1022-8.
- Martos J, Bassotto A, González-Rodríguez M, Ferrer-Luque C. Dissolving efficacy of eucalyptus and orange oil, xylol and chloroform solvents on different root canal sealers. *International endodontic journal*. 2011; 44(11): 1024-8.
- Marwah N (2018) *Textbook of pediatric dentistry*: JP Medical Ltd.
- Masiero A, Barletta F. Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *International endodontic journal*. 2005; 38(1): 2-7.
- Matsumoto H, Yoshimine Y, Akamine A. Visualization of irrigant flow and cavitation induced by Er:YAG laser within a root canal model. *Journal of endodontics*. 2011; 37(6): 839-43.
- Mittal N, Jain J. Spiral computed tomography assessment of the efficacy of different rotary versus hand retreatment system. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2014; 17(1): 8.
- Molander A, Reit C, Dahlen G, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *International endodontic journal*. 1998; 31(1): 1-7.
- Morse DR, Wolfson E, Schacterle GR. Nonsurgical repair of electrophoretically diagnosed radicular cysts. *Journal of endodontics*. 1975; 1(5): 158-63.
- Möller A. Microbiological examination of root canals and periapical tissues of human teeth. *Methodological studies*. *Odontologisk tidskrift*. 1966; 74(5): Suppl: 1-380.
- Mukherjee CG, Mukhopadhyay M, Mukherjee U. Unusual Endodontic Treatment: A Surprise. *International Journal of Dental Health Concerns*. 2015; 1(1): 1-4.
- Muller GG, Schonhofen AP, Mora PMPK, Grecca FS, So MVR, Bodanezi A. Efficacy of an organic solvent and ultrasound for filling material removal. *Brazilian dental journal*. 2013; 24(6): 585-90.
- Nair P. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *International endodontic journal*. 2006; 39(4): 249-81.
- Nair P, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2005; 99(2): 231-52.
- Nair P, Sjögren U, Schumacher E, Sundqvist G. Radicular cyst affecting a root-filled human tooth: a long-term post-treatment follow-up. *International endodontic journal*. 1993; 26(4): 225-33.
- Nair P, Sjögren U, Sundqvist G. Cholesterol crystals as an etiological factor in non-resolving chronic inflammation: an experimental study in guinea pigs. *European Journal of Oral Sciences*. 1998; 106(2 Pt 1): 644-50.
- Nair PR. Light and electron microscopic studies of root canal flora and periapical lesions. *Journal of endodontics*. 1987; 13(1): 29-39.
- Nair PR. Cholesterol as an aetiological agent in endodontic failure a review. *Australian Endodontic Journal*. 1999; 25(1): 19-26.

- Nair PR, Pajarola G, Schroeder HE. Types and incidence of human periapical lesions obtained with extracted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1996; 81(1): 93-102.
- Nair PR, Schroeder HE. Periapical actinomycosis. *Journal of endodontics*. 1984; 10(12): 567-70.
- Nair PR, Sjögren U, Krey G, Kahnberg K-E, 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. *Journal of endodontics*. 1990; 16(12): 580-8.
- Nair PR, Sjögren U, Krey G, Sundqvist G. Therapy-resistant foreign body giant cell granuloma at the periapex of a root-filled human tooth. *Journal of endodontics*. 1990; 16(12): 589-95.
- Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature—Part 2. Influence of clinical factors. *International endodontic journal*. 2008; 41(1): 6-31.
- Nina L, Ether S, Oliveira E, Paulo S. Evaluation of the properties of gutta-percha solvents. I. Evaluation of the effects of gutta-percha solvents used in endodontics. *Quintessencia*. 1980; 7(9): 27-32.
- Nunes VH, Silva RG, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT. Adhesion of Epiphany and AH Plus sealers to human root dentin treated with different solutions. *Brazilian dental journal*. 2008; 19(1): 46-50.
- Olivi G, DiVito EE (2016) Advanced Laser-Activated Irrigation: PIPS™ Technique and Clinical Protocols. *Lasers in Endodontics*, pp. 219-91: Springer.
- Olsson B, Wennberg A. Early tissue reaction to endodontic filling materials. *Dental Traumatology*. 1985; 1(4): 138-41.
- Ordinola-Zapata R, Bramante C, Apécio R, Handysides R, Jaramillo D. Biofilm removal by 6% sodium hypochlorite activated by different irrigation techniques. *International endodontic journal*. 2014; 47(7): 659-66.
- Ørstavik D, Mjör IA. Usage test of four endodontic sealers in *Macaca fascicularis* monkeys. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1992; 73(3): 337-44.
- Oyama KON, Siqueira EL, Santos Md. In vitro study of effect of solvent on root canal retreatment. *Brazilian dental journal*. 2002; 13(3): 208-11.
- Özyürek T, Demiryürek EÖ. Efficacy of different nickel-titanium instruments in removing gutta-percha during root canal retreatment. *Journal of endodontics*. 2016; 42(4): 646-9.
- Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. *Journal of endodontics*. 2010; 36(4): 703-7.
- Parsek MR, Singh PK. Bacterial biofilms: an emerging link to disease pathogenesis. *Annual Reviews in Microbiology*. 2003; 57(1): 677-701.
- Pedullà E, Abiad R, Conte G *et al*. Retreatability of two hydraulic calcium silicate-based root canal sealers using rotary instrumentation with supplementary irrigant agitation protocols: a laboratory-based micro-computed tomographic analysis. *International endodontic journal*. 2019; 52(9): 1377-87.
- Pereira CdC, De Oliveira EPM, Gomes MS *et al*. Comparative in vivo analysis of the sealing ability of three endodontic sealers in dog teeth after post-space preparation. *Australian Endodontic Journal*. 2007; 33(3): 101-6.
- Peters L, Wesselink P, Moorer W. The fate and the role of bacteria left in root dentinal tubules. *International endodontic journal*. 1995; 28(2): 95-9.
- Peters MD, Godfrey CM, Khalil H, McInerney P, Parker D, Soares CB. Guidance for conducting systematic scoping reviews. *JBI Evidence Implementation*. 2015; 13(3): 141-6.
- Peters OA, Barbakow F, Peters CI. An analysis of endodontic treatment with three nickel-titanium rotary root canal preparation techniques. *International endodontic journal*. 2004; 37(12): 849-59.

- Peters OA, Bardsley S, Fong J, Pandher G, DiVito E. Disinfection of root canals with photon-initiated photoacoustic streaming. *Journal of endodontics*. 2011; 37(7): 1008-12.
- Plotino G, Ahmed HMA, Grande NM, Cohen S, Bukiet F. Current assessment of reciprocation in endodontic preparation: a comprehensive review—part II: properties and effectiveness. *Journal of endodontics*. 2015; 41(12): 1939-50.
- Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Collado-Castellano N, Manzano-Saiz A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*. 2019; 24(3): e364.
- Rached-Junior F, Sousa-Neto M, Bruniera J, Duarte M, Silva-Sousa Y. Confocal microscopy assessment of filling material remaining on root canal walls after retreatment. *International endodontic journal*. 2014; 47(3): 264-70.
- Rached-Júnior F, Sousa-Neto M, Bruniera J, Duarte M, Silva-Sousa Y. Confocal microscopy assessment of filling material remaining on root canal walls after retreatment. *International endodontic journal*. 2014; 47(3): 264-70.
- Ravi S, Nageswar R, Swapna H, Sreekant P, Ranjith M, Mahidhar S. Epiphany sealer penetration into dentinal tubules: Confocal laser scanning microscopic study. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2014; 17(2): 179.
- Ray H, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *International endodontic journal*. 1995; 28(1): 12-8.
- Rechenberg DK, Paqué F. Impact of cross-sectional root canal shape on filled canal volume and remaining root filling material after retreatment. *International endodontic journal*. 2013; 46(6): 547-55.
- Reddy N, Admala SR, Dinapadu S, Pasari S, Reddy MP, Rao MR. Comparative analysis of efficacy and cleaning ability of hand and rotary devices for gutta-percha removal in root canal retreatment: an in vitro study. *The journal of contemporary dental practice*. 2013; 14(4): 635.
- Ricucci D, Siqueira Jr JF. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *Journal of endodontics*. 2010; 36(8): 1277-88.
- Ring J, Murray PE, Namerow KN, Moldauer BI, Garcia-Godoy F. Removing root canal obturation materials: a comparison of rotary file systems and re-treatment agents. *The Journal of the American Dental Association*. 2009; 140(6): 680-8.
- Roggendorf M, 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 NiTi instruments. *International endodontic journal*. 2010; 43(3): 200-9.
- Rosa RAd, Santini MF, Cavenago BC, Pereira JR, Duarte MAH, Só MVR. Micro-CT evaluation of root filling removal after three stages of retreatment procedure. *Brazilian dental journal*. 2015; 26: 612-8.
- Rossi-Fedele G, Ahmed HMA. Assessment of root canal filling removal effectiveness using micro-computed tomography: a systematic review. *Journal of endodontics*. 2017; 43(4): 520-6.
- Rödig T, Kupis J, Konietschke F, Dullin C, Drebenstedt S, Hülsmann M. Comparison of hand and rotary instrumentation for removing gutta-percha from previously treated curved root canals: a microcomputed tomography study. *International endodontic journal*. 2014; 47(2): 173-82.
- Rödig T, Reicherts P, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of reciprocating and rotary NiTi instruments for retreatment of curved root canals assessed by micro-CT. *International endodontic journal*. 2014; 47(10): 942-8.
- Ruddle CJ. Nickel-Titanium Rotary Instruments: Current Concepts For Preparing The Root Canal System. *Australian Endodontic Journal*. 2003; 29(2): 87-98.
- Saad AY, Al-Hadlaq SM, Al-Katheeri NH. Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of gutta-percha during root canal retreatment. *Journal of endodontics*. 2007; 33(1): 38-41.
- Sae-Lim V, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of ProFile. 04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *Journal of endodontics*. 2000; 26(2): 100-4.

- Sağlam BC, Koçak MM, Türker SA, Koçak S. Efficacy of different solvents in removing gutta-percha from curved root canals: a micro-computed tomography study. *Australian Endodontic Journal*. 2014; 40(2): 76-80.
- Sakellariou P. Periapical actinomycosis: report of a case and review of the literature. *Dental Traumatology*. 1996; 12(3): 151-4.
- Salehrabi R, Rotstein I. Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study. *Journal of endodontics*. 2004; 30(12): 846-50.
- Salgado KR, De Castro RF, Prado MC, Brandão GA, Da Silva JM, Da Silva EJNL. Cleaning ability of irrigants and orange oil solvent combination in the removal of root canal filling materials. *European endodontic journal*. 2019; 4(1): 33.
- San Chong B (2019) *Managing endodontic failure in practice*: Quintessence Publishing Company Limited.
- Saunders W, Saunders E. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Dental Traumatology*. 1994; 10(3): 105-8.
- Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*. 1974; 18: 269-96.
- Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Journal of endodontics*. 2006; 32(4): 281-90.
- Schirrmeyer JF, Wrbas K-T, Meyer KM, Altenburger MJ, Hellwig E. Efficacy of different rotary instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Journal of endodontics*. 2006; 32(5): 469-72.
- Schirrmeyer JF, Wrbas K-T, 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 Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2006; 101(4): 542-7.
- Schoop U, Kluger W, Moritz A, Nedjelic N, Georgopoulos A, Sperr W. Bactericidal effect of different laser systems in the deep layers of dentin. *Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery*. 2004; 35(2): 111-6.
- Seltzer S, Bender I, Smith J, Freedman I, Nazimov H. Endodontic failure an analysis based on clinical, roentgenographic, and histologic findings: part I. Oral surgery, oral medicine, oral pathology. 1967; 23(4): 500-16.
- Silva EJNL, Orlowsky NB, Herrera DR, Machado R, Krebs RL, Coutinho-Filho TdS. Effectiveness of rotary and reciprocating movements in root canal filling material removal. *Brazilian oral research*. 2015; 29(1): 01-6.
- Simon JH. Incidence of periapical cysts in relation to the root canal. *Journal of endodontics*. 1980; 6(11): 845-8.
- Simsek N, Keles A, Ahmetoglu F, Ocak MS, Yologlu S. Comparison of different retreatment techniques and root canal sealers: a scanning electron microscopic study. *Brazilian oral research*. 2014; 28: 1-7.
- Siqueira JF, Rôças I, Lopes H (2011) *Treatment of endodontic infections*: Quintessence London.
- Siqueira Jr JF. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *International endodontic journal*. 2001; 34(1): 1-10.
- Siqueira Jr JF. Endodontic infections: concepts, paradigms, and perspectives. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2002; 94(3): 281-93.
- Siqueira Jr JF, Araujo M, Garcia PF, Fraga RC, Dantas C. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *Journal of endodontics*. 1997; 23(8): 499-502.
- Siqueira Jr JF, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *Journal of endodontics*. 2008; 34(11): 1291-301. e3.

- Siqueira Jr JF, Roças IN, Lopes HP, de Uzeda M. Coronal leakage of two root canal sealers containing calcium hydroxide after exposure to human saliva. *Journal of endodontics*. 1999; 25(1): 14-6.
- Sjögren U. Success and failure in endodontics. *Australian Endodontic Newsletter*. 1996; 22(2): 26-.
- Sjögren U, Häggglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of endodontics*. 1990; 16(10): 498-504.
- Sjögren U, Happonen R, Kahnberg K, Sundqvist G. Survival of *Arachnia propionica* in periapical tissue. *International endodontic journal*. 1988; 21(4): 277-82.
- Sjögren U, Sundqvist G, Nair PR. Tissue reaction to gutta-percha particles of various sizes when implanted subcutaneously in guinea pigs. *European Journal of Oral Sciences*. 1995; 103(5): 313-21.
- Smith C, Setchell D, Harty F. Factors influencing the success of conventional root canal therapy a five-year retrospective study. *International endodontic journal*. 1993; 26(6): 321-33.
- 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. *Journal of endodontics*. 2008; 34(4): 466-9.
- Song M, Kim H-C, Lee W, Kim E. Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *Journal of endodontics*. 2011; 37(11): 1516-9.
- Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment case selection and technique. Part 2: treatment planning for retreatment. *Journal of endodontics*. 1988; 14(12): 607-14.
- Stern RH, Vahl J, Sognnaes RF. Lased enamel: ultrastructural observations of pulsed carbon dioxide laser effects. *Journal of dental research*. 1972; 51(2): 455-60.
- Stropko JJ. Canal morphology of maxillary molars: clinical observations of canal configurations. *Journal of endodontics*. 1999; 25(6): 446-50.
- Sundqvist G (1976) Bacteriological studies of necrotic dental pulps: Umeå University.
- Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1998; 85(1): 86-93.
- Şahinkesen GDHB. Endodontide" retreatment. *Gülhane TD*. 2006; 48: 59-61.
- Tabassum S, Khan FR. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *European journal of dentistry*. 2016; 10(1): 144.
- Tachinami H, Katsuumi I. Removal of root canal filling materials using Er: YAG laser irradiation. *Dental materials journal*. 2010: 1005180017-.
- Takahashi CM, Cunha RS, De Martin AS, Fontana CE, Silveira CFM, 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. *Journal of endodontics*. 2009; 35(11): 1580-3.
- Tamse A, Unger U, Metzger Z, Rosenberg M. Gutta-percha solvents a comparative study. *Journal of endodontics*. 1986; 12(8): 337-9.
- Tanushri NM, Naeem A, Taseer B, Ashish C. Lasers power in dentistry-A boon. *Int J Multidiscip Res Develop*. 2015; 2(6): 36-40.
- Taşdemir T, Er K, Yildirim T, Celik D. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. *International endodontic journal*. 2008; 41(3): 191-6.
- Taşdemir T, Yildirim T, Çelik D. Comparative study of removal of current endodontic fillings. *Journal of endodontics*. 2008; 34(3): 326-9.
- Taylor JK, Jeansonne BG, Lemon RR. Coronal leakage: effects of smear layer, obturation technique, and sealer. *Journal of endodontics*. 1997; 23(8): 508-12.
- Thompson S. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *International endodontic journal*. 2000; 33(4): 297-310.

- Torabinejad M. The role of immunological reactions in apical cyst formation and the fate of epithelial cells after root canal therapy: a theory. *International journal of oral surgery*. 1983; 12(1): 14-22.
- Torabinejad M, Anderson P, Bader J *et al*. Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partial dentures, and extraction without replacement: a systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2007; 98(4): 285-311.
- Torabinejad M, Corr R, Handysides R, Shabahang S. Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *Journal of endodontics*. 2009; 35(7): 930-7.
- Torabinejad M, Goodacre CJ. Endodontic or dental implant therapy. *Oral Surg-Oral Med-Oral Pathol-Oral Radiol-Endod*. 2012; 96(3): 321-6.
- Tronstad L. Endodontic examination and diagnosis. Tronstad L *Clinical Endodontics. A Textbook*, 2nd edn. Stuttgart: Thieme. 2003: 76-83.
- Tronstad L, Asbjørnsen K, Doving L, Pedersen I, Eriksen H. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Dental Traumatology*. 2000; 16(5): 218-21.
- Tronstad L, Barnett F, Cervone F. Periapical bacterial plaque in teeth refractory to endodontic treatment. *Dental Traumatology*. 1990; 6(2): 73-7.
- Tronstad L, Barnett F, Riso K, Slots J. Extraradicular endodontic infections. *Dental Traumatology*. 1987; 3(2): 86-90.
- Uysal AGDD, Güler Ç. Diş hekimliğinde lazer: bir literatür derlemesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2012; 2012(Supplement 6).
- Üstün Y, Topçuoğlu H, Düzgün S, Kesim B. The effect of reciprocation versus rotational movement on the incidence of root defects during retreatment procedures. *International endodontic journal*. 2015; 48(10): 952-8.
- v. Wintzingerode F, Göbel UB, Stackebrandt E. Determination of microbial diversity in environmental samples: pitfalls of PCR-based rRNA analysis. *FEMS microbiology reviews*. 1997; 21(3): 213-29.
- van der Sluis LW, Vogels MP, Verhaagen B, Macedo R, Wesselink PR. Study on the influence of refreshment/activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. *Journal of endodontics*. 2010; 36(4): 737-40.
- Vickers NJ. Animal communication: when i'm calling you, will you answer too? *Current biology*. 2017; 27(14): R713-R5.
- Viducic D, Jukic S, Karlovic Z, Bozic Z, Miletic I, Anic I. Removal of gutta-percha from root canals using an Nd: YAG laser. *International endodontic journal*. 2003; 36(10): 670-3.
- Vidučić D, Jukic S, Karlovic Z, Bozic Z, Miletic I, Anic I. Removal of gutta-percha from root canals using an Nd: YAG laser. *International endodontic journal*. 2003; 36(10): 670-3.
- Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *Journal of endodontics*. 1988; 14(7): 346-51.
- Walsh L. The current status of laser applications in dentistry. *Australian dental journal*. 2003; 48(3): 146-55.
- Wayman BE, Murata SM, Almeida RJ, Fowler CB. A bacteriological and histological evaluation of 58 periapical lesions. *Journal of endodontics*. 1992; 18(4): 152-5.
- Webber J, Machtou P, Pertot W, Kuttler S, Ruddle C, West J. The WaveOne single-file reciprocating system. *Roots*. 2011; 1(1): 28-33.
- Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *Journal of endodontics*. 1975; 1(8): 255-62.
- Weis MV, Parashos P, Messer H. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *International endodontic journal*. 2004; 37(10): 653-63.
- Wennberg A, Orstavik D. Evaluation of alternatives to chloroform in endodontic practice. *Dental Traumatology*. 1989; 5(5): 234-7.

- Whitworth J. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endodontic topics*. 2005; 12(1): 2-24.
- Wilcox LR. Endodontic retreatment: ultrasonics and chloroform as the final step in reinstrumentation. *Journal of endodontics*. 1989; 15(3): 125-8.
- Wilcox LR. Thermafil retreatment with and without chloroform solvent. *Journal of endodontics*. 1993; 19(11): 563-6.
- Wilcox LR. Endodontic retreatment with halothane versus chloroform solvent. *Journal of endodontics*. 1995; 21(6): 305-7.
- Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B. Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. *Journal of endodontics*. 1987; 13(9): 453-7.
- Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S. Clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. *Journal of endodontics*. 2002; 28(6): 477-9.
- Wong R. Conventional endodontic failure and retreatment. *Dental Clinics*. 2004; 48(1): 265-89.
- Wu CS, Hu SCS, Lan CCE, Chen GS, Chuo WH, Yu HS. Low-energy helium-neon laser therapy induces repigmentation and improves the abnormalities of cutaneous microcirculation in segmental-type vitiligo lesions. *The Kaohsiung journal of medical sciences*. 2008; 24(4): 180-9.
- Xu L-l, Zhang L, Zhou X-d, Wang R, Deng Y-h, Huang D-m. Residual filling material in dentinal tubules after gutta-percha removal observed with scanning electron microscopy. *Journal of endodontics*. 2012; 38(3): 293-6.
- Zakariasen K, Dederich D. Dental lasers and science. *Journal (Canadian Dental Association)*. 1991; 57(7): 570-3.
- Zanettini PR, Barletta FB, de Mello Rahde N. In vitro comparison of different reciprocating systems used during endodontic retreatment. *Australian Endodontic Journal*. 2008; 34(3): 80-5.
- Zarei M, Shahrami F, Vatanpour M. Comparison between gutta-percha and Resilon retreatment. *Journal of oral science*. 2009; 51(2): 181-5.
- Zhou H-m, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng Y-f, Haapasalo M. Mechanical properties of controlled memory and superelastic nickel-titanium wires used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *Journal of endodontics*. 2012; 38(11): 1535-40.
- Zmener O, Pameijer C, Banegas G. Retreatment efficacy of hand versus automated instrumentation in oval-shaped root canals: an ex vivo study. *International endodontic journal*. 2006; 39(7): 521-6.
- Zuolo A, Mello Jr J, Cunha R, Zuolo M, Bueno C. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *International endodontic journal*. 2013; 46(10): 947-53.

## 11. EKLER



NECMETTİN ERBAKAN  
ÜNİVERSİTESİ  
ETİK KURULLAR

T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: 2020/02-14

05.11.2020

**Sayın Dr. Öğr. Üyesi Arslan TERLEMEZ**

*Kurulumuzun 05.11.2020 tarih ve 2020/02-14 sayılı toplantısında, yürütücüsü olduğunuz "Retreatment tedavisinle döner eğe sistemlerinin kloroformun ve foton indüklü fotoakustik dalgalanmanın (PIPS) kök kanallarında kalan artık dolgu maddesini çıkarmadaki etkinliğinin değerlendirilmesi" başlıklı projenin bilimsel etik açıdan uygun olduğuna karar verildi.*

*Saygılarımla.*

**Prof. Dr. Bozkurt Kubilay IŞIK**

NEÜ Diş Hekimliği Fakültesi

İlaç Ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik  
Kurulu Başkanı