





**T. C.  
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI KİNEMATİK HAREKETLERLE  
KULLANILAN EĞE SİSTEMLERİNİN  
KANAL  
DOLGUSU YENİLENMESİ VE APİKALDEN  
DEBRİS VE SIVI TAŞMASI ÜZERİNE  
ETKİSİ**

**Dt. Tuğba KOŞAR**

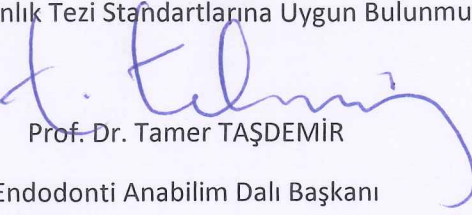
**UZMANLIK TEZİ**

**Doç. Dr. Davut ÇELİK**

**TRABZON- 2018**

ONAY SAYFASI

Bu Tez Uzmanlık Tezi Standartlarına Uygun Bulunmuştur.

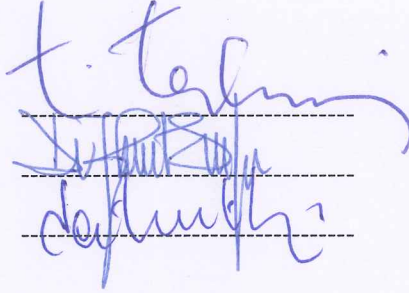
  
Prof. Dr. Tamer TAŞDEMİR  
Endodonti Anabilim Dalı Başkanı

Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Anabilim Dalı Uzmanlık öğrencisi Dt. Tuğba KOŞAR'ın hazırladığı "Farklı Kinematik Hareketlerle Kullanılan Eğe Sistemlerinin Kanal Dolgusu Yenilenmesi ve Apikalden Debris ve Sıvı Taşması Üzerine Etkisi" başlıklı tez Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca kapsam ve bilimsel kalite yönünden değerlendirilerek oy birliği ile Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri üyesi Prof. Dr. Tamer TAŞDEMİR

Jüri üyesi Prof. Dr. Ahmet SERPER

Danışman Doç. Dr. Davut ÇELİK



Bu tez KTÜ Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nın 14./05./2018 tarih ve 32 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

  
Prof. Dr. Polat KOŞUCU

DEKAN

MAYIS-2018

TRABZON

## BEYAN

Bu tez çalışmasının KTÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzu standartlarına uygun olarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, tezimin BAP koordinasyon birimi tarafından TDH-2018-7186 proje kodu ile desteklendiğini beyan ederim.

2018

TUĞBA KOŞAR

(İmza)

## **İthaf**

Bugünlere gelmemde en büyük paya sahip olan ve beni yetiştirip bugünlere getiren  
sevgili annem ve babama ithaf ediyorum...



## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince tüm bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan, beni cesaretlendirerek ufkumu genişleten, tezim aşamasında sabrını, hoşgörüsünü ve desteğini bu sürecin her aşamasında bana hissettiren, kendime örnek aldığım ve öğrencisi olduğum için kendimi her daim şanslı hissettiğim sevgili danışman hocam Doç. Dr. Davut ÇELİK'e,

Tezim süresince değerli bilgilerini benden esirgemeyen tez süreci boyunca fikir ve önerileri ile bana destek olup eğitimime büyük katkıda bulunan değerli hocam Prof. Dr. Tamer TAŞDEMİR'e,

Bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım ayrıca tez jürimde de bulunan Prof. Dr. Ahmet SERPER'e,

Tezimin deney aşamasındaki katkıları için Recep Tayyip Erdoğan Dış Hekimliği Fakültesi Dekanı sayın Prof. Dr. Zeynep YEŞİL DUYMUŞ'a,

Hayatta iyi ki tanıdım dediğim, tez ve uzmanlık aşamamdaki diğer yarım, can yoldaşım, kardeşim Endodonti Uzmanı Dt. Ayşe Tuba ÖZALP KOCA'ya, manevi destekçim Dt. Emine Cansu GENÇ'e, tezimin ikinci aşamasında en büyük yardımcım Dr. Öğr. Üyesi Banu ARICIOĞLU'na, tez dönemimde beni hep destekleyen Dt. Ayça OLGUN ve tayfası'na, Trabzon'u güzelleştiren Oral Diagnoz ve Radyoloji Uzm. Dt. Dilara Nil TOMRUKÇU'ya, klinik yoldaşım Dt. Sinem ESEN MUTLU'ya, başta Stj. Dt. Merve TEMEL olmak üzere KTÜ Dış Hekimliği stajyerlerine,

Uzmanlık hayatım boyunca beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum Endodonti AD'daki tüm asistan arkadaşlarıma, başta Yeşim Yılmaz AYDIN olmak üzere tüm endodonti bölümü personellerimize,

Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne, hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen aileme,

Tüm kalbimle sonsuz saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Arş. Gör. Dt. Tuğba KOŞAR

**İÇİNDEKİLER**

	<b>Sayfa</b>
<b>KABUL VE ONAY</b>	
<b>BEYAN</b>	
<b>TEŞEKKÜR</b>	
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>vi</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b>	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b>	<b>x</b>
<b>RESİMLER DİZİNİ</b>	<b>xi</b>
<b>KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ</b>	<b>xiv</b>
<b>1.ÖZET</b>	<b>1</b>
<b>2.SUMMARY</b>	<b>3</b>
<b>3.GİRİŞ VE AMAÇ</b>	<b>5</b>
<b>4.GENEL BİLGİLER</b>	<b>8</b>
4.1. Kök Kanal Tedavisi	8
4.2. Kök Kanal Tedavisi Başarı Ölçütleri	8
4.3. Kök Kanal Tedavisinde Başarısızlık Nedenleri	11
4.4. Kök Kanal Dolgusu Yenileme	14
4.5. Kök Kanal Dolgusu Yenileme Aşamaları	14
4.5.1. Koronal Restorasyonun Uzaklaştırılması	14
4.5.2. Kök Kanalına Girişin Sağlanması (Post Sökümü)	15
4.5.3. Kök Kanal Dolgu Materyalinin Boşaltılması	16
4.5.3.1. Patların ve Simanların Uzaklaştırılması	16
4.5.3.1.1. Yumuşak Kanal Patlarının Kök Kanalından Uzaklaştırılması	16

4.5.3.1.2. Sert Kanal Patlarının Kök Kanalından Uzaklaştırılması	16
4.5.3.2. Güta Perkanın Uzaklaştırılması	18
4.5.3.2.1. Güta Perkanın Fiziksel ve Mekanik Yöntemlerle Kök Kanalından Uzaklaştırılması	18
4.5.3.2.2. Güta Perkanın Kimyasal Yöntemlerle Kök Kanalından Uzaklaştırılması	20
4.6. Çalışmamızda Kullanılan Kinematik Hareketler	22
4.6.1. Rotasyon Hareketi	22
4.6.2. Resiprokasyon Hareketi	23
4.6.3. Adaptif Hareket	23
4.7. Çalışmamızda Kullanılan Güncel Eğe Sistemleri	24
4.7.1. Endo-Eze Genius	24
4.7.2. ProTaper Next	25
4.7.3. Reciproc Blue	29
4.7.4. Tango-Endo	32
4.7.5. Twisted File Adaptive	33
4.8. Kök Kanal Dolgusu Yenileme Sırasında Apikalden Taşan Debris ve Sıvı Miktarını Değerlendiren Yöntemler	35
4.9. Kök Kanal Dolgusu Yenileme Etkinliğini Değerlendiren Yöntemler	38
<b>5.GEREÇ VE YÖNTEM</b>	<b>45</b>
5.1. Örneklerin Seçilmesi ve Hazırlanması	45
5.2. Kök Kanallarının Preparasyonu ve İrrigasyonu	47
5.3. Kök Kanallarının Doldurulması	49
5.4. Deney Düzenineğinin Hazırlanması	52
5.5. Kök Kanallarının Sökülmesi	54



5.6. Kanal Dolgusu Yenileme Sırasında Apikalden Taşan Debris ve Sıvı Miktarının İncelenmesi	63
5.7. Kanal Dolgusu Yenileme Sırasında Geçen Sürenin İncelenmesi	64
5.8. Prosedürel Hatalar	65
5.9. Kanal Dolgusu Yenileme Sonrası Geriye Kalan Dolgu Miktarının İncelenmesi	65
5.10. İstatistiksel Değerlendirme	69
<b>6.BULGULAR</b>	<b>70</b>
6.1. Kanal Dolgusu Yenileme Sırasında Geçen Süre	70
6.1.1. Çalışma Boyuna Ulaşana Kadarki Süre (t1)	70
6.1.2. Kanalların Tamamen Temizlendiği Toplam Süre (t1+t2)	71
6.2. Geriye Kalan Dolgu Miktarı	72
6.2.1. Kanalların Apikal Üçlüsünde Geriye Kalan Kök Kanal Dolgu Miktarı	72
6.2.2. Kanalların Orta Üçlüsünde Geriye Kalan Kök Kanal Dolgu Miktarı	73
6.2.3. Kanalların Koronal Üçlüsünde Geriye Kalan Kök Kanal Dolgu Miktarı	74
6.2.4. Kanalların Toplam Alanı Hesaba Katıldığında Geriye Kalan Kök Kanal Dolgu Miktarı	76
6.2.5. Kullanılan NiTi Sistemlere Bakılmaksızın Kanalların Bölgelerine Göre Geriye Kalan Kök Kanal Dolgu Miktarı	77
6.3. Apikalden Taşan Debris ve Sıvı Miktarı	78
6.4. Apikalden Taşan Debris Miktarı	79
6.5. Prosedürel Hatalar	80
<b>7.TARTIŞMA</b>	<b>81</b>
<b>8.SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>111</b>
<b>9.KAYNAKLAR</b>	<b>112</b>
<b>10.ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>132</b>

**TABLULAR DİZİNİ**

<b>Tablo</b>		<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 1.</b>	Çalışma boyunca ulaşılan kadarki süre (sn)	70
<b>Tablo 2.</b>	Kanalların tamamen temizlendiği toplam süre (sn)	72
<b>Tablo 3.</b>	Kanalların apikal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)	73
<b>Tablo 4.</b>	Kanalların orta üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)	74
<b>Tablo 5.</b>	Kanalların koronal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)	75
<b>Tablo 6.</b>	Kanalların toplam alanı hesaba katıldığında geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)	76
<b>Tablo 7.</b>	Kullanılan NiTi sistemlere bakılmaksızın kanalların bölgelerine göre geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)	77
<b>Tablo 8.</b>	Apikalden taşan debris ve sıvı miktarı (gr)	78
<b>Tablo 9.</b>	Apikalden taşan debris miktarı (gr)	79

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

<b>Şekil</b>		<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 1.</b>	Kanalların eğimlerinin saptanması	46
<b>Şekil 2.</b>	Çalışma boyuna ulaşana kadarki süre (sn)	71
<b>Şekil 3.</b>	Kanalların tamamen temizlendiği toplam süre (sn)	72
<b>Şekil 4.</b>	Kanalların apikal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)	73
<b>Şekil 5.</b>	Kanalların orta üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)	74
<b>Şekil 6.</b>	Kanalların koronal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)	75
<b>Şekil 7.</b>	Kanalların toplam alanı hesaba katıldığında geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)	77
<b>Şekil 8.</b>	Kullanılan NiTi sistemlere bakılmaksızın kanalların bölgelerine göre geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)	78
<b>Şekil 9.</b>	Apikalden taşan debris ve sıvı miktarı (gr)	79
<b>Şekil 10.</b>	Apikalden taşan debris miktarı (gr)	80

## RESİMLER DİZİNİ

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
<b>Resim 1.</b> Endo-Eze Genius 30/08, 25/04, 30/04, 35/04, 40/04, 50/04 eğeleri	24
<b>Resim 2.</b> Endo-Eze Genius ege sisteminin enine kesiti ve uç görüntüsü	25
<b>Resim 3.</b> ProTaper Next ege sistemi X1 Shaping (17/04), X2 Shaping (25/06), X3 Optional (30/07), X4 Optional(40/06), X5 Optional (50/06)	26
<b>Resim 4</b> <b>A.</b> ProTaper Next ege sisteminin enine kesiti, <b>B.</b> Yılan benzeri kıvrılma hareketi	27
<b>Resim 5.</b> Reciproc Blue ege sisteminin enine kesiti ve kesmeyen uç görüntüsü	30
<b>Resim 6.</b> Reciproc Blue R25, R40 ve R50 eğeleri (yukarıdan aşağıya)	30
<b>Resim 7.</b> Resiprokasyon gösterimi (VDW)	31
<b>Resim 8.</b> Tango-Endo 30/02 Shaper (tek mavi bant) ve 30/04 Finisher (çift mavi bant) eğeleri	32
<b>Resim 9.</b> 4:1 redüksiyonlu Tango- Endo endodontik anguldurva	33
<b>Resim 10.</b> Adaptif hareket gösterimi	34
<b>Resim 11.</b> Twisted File Adaptive ege sistemi SM1 20/04, SM2 25/06, SM3 35/04, ML1 25/08, ML2 35/06, ML3 50/04 (yukarıdan aşağıya)	34
<b>Resim 12</b> <b>A.</b> Dişler üzerindeki eklentilerin temizlenmesi, <b>B.</b> Dental operasyon mikroskobu ile çatlak bulunan dişlerin görüntüsü	45
<b>Resim 13</b> <b>A.</b> Örneklerin 16 mm olacak şekilde dijital kumpas ile ölçülmesi, <b>B.</b> Örneklerin çalışma boyu tespiti	47
<b>Resim 14.</b> Çalışmamızın preparasyon aşamasında kullanılan K tipi eğeler	48
<b>Resim 15.</b> Şekillendirme işlemi tamamlanan örnekler	49
<b>Resim 16.</b> Çalışmamızda kullanılan AH Plus Jet kanal patı	49
<b>Resim 17.</b> 25 gauge güta perka kartuşlar	50
<b>Resim 18.</b> Beefill	50

<b>Resim 19.</b>	Kök kanal dolumları yapılan örneklerin (A) bukkolingual ve (B) meziodistal yönden alınan radyografileri	51
<b>Resim 20.</b>	37°C ve >%95 nemli ortam olan inkübatör içinde kanal dolumu yapılan örneklerin bir hafta bekletilmesi	51
<b>Resim 21.</b>	Deney düzeneğinin hazırlanma aşaması	52
<b>Resim 22.</b>	Deney düzeneğinin görüntüsü	53
<b>Resim 23.</b>	10 <sup>-4</sup> Hassas Terazî	54
<b>Resim 24.</b>	(A) Rotasyon ve (B) resiprokasyon hareketine ayarlanmış Endo-Eze Genius endodontik motor	55
<b>Resim 25.</b>	Çalışmada kullanılan Endo-Eze Genius 25/04, 30/08, 50/04 eğeleri (soldan sağa)	56
<b>Resim 26.</b>	300 rpm, 2 Ncm tork kontrollü rotasyon hareketinde ayarlanan VDW Silver Reciproc endodontik motor	57
<b>Resim 27.</b>	ProTaper Next X2 (25.06), X3 (30.07), X5 (50.06) eğeleri (soldan sağa)	58
<b>Resim 28.</b>	“Reciproc ALL” modundaki VDW Silver Reciproc endodontik motor	58
<b>Resim 29.</b>	Reciproc Blue R25, R40, R50 eğeleri (soldan sağa)	59
<b>Resim. 30</b>	<b>A.</b> 4:1 redüksiyonlu Tango-Endo endodontik anguldurva, <b>B.</b> 4:1 redüksiyon ve 2.500 rpm’de ayarlanan Anthos diş üniti	60
<b>Resim 31.</b>	Tango-Endo 30/02 Shaper, 30/04 Finisher, Extra large 50/02 eğeleri (soldan sağa)	61
<b>Resim 32.</b>	8:1 redüksiyonlu bir başlıkla “TF Adaptive” modunda çalışan tork-kontrollü Elements Motor	61
<b>Resim 33.</b>	Twisted File Adaptive ML3 (50/04) , ML2 (35.06), ML1 (25/08) eğeleri (soldan sağa)	62
<b>Resim 34.</b>	30 gauge (0.30x25mm) enjektör	63
<b>Resim 35.</b>	Çalışmada kullanılan kronometre	64

<b>Resim 36.</b>	Ortodontik striping diski	65
<b>Resim 37.</b>	Yanak ve damak yüzeylerinde oluk açılmış dişler ve siman spatülü	66
<b>Resim 38.</b>	İkiye ayrılan dişlerin görüntüsü	66
<b>Resim 39.</b>	8x büyütmede ayarlanan Zeiss Axiocam 105 color stereomikroskobu ve bilgisayarda ZEN 2 Lite Microscope and Imaging Software yazılımı ile aktarılan görüntüsü	67
<b>Resim 40</b>	<b>A, B.</b> Her iki diş yarımının koronal, orta, apikal ve toplam alanlarının hesaplanmasından önce ZEN 2 Lite Microscope and Imaging Software yazılımı ile geriye kalan güta perka ve kanal patının çizimi.	68



**KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ****Kısaltmalar**

<b>KTÜ</b>	Karadeniz Teknik Üniversitesi
<b>BAP</b>	Bilimsel Araştırma Projeleri
<b>EZG</b>	Endo-Eze Genius
<b>PTN</b>	ProTaper Next
<b>RCP</b>	Reciproc
<b>TE</b>	Tango-Endo
<b>TFA</b>	Twisted File Adaptive
<b>Ni-Ti</b>	Nikel Titanyum
<b>AAE</b>	Amerikan Endodonti Birliği
<b>PAI</b>	Periapikal İndeks
<b>KIBT</b>	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
<b>Ark</b>	Arkadaşları
<b>GPR</b>	Gutta Percha Removal
<b>SM</b>	Small
<b>ML</b>	Medium/Large
<b>TF</b>	Twisted File
<b>CW</b>	Clock Wise
<b>CCW</b>	Counter Clock Wise
<b>UR</b>	Universal Retreatment
<b>TEM</b>	Taramalı Elektron Mikroskobu
<b>Mikro-bt</b>	Mikro-Bilgisayarlı Tomografi
<b>ISO</b>	International Standart Organization
<b>CM</b>	Control Memory

**Simgeler**

<b>%</b>	Yüzde
<b>sn</b>	Saniye
<b>mm</b>	Milimetre
<b>°</b>	Derece
<b>rpm</b>	Devir/Dakika
<b>Ncm</b>	Newton Santimetre
<b>Nm</b>	Newton Metre
<b>dk</b>	Dakika
<b>gr</b>	Gram
<b>mL</b>	Mililitre
<b>G</b>	Gauge
<b>C</b>	Santigrat

**Formüller**

<b>NaOCI</b>	Sodyum Hipoklorit
<b>EDTA</b>	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit



## 1.ÖZET

### **Farklı Kinematik Hareketlerle Kullanılan Eğe Sistemlerinin Kanal Dolgusu Yenilenmesi ve Apikalden Debris ve Sıvı Taşması Üzerine Etkisi**

Bu çalışmanın amacı rotasyon, resiprokasyon, adaptif gibi farklı kinematik hareket sergileyen ve rotasyon ve resiprokasyon hareketlerinin beraber kullanıldığı hibrit sistemi kullanan güncel beş farklı [Endo-Eze Genius (EZG), ProTaper Next (PTN), Reciproc Blue (RCP Blue), Tango-Endo (TE) ve Twisted File Adaptive(TFA)] nikel titanyum (Ni-Ti) eğe sistemleriyle kök kanal dolgusu uzaklaştırma sırasında geçen süreyi, apikalden taşan debris ve sıvı miktarını ve geriye kalan dolgu miktarını karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Yüz adet üst santral kesici diş K-tipi el aletleriyle apikal boyut #40.02 olacak şekilde genişletildi. AH Plus Jet kanal patı ve 25 gauge güta perka kartuşları kullanılarak Beefill sistemiyle dolduruldu. Her gruptaki (n=20) dişlerin kök kanal dolguları EZG, PTN, RCP Blue, TE, TFA kullanılarak uzaklaştırıldı. Bu esnada apikalden taşan debris ve sıvı önceden tartılmış Eppendorf tüplerde toplandı. Çalışma boyuna ulaşma süresi ve toplam süre kronometre ile kayıt altına alındı. Ayrıca her gruptan 15'er örnek seçildi ve dişler bukkolingual olarak ikiye ayrıldı. 8X büyütmede stereomikroskop ile koronal, orta ve apikal üçlüden alınan görüntüler Zen 2 Lite yazılımı ile analiz edildi. İstatistiksel analiz için One-Way ANOVA ve post-hoc Tukey testleri kullanıldı.

Çalışma boyuna ulaşma süresi PTN grubunda diğer gruplarla karşılaştırıldığında en kısa süreyi gösterdi ( $p<0.05$ ). PTN, RCP Blue ve TFA grupları EZG ve TE gruplarına göre anlamlı olarak daha kısa sürede kanalları temizledi ( $p<0.05$ ). Geriye kalan dolgu miktarını değerlendirdiğimizde apikal üçlüde TE eğe sistemi diğer gruplara göre anlamlı olarak daha fazla dolgu artığı bıraktı ( $p<0.05$ ). Orta üçlüde TFA eğe sistemi kök duvarlarında TE grubundan daha az, RCP Blue, PTN, EZG gruplarından daha fazla dolgu artığı bıraktı ( $p<0.05$ ). TFA kullanımında koronal üçlüde kalan dolgu miktarı TE, RCP Blue ve PTN kullanıldığında kalan dolgu miktarından daha azdır ( $p<0.05$ ). TE ve RPC Blue kullanıldığında toplam alanda geriye kalan dolgu miktarı en

fazladır ve kendi aralarındaki fark anlamlı değildir ( $p>0.05$ ). Ek olarak kullanılan Ni-Ti sisteme bakılmaksızın bölgeler incelendiğinde geriye kalan dolgu miktarı koronal >apikal>orta üçlü olarak sıralanmış ve anlamlı fark bulunamadı ( $p>0.05$ ). TE grubu diğer gruplara göre anlamlı olarak apikalden daha fazla debris ve sıvı taşırdı, buna rağmen TE ve EZG grubu PTN, TFA ve RCP Blue gruplarına göre anlamlı olarak daha fazla debris taşırdı.

Bu çalışmanın sonuçları dahilinde tüm gruplar apikalden debris ve sıvı taşmasına neden oldu ve hiçbir eğe sistemi dolgu miktarının tamamını uzaklaştıramadı. Bu yüzden kök kanalının daha iyi temizlenebilmesi ve apikalden taşan materyal miktarını azaltmak için ek tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Endodonti, titanyum nikelid, yeniden tedavi, diş apeksi

## 2.SUMMARY

### **The Efficacy of Various File System Kinematics on Retreatment, Apically Extruded Debris and Fluid**

The aim of this study was to measure the time during removal of obturation material and the amount of extruded debris and fluid from the apical region, the amount of residual obturation material to evaluate the efficacy of files after treatment when use five different of nickel titanium files system [Endo-Eze Genius (EZG), ProTaperNext (PTN), Reciproc Blue (RCP Blue), Tango-Endo (TE) and Twisted File Adaptive(TFA)] that exhibit different kinematic motions such as rotation, reciprocation, and adaptive, and which use a hybrid system in that rotation and reciprocation movements are used together.

One hundred upper central incisor teeth were prepared to be apical size # 40.02 with K-type hand files and filled with the Beefill system using AH Plus Jet root canal paste and 25 gauge gutta-percha cartridges. The root canal filling was removed using EZG, PTN, RCP Blue, TE, TFA as teeth in each group of 20 samples. At that time, debris and fluid that extruded from apical foramen were collected in pre-weighed Eppendorf tubes. The time to reach working length and the total time were recorded with a chronometer. 15 teeth were selected from each group and the teeth divided into two as buccolingual. Images taken from coronal, middle and apical region with x8 magnification stereomicroscope were analyzed with Zen 2 Lite software. One-way ANOVA and post-hoc Tukey tests were used for statistical analysis.

The time to reach working length was the shortest in the PTN group when compared with the other groups ( $p < 0.05$ ). PTN, RCP Blue, and TFA groups cleaned the canals in a significantly shorter time than EZG and TE groups ( $p < 0.05$ ). When we evaluated the amount of residual obturation material, in the apical region TE file system had significantly more residual obturation material than the other groups ( $p < 0.05$ ). In the middle region the TFA file system left less obturation materials than TE group and more obturation materials than RCP Blue, PTN, EZG groups ( $p < 0.05$ ). In the use of TFA at coronal region, the remaining obturation amount is less than TE, RCP Blue and

PTN ( $p < 0.05$ ). When TE and RPC Blue are used, the remaining obturation material in the total area is the largest and the difference is not significant ( $p > 0.05$ ). Additionally when the regions are examined regardless of the file system used, the amount of residual obturation material was ranked as coronal>apical>middle region and no significant difference was found ( $p > 0.05$ ). The TE group caused significantly more extruded debris and fluid compared to the other groups ( $p < 0.05$ ). However The TE group and the EZG group caused significantly more extruded debris compared to the other groups ( $p < 0.05$ ).

According to the results of this study, all groups caused extruded debris and fluid and no file system could remove the full of obturation material. Therefore, additional techniques are needed to improve cleaning of root canal and reduce the amount of apically extruded material

**Keywords:** Endodontics, titanium nickelide, retreatment, tooth apex

### 3. GİRİŞ VE AMAÇ

Kök kanal tedavisinin amacı; kök kanal sisteminin tam olarak temizlenmesi, dezenfeksiyonu ve tekrar enfeksiyonu önlemek için üç boyutlu olarak doldurulmasıdır (1). Endodontik tedavinin başarı oranlarının %86-98 arasında olduğu bildirilmiştir (2, 3). Buna rağmen, kök kanal tedavisi kabul edilebilir standartların altında yapıldığında, genellikle tedavi başarısız olur (4). Yetersiz mekanik temizlik, kanal içi ve dışı bakterilerin sürekliliği, dolum kalitesinin düşük olması, kök kanal dolgusunun taşkın veya kısa yapılması ve koronal sızıntı başarısızlığın yaygın nedenlerindedir (2, 4). Bu gibi nedenlerle, endodontik başarısızlık meydana gelir ve periapikal kemik yıkımının radyografik bulgusu ile birlikte klinik belirtiler ve semptomların varlığı yeniden tedavi ihtiyacını gösterir (5).

Endodontik başarısızlıklarda hekim özenli bir muayene sonucu cerrahi olmayan tedavi, cerrahi tedavi ve çekim seçenekleri arasından doğru tercihi yapmalıdır. Yetersiz bir kök kanal dolgusu bulunduğunda ve kök kanallarına koronal olarak ulaşılabilirdiğinde ilk seçenek cerrahi yaklaşım olmamalıdır. Başarısız olgular konservatif yöntemle tekrar tedavi edildiğinde, doğrudan cerrahi yöntemle tedavi edilen olgulara göre %24 daha yüksek başarı oranına sahiptir (6). Tekrarlayan tedavilerin başarıları uzun dönemde klinik ve radyografik olarak periapikal patoloji bulunmadığı durumlarda %94-98, periapikal sorunlu dişlerde ise %62-78 olarak bildirilmektedir (6, 7).

Kök kanal dolgulu dişlerdeki başarısızlıkların en çok görülme nedeni özellikle apikal bölgede canlılığını devam ettiren mikroorganizmalardır (8). Radyografide iyi doldurulmuş gözüken dişlerde bile kök kanal sisteminin bütünüyle tedavi edildiği doğrulanamaz ve apikalde mikroorganizmalar kalabilir. Yapılan çalışmalarda kök kanalının bir bölümünün uygulanan teknik ve enstrümandan bağımsız olarak dokunulmadan kaldığı gösterilmiştir (9-13). Dokunulmamış alanlarda da bakteriler ve nekrotik doku alanları bulunmaktadır (14, 15).

Kök kanal dolgusu yenilemede karşılaşılan en büyük zorluklardan birisi eski dolgu materyalinin tamamıyla kaldırılmasıdır. Bu materyal, irrigasyon solüsyonları ve kanal içi medikamentleri ile kök kanal duvarı arasındaki teması engellemektedir. Bunun

sonucunda kanal dezenfeksiyonu ve periradiküler iyileşmede sorunlarla karşılaşmaktadır (16).

Kök kanal dolgusu ve patlar uzaklaştırılırken farklı teknik ve malzemeler kullanılır. Bu teknikler sıcak ve kimyasal çözücülerle kullanılan el aletleri, döner ege sistemleri, ultrasonik aletler, ısıtılmış aletler, lazerler'dir (17). Bu amaçla el aletlerinden manuel olarak faydalanırken endodontik motora takılarak kullanılan kanal yenileme işlemi için özel olarak tasarlanan döner aletler de klinikte pek çok avantaj sağlamaktadır (18). Konvansiyonel el aletleri ile kıyaslandığında döner alet kullanılması kanal yenileme işleminin süresini kısalttığı bildirilmiştir (19). Ayrıca, aletlerin dönmesi esnasında oluşturduğu sürtünme ısısının gütta perkayı yumuşattığı ve daha kolay çıkarılmasını sağladığı ifade edilmiştir (20).

Kanal dolgusu yenileme işlemi sırasında kanal dolgusunun, nekrotik pulpa artıklarının, bakterilerin ve yıkama solüsyonlarının periradiküler dokulara taşabileceği belirtilmiştir (21, 22). Apikal bölgeye taşan maddelerin hastada rahatsızlık meydana getirebileceği, postoperatif enflamasyonu arttırabileceği, flare-up'a neden olabileceği ve apikal bölgede hedeflenen iyileşmeyi olumsuz olarak etkileyebileceği bildirilmektedir (23). Pek çok çalışma, apikale taşan debris miktarının kanal yenileme sırasında kullanılan kinematik hareket ve kanal aletlerinin şekline göre farklı olabileceğini göstermektedir (24-28). Literatür döner ege ile yapılan şekillendirmelerde el eğerine kıyasla, apikale daha az debris itildiğini göstermektedir (29). Ayrıca, kök kanal dolgusu yenileme işlemi sırasında çözücü kullanımının apikalden taşan debris ve sıvı miktarını azalttığı bildirilmiştir (30, 31). Kanal yenileme işleminde hedef eski kanal dolgusunu uzaklaştırabildiğimiz kadar çok uzaklaştırırken apikal bölgeye de en az miktarda debris ve sıvı taşımak olmalıdır (32).

Son zamanlarda farklı kinematik hareketlerle çalışan sistemlere olan ilgi artmıştır. ProTaper, Mtwo gibi sistemlerin yeniden tedavi için tasarlanmış özel kanal yenileme eğerleri bulunmasına rağmen Reciproc, TF Adaptive gibi bazı ege sistemlerinde kanal yenileme için tasarlanmış eğerler bulunmamakta fakat üreticiler tarafından eğerlerin kanal dolgusu yenilemede de kullanılabileceğinden bahsedilmiştir.

Çalışmamızın amacı rotasyon, resiprokasyon, adaptif gibi farklı kinematik hareket sergileyen ve bu hareketlerden rotasyon ve resiprokasyonun beraber kullanıldığı hibrit sistemle çalışan beş farklı nikel titanyum eğe sistemleriyle kök kanal dolgusu uzaklaştırma sırasında geçen süre, apikalden taşan debris ile sıvı miktarını ölçmek ve kanal dolgusu uzaklaştırma sonrası geriye kalan dolgu miktarını incelemektir. Literatür taramamızda kanal dolgusu yenilemede de kullanılan Endo- Eze Genius, ProTaper Next, Reciproc Blue, Tango- Endo, Twisted File Adaptive güncel beş farklı NiTi eğe sisteminin bu parametreler ışığında karşılaştırıldığı çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmamızda bu beş güncel eğe sistemini karşılaştırarak güvenilir ve etkin kanal dolgusu yenilemesi için en uygun eğe sisteminin belirlenmesine dair klinik pratiğe katkıda bulunmayı planlamaktayız. Sıfır hipotezimiz farklı kinematik hareketler sergileyen Endo- Eze Genius, ProTaper Next, Reciproc Blue, Tango- Endo ve Twisted File Adaptive eğe sistemleri arasında bu parametreler açısından fark olmadığıdır.

## 4.GENEL BİLGİLER

### 4.1. Kök Kanal Tedavisi

Kök kanal tedavisinin amacı kök kanal sisteminin korondan apikale doğru konik bir formda şekillendirilmesi, enfekte veya nekrotik artıklardan ve mikroorganizmalardan temizlenmesini takiben ardından biyouyumlu kök kanal dolgu maddeleri ile sızdırmaz bir şekilde doldurularak tekrardan enfekte olmasını önlemektir (1, 33). Kök kanal tedavisinin başarısı bu üç parametrenin gerçekleştirilmesine bağlıdır. İlk iki aşamada kullanılan şekillendirme aletleri, yöntemleri ve irrigasyon solüsyonları, son aşamada kullanılan ana ve yardımcı kök kanal dolgu maddeleri önemli rol oynar (34).

### 4.2. Kök Kanal Tedavisi Başarı Ölçütleri

Endodontik olarak tedavi edilen dişlerin sonuçlarının değerlendirilmesi kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Sonuçları değerlendirmek için kullanılan terminoloji çeşitlidir ve diş hekimleri için kafa karıştırıcı olabilir (35). Literatürde endodontik tedavinin başarı ve başarısızlığı çok çeşitli şekilde tanımlanmıştır (36-38). Hekimlere göre başarı, çoğunlukla klinik parametrelere dayanmaktadır. Bunlar, semptomların tamamen kesilmesini, periapikal dokuların radyografik olarak iyileşmesini ve inflamasyon belirtilerinin yokluğunu içerir (39). Bunlar aslında histolojik, radyografik ve klinik başarıdır (12, 40). Histolojik başarı periapikal dokularda iltihabi hücre yokluğudur. Fakat tedavi öncesi ve sonrası bu kriteri değerlendirmek mümkün değildir (40). Radyografik başarı periradiküler dokularda radyolüsent alanın olmaması veya iyileşmesi, lamina duranın devamlılığını sağlamasıdır (4, 12). Klinik başarıda ise; kök kanal tedavisi sonrası diş asemptomatik olmalı, hasta tedavili dişini herhangi bir şekilde kullanmaktan kaçınmamalıdır (17).

Tedavi sonucunun değerlendirilmesi, tedavi ve takip muayenesinde tedavi edilen dişin karşılaştırmalı analizine dayanmaktadır. Strindberg kriterlerinde (36) endodontik sonuçların belirlenmesi "başarılı", "başarısızlık" veya "şüpheli" olarak ifade edilmiştir. Bu kriterlere göre, 1. İyileşmiş Başarılı: radyografik olarak periodontal ligament boşluğunun kontür ve genişliği normal veya esas olarak taşkın dolgunun çevresinde



genişlemiş periodontal ligament kontürleri, klinik olarak semptom olmaması, 2. İyileşmemiş Başarısızlık: radyografik olarak değişmeyen periradiküler radyolüseni veya boyut olarak artmış, klinik olarak ise semptomlar mevcut, 3. İyileşmekte Şüpheli: radyografik olarak, kesin olarak yorumlanamayan belirsiz veya teknik olarak yetersiz röntgen, periradiküler radyolüseni boyut olarak azalmış, bununla beraber ilave takip mevcut değil şeklinde değerlendirme yapılmıştır (36).

Bender ve Seltzer ise başarı için şu şartları tanımlamıştır: ağrı, şişlik, fistül ve fonksiyon kaybının olmaması, tedaviden sonraki alınan radyografik takiplerde tamamen iyileşmiş veya durdurulmuş radyografik kanıt olması (37).

Friedman ve Mor (38) yaptığı derlemede endodontik tedavi sonuçlarını 'iyileşmiş', 'iyileşmekte' ve 'hasta' olarak ayırmışlardır. İyileşmiş; klinik işaret, semptom ve periradiküler lezyonun yokluğu olarak tanımlanmıştır. İyileşmekte olanlar; klinik işaret ve semptomların yokluğu ve periradiküler radyolüseninin boyutunda azalma olarak ifade edilmiştir. Hasta; radyografik olarak periradiküler radyolüseninin genişliğinin devam etmesi veya klinik semptomların devam etmesi olarak tanımlanmıştır (38).

Klinik uygulamada endodontik tedavi sonuçlarını değerlendirmede başlıca noktalar; klinik bulgular ve periapikal radyografi ile değerlendirilen apikal periodontal kemiğin durumudur. Bu radyolojik değerlendirmeler, periapikal lezyonun kemik iyileşmesi ile radyolüsenide meydana gelen değişikliklerin subjektif olarak değerlendirilmesine ve apikal periodontal yapıların yeniden kurulmasına dayanmaktadır. Endodontik sonuçların değerlendirilmesi için günümüzde kullanılan kriterler Strindberg kriterleri ve Amerikan Endodonti Birliği (AAE) sınıflandırmasıdır ve bunların her ikisi de analiz edilen anahtar son noktalardan biri olarak radyografik değerlendirmeyi gerektirir (35).

Periapikal indeks (PAI), apikal periodontitisin radyografik özelliklerinin sınıflandırılması için yapılandırılmış bir skorlama sistemidir. Bu skorlama periapikal periodontitis şiddetinin görsel skalasına dayanır ve histolojik-radyolojik korelasyonların klasik bir çalışması üzerine kurulmuştur. 5 ölçütü:

1. Normal apikal periodonsiyum
2. Demineralizasyon olmadan kemikte küçük değişiklikler
3. Diffüz kemik demineralizasyonu ile kemik yapısında değişiklik
4. Apikal periodontitis, iyi belirlenmiş radyolüsent alanlı
5. Şiddetli apikal periodontitis, kötüleşen özelliklerle, (41).

Dolayısıyla, periapikal indeks, endodontik tedavi uygulanan dişlerin periapikal durumlarının radyografik olarak değerlendirilmesi için daha objektif kriterler sağlar. Bu nedenle, periapikal durumun değerlendirilmesi için çeşitli endodontik sonuç çalışmalarında kullanılmıştır (35, 42, 43).

Son zamanlarda, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), endodontik tanı ve tedavi planlamasında önemli uygulamalarda kullanım bulmuştur. KIBT-periapikal indeks-(PAI), KIBT ile apikal periodontitisin şiddetini değerlendirmek için standardizasyon sağlamak üzere geliştirilmiştir. Bu indeks, skor (0-5) ve kortikal kemiğin genişlemesi ve tahribatını değerlendiren 2 değişken içeren 6 puanlı bir ölçektir (44).

KIBT-PAI ölçeği aşağıdaki gibidir:

- 0: sağlam periapikal kemik yapıları
- 1: Periapikal radyolüsensinin çapı 0.5 mm ile 1 mm
- 2: Periapikal radyolüsensinin çapı 1 mm ile 2 mm
- 3: Periapikal radyolüsensinin çapı 2 mm ile 4 mm
- 4: Periapikal radyolüsensinin çapı 4 mm ile 8 mm
- 5: Periapikal radyolüsensininin çapı 8 mm
- E: Periapikal kortikal kemiğin ekspansiyonu
- D: Periapikal kortikal kemiğin destrüksiyonu

### 4.3. Kök Kanal Tedavisinde Başarısızlık Nedenleri

Endodontik literatürde tanımlanan başlangıç endodontik tedavinin “başarısızlığı” için birçok neden vardır. Bunlar arasında yetersiz giriş kavitesi tasarımı (45), tedavi edilmemiş kanallar (46), tamamen temizlenmemiş ve doldurulmamış kanallar (47), alet komplikasyonları (basamak, perforasyon, alet kırıkları) (48) ve kök dolgu materyallerinin taşırılması (4) gibi iatrojenik hatalar bulunmaktadır. Kalıcı kanal içi ve kanal dışı enfeksiyon ve radiküler kistler gibi tedavi sonrası gelişen hastalıklarda da koronal sızıntı sorumlu tutulmaktadır (49).

Bununla birlikte; yanlış teşhis (12), anatomik zorluklar (50) , kök kanal dolum kalitesinin yetersiz olması (51), okluzal travma (52), kök kırıkları (53), anesteziye bağlı başarısızlıklar (54) da kök kanal tedavisinin prognozunu olumsuz yönde etkiler.

Bu faktörleri inceleyecek olursak yanlış teşhis genellikle bilgi eksikliğinden ya da hastanın eksik muayenesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca kök kırıkları yanlış teşhis edilebilmekte olup (12) yansıyan ağrılar (55) da teşhiste zorluklara neden olmaktadır. Bunlara ek olarak tedavinin doğru dişe yapıldığından emin olunmalıdır.

C şekilli kanallar farklı tiplerde olabilir ve bu durumların atlanması temizlenme, şekillendirme aşamalarında başarısızlıklara neden olabilir (56). Eğri kökler (57), kalsifiye (58), ekstra veya aksesuar kanallar (59) gibi anatomik zorluklar da endodontik tedavinin başarısını etkilemektedir.

Kök kanal dolgu kalitesi endodontik başarının en önemli faktörlerinden biridir (51). Kök kanal dolgusunun radyografik olarak değerlendirildiği çalışmalara göre yeterli kök kanal dolgusuna sahip dişlerin başarı oranı kök kanal dolgusunda boşluklar bulunan dişlere göre daha yüksektir (60, 61).

İdeal yapılmış bir kök kanal dolgusu kesinlikle başarılı bir restorasyonla tamamlanmalıdır (49). Sızdıran restorasyonlar ya da çürükler, kök kanal tedavisi etkinliğini tehlikeye atabilir (62). Bu restorasyonların sızdırmazlık dışında okluzal travma oluşturmaması için prematür kontakta sahip olmaması da başarı şansını artırır (52).

Vertikal kök kırıkları kök kanal dolgusu yapılmış dişlerin prognozunu sıklıkla kötü etkilemektedir. Teşhis koymayı da zorlaştıran bu durum, başarılı kök kanal tedavisine rağmen geçmeyen semptomlar bulunduğu veya kanal yenileme ve cerrahi işlemlere rağmen semptomlar devam ettiğinde şüphe uyandırmaktadır (54).

İatrojenik faktörlere baktığımızda kanal tedavisi sırasında tüm kanalları bulabilmek ve etkili şekillendirme yapabilmek için giriş kavitesinin belli kurallara göre açılması gerekmektedir (45). Özellikle molar dişlerde bu gibi prosedürel hatalardan dolayı ana ve ek kanallar gözden kaçabilmektedir. Tüm kanallar bulunsa bile yetersiz temizleme sonucu yaşayan bakteriler nedeniyle endodontik tedavide başarısızlık oluşabilmektedir (2).

Alet kırıklarının her ne kadar kötü prognoz oluşturacağı düşünülse de başarı oranını minimum seviyede etkilediği bildirilmiştir (63). Kök kanal tedavisi yapılacak dişte herhangi bir enfeksiyon veya periradiküler lezyon yoksa kırık bir aletin prognoza çok da etkisi olmadığı gösterilmiştir (64).

Kanal tedavisindeki başarı oranının taşkın dolum durumlarında azaldığı görülmüştür. Gerçekte taşkın doldurulmuş kök kanallarındaki başarısızlığın asıl nedeni olarak eşlik eden enfeksiyonlar gösterilmiştir. Yani taşkın doldurulmuş dişlerdeki başarısızlığa, eşlik eden intraradiküler ve ekstraradiküler enfeksiyon sebep olur. Bu yüzden taşkın dolum materyali apikal forameninden çıktığında meydana gelebilen flare up gibi istenmeyen komplikasyonlara sebep olmamak için bu durum olabildiğince önlenmelidir (4).

Endodontik tedavi uygulanmış bir dişte yetersiz temizleme, şekillendirme, doldurma ve koronal restorasyon sonucu endodontik tedavi başarısızlığının en büyük nedeni inatçı mikroorganizmalardır (4, 8, 65). Bu nedenle periradiküler lezyon, primer olarak kök kanal sistemindeki bakteri, mantar veya endotoksin kaynaklı enfeksiyon ile buna karşılık gelen konak cevabının sonucudur (66).

Bazen bakteriyel hücreler enfekte dentin talaşlarıyla birlikte veya enfekte kanal aletleri ile kontaminasyon aracılığıyla periradiküler dokulara yayılabilir. Her ne kadar

konak cevabı ile bu hücreler yok edilse de bazı mikroorganizmalar savunma sistemine direnç göstermekte ve inatçı kalabilmektedir (67).

Bazen de mikroorganizma yokluğunda dahi üzeri açık kalmış kavitelere kök kanalına giren ve daha sonra apikalden periodonsiyuma taşabilen mercimek taneleri ve kağıt konların selüloz fibrilleri nedeniyle endodontik hastalık meydana gelmektedir (68). Gerçek kist varlığında ise ortograd yoldan endodontik tedaviyle periradiküler iyileşme sağlanamamaktadır (69).

Bu etiyojiler başarısız kök kanal dolgulı dişin teşhisi sırasında açık olabilir veya başarılı tedavinin tamamlanmasına kadar belirsiz olabilir. Bazen de tedavi sonrası hastalığın nedeni yıllarca fark edilmeyebilir ve tedavi sonrası bile asla bilinmeyebilir. Bununla birlikte, hekim için en önemli nedensel faktör tedavi planlaması ve prognozun belirlenmesi ile ilgilidir (67).

Endodontik tedavi sonrası yetersiz kök kanal tedavisine sahip hastalar tedavi konusunda dört temel seçeneğe sahiptirler:

- Herhangi bir şey yapılmaması
- Dişin çekilmesi
- Cerrahisiz kanal yenileme
- Cerrahi olarak kanal yenileme (67).

Kök kanal yenilemenin prognozuna baktığımızda rapor edilen iyileşme oranları cerrahisiz kanal yenileme için % 74 ile % 98 arasındadır (38, 70, 71). Ancak tek başına apikal cerrahi uygulandığında sadece % 59'u tam olarak iyileşebilmektedir. Apikal cerrahi öncesinde ortograd yoldan kanal yenileme yapıldığında ise tam iyileşme oranı % 80'e kadar çıkabilmektedir (72).

#### **4.4. Kök Kanal Dolgusu Yenileme**

Kanal tedavisi yapılmış dişlerin apikal veya koronal sızıntı nedeniyle tekrar enfekte olması ya da eksik yapılmış kanal tedavisi sonrasında dişlerin tekrar sağlıklı periapikal dokulara dönüşmesi için yapılan işleme kanal dolgusu yenileme denir (45).

Kök kanal tekrarında kanal dolgusunun yenilenmesi, primer endodontik tedavi ile aynı amaçlara sahiptir:

- Kök kanal dolgusunun tüm enfekte bileşenlerinin ve nekrotik doku artıklarının uzaklaştırılması,
- Ana kanalların yeniden şekillendirilmesi,
- Kök kanal sisteminin bütününe dezenfeksiyonu (istmus, yan kanallar),
- Tüm kök kanal sisteminin doldurulması,
- Koronal enfeksiyonun önlenmesi (73)

En sık görülen yaklaşım; apikalde bir patoloji olsun veya olmasın, bütün kök kanal dolgu materyalinin çıkarılması amaçlanmalıdır (3, 16, 74).

#### **4.5. Kök Kanal Dolgusu Yenileme Aşamaları**

Kök kanal dolgusu yenileme tedavisinin ilk aşaması koronal bir girişin sağlanmasıdır. Bu işlem sonrası kök kanalına giriş ve kök kanal içeriğinin boşaltılıp temizlenmesi yapılır. Bu şekilde radyografik ve apeks bulucu yardımıyla çalışma boyu belirlendiğinde kök kanalı yeniden şekillendirilir. Uygun dezenfeksiyon sonrası kök kanal dolumu gerçekleştirilir.

##### **4.5.1. Koronal Restorasyonun Uzaklaştırılması**

İlk aşama, mevcut koronal restorasyonun değerlendirilmesidir. Bu restorasyonun tamamen uzaklaştırılıp uzaklaştırılmayacağına karar vermek için klinik ve radyografik muayene gerekmektedir (47).

Restorasyon dolgu ise, dolgunun uyumu ve altında çürük olup olmadığı kontrol edilmelidir. Eğer dolgu yeterli, fonksiyonel olarak iyi dizayn edilmiş, kenar uyumu iyi ise pulpa odasına bu restorasyonu delerek ulaşılabilir. Eğer kanallara yeterince ulaşamıyor ve uyumsuz bir restorasyon varsa bu dolgular sökülmelidir (75).

Kök kanal dolgusu yenilenecek diş krun veya köprü altındaysa, bu restorasyonların sökümü hastaya ek bir maliyet getirir. Bu yüzden kenar uyumu iyi olan hijyenik kron köprüler bozulmadan çıkarılabilirse yeniden kullanılabilir. Kırılma riski varsa kron delinerek tedavi yapılabilir. Fakat kron veya köprü varken, perforasyonların saptanması, kanal ağızlarının ve kalsifikasyonların tespiti, pulpa odasının boyutlarının belirlenmesi, vertikal kron kırıklarının teşhis edilmesi zor olduğundan ve sekonder çürüklerin temizlenememesi nedeniyle oluşan mikrosızıntı nedeniyle tavsiye edilmemektedir (75).

Kanal yenileme için koronal radiküler giriş minimal olarak restore edilmiş dişlerle karşılaştırıldığında çok daha fazla karmaşıktır. Giriş preparasyonunda amaç, diş yapılarını mümkün olduğunca çok koruyarak kök kanal sistemine düz bir giriş sağlamaktır. Ne yazık ki kanal yenileme vakalarında diş yapısı hemen her zaman değiştirilmiş ve dişin gerçek anatomisi tamamen doğru olandan sapmış olur (67).

Endodontik restorasyonların büyük oranda başarısızlığı hatalı kavite preparasyonundan kaynaklanmaktadır. Endodontik açıdan giriş kavitesi yeniden değerlendirilmeli, gerekli ise doğru olarak açılmalıdır (75).

#### **4.5.2. Kök Kanahna Girişin Sağlanması (Post Sökümü)**

Giriş kavitesi hazırlandığında bir postla karşılaşmak çok yaygın bir durumdur çünkü aşırı madde kaybından dolayı endodontik olarak tedavi edilmiş dişlerde sıklıkla postlar kullanılır. Hekim kanal yenileme sırasında birçok değişik post tipiyle karşılaşabilir. Bunlar prefabrike ve geleneksel döküm postlardır. Şekil, dizayn ve postu oluşturan materyal dışında, postun uzaklaştırılmasında etkili iki önemli faktör daha vardır. Bunlar; postun yapıldığı materyal ve ilgili dişin çene arkındaki konumudur (67).

Post sökümünün yapılamaması veya sökümde oluşan sorunlar kök kanal sisteminin dezenfeksiyon ve şekillendirilmesinde problem yaratır.

### **4.5.3. Kök Kanal Dolgu Materyalinin Boşaltılması**

Kök kanal dolgularının kök kanalından uzaklaştırılabilirliği kanal dolgu maddesinin özelliğine, kanalın şekline, dolgunun kanal içerisindeki seviyesine, kanal dolgusunun yoğunluğuna ve uygulanan yöntemlere bağlıdır (12, 76).

#### **4.5.3.1. Patların ve Simanların Uzaklaştırılması**

Modern endodontide kök kanal dolgu maddesi olarak kanal patı ve güta perka birlikte kullanılmaktadır. Fakat halen günümüzde sadece kök kanal patı ile kök kanal dolgusu yapılmaktadır (75).

Kanal yenilemede patların uzaklaştırılması %20.6 oranındadır (77). Kanal patlarının güta perkaya ve kanal yüzeyine tutunma özelliklerinin farklı olmasından dolayı, kanal yenileme tekniklerinin etkinlikleri de farklı olmaktadır. Patların uzaklaştırılması sırasında patın apikalden taşırılmasıyla, potansiyel şiddetli postoperatif ağrıdan ve patın potansiyel nörotoksitesisi nedeniyle parestezi veya duyu kaybı olasılığından kaçınmak için pat sökülürken çok dikkatli çalışılmalıdır (67). Kök kanal patları yumuşak ve sert sertleşen tip olmak üzere iki başlıkta incelenir (45).

##### **4.5.3.1.1. Yumuşak Kanal Patlarının Kök Kanalından Uzaklaştırılması**

Yumuşak kıvamda donan kanal patlarını normalde kanaldan uzaklaştırmak için özel bir yonteme ihtiyaç yoktur ve mekanik preparasyon sırasında kolayca uzaklaştırılabilir. Bu işlem sırasında kök kanalında sürekli olarak sodyum hipokloritle irrigasyon yapılmalıdır (78). Yumuşak patların büyük çoğunluğu kloroform ve ksilen gibi çözücüler ile eritilebilir (45). Eğer pat çinko oksit ve öjenol içeriyorsa Endosolv-E seçilir. Rezin bazlı patlar içinse Endosolv-R tercih edilir.

##### **4.5.3.1.2. Sert Kanal Patlarının Kök Kanalından Uzaklaştırılması**

Sert kıvamda donan patları kanaldan uzaklaştırmak, yumuşak donan patları uzaklaştırmak kadar kolay değildir. Patın yapısı bilinmediğinden söküm deneysel olarak yapılır. Kanal ağızlarının açığa çıkarılması sonrası pat endodontik sond ve ege ile sondlanır. Koronal pat sertse kanala kolayca ulaşılabilen düz frezlerle veya düz, açılı ultrasoniklerle pat uzaklaştırılabilir. Eğer kurvatür bulunuyorsa kurvatürün ilerisinde bu



aletlerin kullanımı risklidir. Önceden eğitilmiş el aletleri ile apikal alana ulaşılabilir (67).

Eğer bu gerçekleşmezse sert yapıdaki kanal patları ve simanların kök kanalından uzaklaştırılması için çözücüler kullanılabilir (45, 79). Kanal patlarının içeriklerinin büyük kısmında çinkooksit ve öjenol vardır ve bu maddeler eriticilerle çözünebilmektedir (45). Sargenti patı, N2, cam iyonomer, çinko fosfat ve silikofosfat gibi sert kıvamdaki patları çözen bir madde bulunamamıştır (80).

Çözücülerle patların uzaklaştırılması mümkün olmadığında üç yöntem kullanılabilir:

### **Ultrasonik**

Çok sert simanların kök kanalından uzaklaştırılmasında, yüksek titreşim frekanslarına sahip ultrasoniklerin kullanılması tavsiye edilmiştir (76, 78). Bu yöntemde ultrasonik enerjinin aktarıldığı kanal eğesi kanal ağzına yerleştirilir ve hafif basınç ile aktive edilir (75). Titreşim sonucu siman tozlaşır ve irrigasyon ile parçalanan siman koronal kısımdan dışarı akar. Yöntem zaman kaybettirir ve alet kırığı ile sonuçlanabilir (12).

### **Döner aletler**

Sert donan patların ve simanların uzaklaştırılmasında kullanılan en hızlı yöntemlerdendir. Bu amaçla boytelrok, Engine reamers gibi endodontik alet veya frezler kanaldaki patı parçalayarak dışarı çıkarır. Bu yöntemde yüksek perforasyon riski vardır (76).

### **Ucu modifiye edilmiş el aletleri**

K-tipi eğenin ucundan 4 mm kesilerek elde edilen modifiye tip eğeler ile sert yapıdaki kanal patlarının kolaylıkla uzaklaştırılabildiği belirtilmiştir (76).

#### **4.5.3.2. Güta Perkanın Uzaklaştırılması**

İdeal kök kanal dolgusunun sahip olması gereken özelliklerinden biri kolaylıkla sklebilmesidir (81). Günümüzde kanal dolgu patları ile en sık kullanılan kanal dolgu malzemesi güta perka'dır (82). Kök kanalını yenilemeye başlamadan önce güta perkanın kondansasyon kalitesi, doldurulma derinliği ve kanalın şekli çekilen film ile incelenir (12).

Güta perka kök kanalından fiziksel, mekanik ve kimyasal olarak uzaklaştırılabilir (17). Yöntem olarak ise zayıf olan güta perkayı çıkarmak için çözücülere gereksinim yokken, iyi kompakte edilmiş güta perkayı çıkarmak için çözücüler, el aletleri, döner aletler, ısı iletme aletleri, ultrasonik sistemler ve bunların birlikte uygulandığı yöntemler kullanılır (6).

##### **4.5.3.2.1. Güta Perkanın Fiziksel ve Mekanik Yöntemlerle Kök Kanalından Uzaklaştırılması**

###### **El Aletleri**

Güta perkanın el aletiyle çekilip çıkarılması yöntemi gtanın zayıf bir şekilde kondanse edildiği zaman uygulanır (83). H-tipi eğenin bıçakları güta perkanın içine saplanır ve alet geri çekilerek güta perkanın tek parça olarak çıkarılması sağlanır. Bu işlem öncesi reamer veya K-tipi eğelerle güta perka ve kanal duvarı arası yol açılmalıdır (84). Bu yöntem aynı zamanda, düz kanallı, periapikal dokuya taşmış güta perkanın çıkartılmasında da kullanılır. Kanal aleti güta perkanın yanından geçirilerek apikal forameninden çıkarılır ve döndürülerek geri çekilir (83). Bu yöntem en sık kullanılan yöntemlerdendir. Fakat hızlı bir şekilde kanal dolgu sökümü yapılamaması dezavantajı da mevcuttur (45, 76).

###### **Isı**

Isı ile güta perka sökümü alevde ısıtılan pluggerlar ile uygulanabilir. Sıcak alet güta perka içinde soğduktan sonra kök kanal sisteminden çıkarılır ve güta parçaları da aletle birlikte dışarı taşınır. Bu yöntemin dezavantajı aleti alevden uzaklaştırıldığı anda soğumaya başlaması ve bir kerede tüm güta perkanın temizlenememesidir (85). Son

zamanlarda Touch'n Heat (SybronEndo, Orange, CA, ABD), System B (SybronEndo, Orange, CA, ABD), BeeFill 2 in1 (VDW, Mnh, Almanya), Calamus Dual (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, Ok, ABD) kullanılmaktadır. Bu aletlerin plugger ve spreaderları kanal içinde ısıtılmaktadır. Kanal içinde sıkışmayacak plugger yada spreader seçilmelidir. Kanal içinde alet soğurken aletin üzerine yapışan güta perkayı da aynı anda dışarı taşır. Bu işlem güta perka parçaları gelmeye kadar devam ettirilir. Isıyı taşıyan ucun yeterince genişletilmemiş kanallara girmesi ve kurvatrleri dönmesi güçtür. Bu nedenle daha geniş, düz kanallarda aletler daha iyi çalışmaktadır. Isıtma işlemi kontrollü ve kısa süreli yapılmalı ve periodontal ligamente zarar vermemek için aşırı ısı kullanılmamalıdır (17, 67, 85).

### **Ultrasonik**

Ultrasonik eğedeki enerji güta perkanın ısıyla yumuşamasını ve koronale doğru güta perkanın yükselmesini sağlar. Bunun için özel olarak tasarlanmış ultrasonik uçlar bulunmaktadır (17). Uygulama esnasında kök kanalı içerisinde uygulama uçları kırılabilir ve eğri kanalların orijinal kanal şeklini değiştirebilir (17, 85).

### **Ni-Ti Esashlı Eğe Sistemleri**

Ni-Ti 0.04 ve 0.06 koniklikteki döner eğeler kanal dolgusu yenileme için en etkili aktif alet grubudur. Döner aletler yeterli genişletilmemiş kanallarda dikkatle uygulanmalıdır. Kanal e ayrılarak kanalın boyutlarına uygun olarak 2-3 alet gittikçe daralan derinliklerde küçülen boyutlarda sırasıyla kullanılmalıdır. Güta perkayı mekanik olarak yumuşatmak için döner aletler 1200-1500 devir/dakika'da kullanılmalıdır. Güta perkanın çabuk olarak kaldırılması çözücülerin de erken olarak yerleştirilmesini ve temizleme ve şekillendirmenin daha kolay yapılmasını sağlar (6).

Motorlu dönen kanal aletlerinin tek başına güta perkayı skmede avantajı yoktur. Alet kırılması ve perforasyonlar oluşabilir. Friedman ve ark. Canal Finder (Endo Technic Co, Austin, CA) adlı sistemin kloroformla birlikte kullanımının kanal sökümünde etkili olduğunu bildirmişlerdir (84).

Son zamanlarda da kanal dolgu sökümünde birçok firmanın ürettikleri tekrarlayan tedavi eğeleri de etkili ve hızlı işlem sağlamasında fayda sağlar. Bunlardan bazıları; R-

Endo (Micro-Mega, Besançon, Fransa), ProTaper Universal retreatment (Dentsply Maillefer, Baillaigues, İsviçre), Mtwo retreatment (VDW, Münih, Almanya), D-RaCe (FKG, La Chaux-de-Fonds, İsviçre), S5 retreatment (Sendoline, Täby, İsveç) ve GPR (Mani, Tochigi, Japonya) sistemleridir

#### 4.5.3.2.2. Güta Perkanın Kimyasal Yöntemlerle Kök Kanalından Uzaklaştırılması

Güta perkanın fiziksel ve mekanik olarak uzaklaştırılması esnasında alet kırığı, perforasyon ve orijinal kanal yapısının değişmesi gibi komplikasyonlar meydana gelebilmektedir (85). Güta perkanın kimyasal olarak çözülme işlemi ise alet kırığı riskini azaltma, orijinal kanal şeklini koruma, perforasyon oluşturmama ve kanal sökümünün hızlı olup eğimli kanallarda da kullanılabilmesi gibi avantajlar sağlar (76).

Güta perka; kloroform, metil kloroform, halotan, ksilen, turpentin, karbon tetraklorit, ökaliptol, portakal yağı, benzen gibi belirli yağlar içinde çözünmektedir (76, 85-87). Çözücüler kanal dolgu maddelerini tek başlarına uzaklaştıramazlar, sadece yumuşatabilirler (76). Ayrıca çözücü uygulanması güta perkanın uzaklaştırılması sırasında aşırı kuvvet uygulanmasını önler (84). Buna rağmen, apikal üçlüde kullanılması hem çözücünün hem de yumuşamış olan güta perkanın apikal bölgeden çıkışına neden olmaktadır (85).

#### Çözücüler

**Kloroform:** Çözücü etkisini hızlı gösterdiği için en çok kullanılan maddedir (87). Fakat maddenin karsinogenik olmasından dolayı dişhekimliğinde kullanımı önerilmese de kullanımı yasaklanmamıştır (88). Tüm çözücüler gibi toksiktir, periapikal bölgeye taşıdığı zararlıdır (87, 88).

**Metil kloroform:** Çözücü olarak kloroforma en uygun seçenek olarak gösterilmiştir (88). Yanıcı ve karsinogen değildir. Kloroformdan daha az toksiktir. Çözücü olarak kloroformdan daha az etkili olmasına rağmen ksilen ve ökaliptolden daha etkilidir (7).

***Ksilen:*** Yavaş buharlaşan bu çözücünün yüksek düzeyde toksisiteye ve karsinojenik potansiyele sahip olduğu bildirilmektedir (89). Seanslar arası uzun dönemde güta perkanın çözünmesi için bir seçenektir (87).

***Ökalyptol:*** Kloroformdan daha az toksiktir ve antibakteriyel özelliği bulunmaktadır. Fakat yutulduğunda toksiktir. Çözücü özelliği çok azdır ancak ısıtma ile etkinliği artırılabilir (88).

***Halotan:*** Yanıcı değildir ve uçucu anestezi madde de olmasından dolayı inhalasyon anestezinde kullanılmaktadır. Toksik etkileri tartışmalıdır. Fibroblastlar üzerine kloroform ile aynı düzeyde toksisiteye neden olmaktadır (89). Etkinliği kloroformdan daha düşüktür (86).

***Benzen:*** Etkili bir çözücüdür fakat aşırı düzeyde yanıcı ve potansiyel kanserojendir (17). Sürekli olarak küçük dozlara maruz kalınması sonucu hematolojik problemlere sebep olmaktadır (89).

***Portakal yağı:*** Esansiyel olarak çinkooksit ve öjenol patından üretilmiştir (85, 90). Güta perkanın çözülmesinde ksilen ile benzer sonuçlar gösterir (90). Etki süresi ise kloroforma göre uzundur (91). Rehman ve ark.'nın yaptıkları çalışmaya göre ise kök kanalından güta perkayı uzaklaştırmada portakal yağı ve kloroform arasında fark bulunmamıştır (92).

### **Çözücüler + El Aletleri**

Eğri ve dar kanallardan kanal dolgunun sökümü için en iyi yöntem el aletleri ve çözücülerin birlikte kullanılmasıdır (87). Giriş kavitesi açıldıktan sonra 2-3 mm kadar rezervuar oluşturması için Gates-Glidden frezlerle koronal üçlüye girilir (45). Bu aletler kanalın sadece düz kısmında, basınç uygulamadan kullanılmalıdır (76). Bir iki dakika içinde güta perka çözüldükten sonra 30 numaralı H-tipi veya K-tipi eğelerle güta perka koronal üçlünden uzaklaştırılmaya başlanır. Apikale doğru sırasıyla 25, 20, 15 numaralı eğeler kullanılarak ilerlenir. Çalışma boyunca ulaşılan kadar çözücü kullanılabilir. Çalışma boyunca ulaşıldıktan sonra ise 15, 20, 25, 30 numaralı ve daha büyük eğeler sırasıyla kullanılarak apikal genişletme yapılır. Çalışma boyunca ulaşıldıktan sonra çözücü kullanılmamalıdır. Çünkü çözücü madde ve güta perka periradiküler dokulara taşarak

şiddetli ağrıya neden olabilir. Güta perka artıkları gelmeyene kadar şekillendirmeye devam edilir (8, 85).

### **Çözücüler + Döner Aletler**

Kök kanal dolgusunun sökümünde çözücü kullanımı ile kanal duvarlarının daha iyi temizlendiği ileri sürülmektedir (19). Kanal dolgusu sökümünde döner aletlerin çözücü ile birlikte kullanılmasında öncelikle kanal ağzına Gates-Glidden frezler ile veya koronal bölgeyi şekillendirmek için tasarlanmış özel Ni-Ti eğelerle girilir. Oluşan rezervuar bölgeye birkaç damla çözücü uygulanır. Açılı bir döner ege sistemi ile (0.04 ya da daha fazla) koronal üçlüdeki güta perka içine girilir. Çalışma boyuna apikal çapa uygun, azalan taper ve numaralı döner eğelerle ulaşılır. Çözücü kullanımı ile birlikte çalışma boyuna daha kolay ulaşıldığından bahsedilir (93).

Son yıllarda endodontik motorların tork ayarlarına ve kinematiklerine yönelik yenilikler yapılmıştır. Devamlı rotasyon hareketi ile çalışan ege sistemlerinin yanı sıra resiprokasyon, asimetrik rotasyon, vertikal vibrasyon, adaptif hareket gibi yeni kinematik hareketlerle kullanılan ege sistemleri bulunmaktadır (94).

## **4.6. Çalışmamızda Kullanılan Kinematik Hareketler**

### **4.6.1. Rotasyon Hareketi**

Tam tur yani 360° dönerek çalışan sistemlerin kullandığı kinematik harekettir. Rotasyon hareketi ilk olarak bir dental anguldurvaya takılabilen dikdörtgen kesitli ince iğneler kullanan Oltramare tarafından kullanılmıştır (95). Rollins ise 100 rpm'de özel olarak tasarlanmış iğnelerle kullanılan kök kanal preparasyonu için ilk kullanılan endodontik anguldurvayı geliştirmiştir. Ni-Ti el aletlerinin girişiyle pek çok rotasyonda kullanılan Ni-Ti aletler pazarlanmıştır (94).

Kök kanalı içerisinde tam tur dönme hareketiyle çalışan oldukça fazla sayıda sistem vardır. Bu sistemlerin çoğunlukla crown-down basınçsız şekillendirme yöntemiyle kullanılması önerilmektedir. Giriş kavitesinde düz bir giriş yolu oluşturduktan sonra her sistemin içerisinde bulunan başlangıç egesi ile kanal giriş

yolundaki düzensiz dentin artıkları uzaklaştırılır. Apikal transportasyona neden olmamak için sistemlerin apikal uç dizaynı genellikle kesmeyen tarzda üretilmiştir (96).

Son zamanlarda, yeni bir döner alet hareket tipi, asimetrik rotasyon tanıtılmıştır. Asimetrik rotasyon endodontik motorla ilgisi olmayan, merkez dışı enine kesitiyle eğenin tasarım özellikleri tarafından üretilir (97).

#### **4.6.2. Resiprokasyon Hareketi**

Resiprokasyon harekete göre üretilen sistemler kanal içerisindeki 360° dönüşleri kademeli olarak tamamlar (96). Resiprokasyon ilk 1964 yılında Giromatik sistem (MikroMega) ile tanıtıldıktan sonra, çeşitli endodontik resiprokasyon anguldurvaları üretilmiştir (98). Fakat zamanla el ile eğelemeden daha fazla işlemsel hata oluşturduğu için popülerliğini yitirmiştir (99).

Resiprokasyon hareketinin ilk kullanımı 2008 yılında Yared tarafından ileri sürülmüştür. ProTaper F2 eğenin kullanıldığı 144° saat yönünde ve 72° saat yönünün tersine hareket eden sistem balanced force tekniğini temel almıştır (100). Resiprokasyon hareketinde alet önce saat yönünde kesme işlevi göstermekte, daha sonraki saat yönünün tersine harekette ise kendini kök kanalı içerisinde serbestleştirmektedir. Üretici firmaların farklı dönme açıları kullandığı resiprok sistemlerde birkaç resiprokasyon hareket sonrası tam tur tamamlanır. Örneğin; Reciproc 150° ters saat yönüne 30° saat yönüne, WaveOne 170° saat yönüne 50° saat yönünün tersine dönüş hareketi kullanır. SafeSider ise 30° saat yönüne 30° saat yönünün tersine hareketi kullanır (96).

#### **4.6.3. Adaptif Hareket**

Rotasyon ve resiprokasyon hareketlerinin avantajlarını birleştirmek için adaptif hareket geliştirilmiştir. Eğe kanal içerisinde dirençle karşılaşmadığında veya çok az strese maruz kaldığında kesikli rotasyon hareketi ile çalışır. Bu sırada 600° saat yönü, 0° saat yönünün tersine açılarda eğe hareket eder. Yani eğe 600° saat yönüne döndükten sonra durur ve tekrar rotasyona devam eder. Eğenin üzerine yük bindiğinde ise resiprokasyon hareketine geçer. Bu sırada da açılar anatomik zorluğa ve eğenin üzerine gelen strese bağlı olarak 600°-0° ve 370°-50° arasında değişir (101).

## 4.7. Çalışmamızda Kullanılan Güncel Eğe Sistemleri

### 4.7.1. Endo-Eze Genius

Endo-Eze Genius (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) son zamanlarda, rotasyon ve resiprokasyon hareketlerinin hibrit kullanımı için kök kanal sistemini şekillendirmek, temizlemek ve yeniden tedavi etmek için geliştirilen eğe sistemidir. Endo-Eze Genius eğelerinin çalışan parçası, dayanıklılığı korurken esnekliğini arttırmak için ısıtılmış nikel titanyum alaşımından üretilmiştir. Bu eğeler kendine ait Genius endodontik motor (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) ile rotasyon hareketinde (8:1 redüksiyon) 300 rpm (devir/dakika) ve 0.5 Ncm (0.005nm) tork ayarında, resiprokasyon hareketinde (8:1 redüksiyon) 350 rpm (dev/dk), 90° saat yönünde ve 30° saat yönünün tersine hareketle kullanılır (102).

Bu sistemde kanal girişini genişletmek için rotasyon hareketinde 30/08 Orifice Shaper eğesi, çalışma boyunda kullanılmak üzere resiprokasyon hareketinde 25/04 Shaping eğesi ve çalışma boyuna ulaşıncaya kadar resiprokasyon ulaştıktan sonra rotasyon hareketinde kullanılan 30/04, 35/04, 40/04, 50/04 Finishing eğeleri bulunmaktadır (Resim 1) (102, 103).

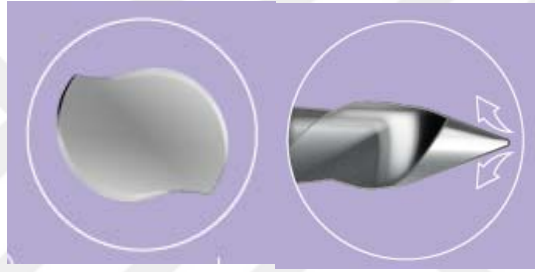


**Resim 1.** Endo-Eze Genius 30/08, 25/04, 30/04, 35/04, 40/04, 50/04 eğeleri (soldan sağa) (102).



Endo-Eze Genius sistemindeki resiprokasyon hareketi diğer bazı resiprokasyon hareketlerinde kullanılan sistemlerden farklı olarak ilk başta saat yönüne hareketle (90° saat yönüne, 30° saat yönünün tersine) başlar. Üreticinin diğer iddiası ise benzersiz resiprokasyon hareketi ile güvenliği sağlarken, rotasyon hareketiyle de etkinliği arttırmaktır (102, 104).

Endo-Eze eğelerinin enine kesiti S şeklindedir. Bu kesit sayesinde, asimetrik resiprokasyon ve rotasyon hareketleri için saat yönüne pozitif hareketle çift kesme açısı oluşturur (Resim 2). Yivler arasındaki geniş boşluklar kanallardan debris kaldırmayı en üst düzeye çıkarır. Eğelerin kesmeyen ucu sayesinde de kanalda basamak oluşması önlenir (Resim 2) (102).



**Resim 2.** Endo-Eze Genius eğe sisteminin enine kesiti ve uç görüntüsü (102).

Yapılan literatür taramasında ulaşılabilen veriler sonucunda Endo-Eze Genius eğe sisteminin kanal dolgusu yenilenmesi sırasında kullanıldığı herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Bu nedenle kanal yenileme sırasında apikalden taşan debris, sıvı ve sonrasında geriye kalan dolgu miktarı Endo-Eze Genius çalışmalarıyla karşılaştırılamamıştır.

#### **4.7.2. ProTaper Next**

ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) devamlı asimetrik rotasyon hareketinde kullanılan son yıllarda ortaya çıkan eğe sistemidir. Bu sistemdeki eğeler özel termal işlem olan M-wire işlem uygulanmış nikel titanyum alaşımdan üretilmiştir (105). Bu işlem sayesinde eğe kesme etkinliğini sürdürürken, elastikiyetini de artırır. Ayrıca, döngüsel yorgunluğa olan direnci artırarak eğe kırığı riskini azaltır (106).

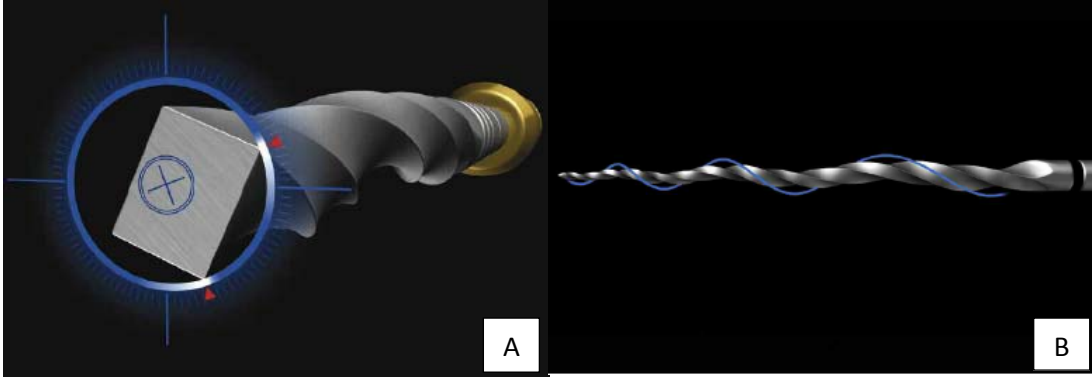
Bu sistem değişken taperlı X1 Shaping (17/04), X2 Shaping (25/06), X3 Optional (30/07), X4 Optional(40/06), X5 Optional (50/06) eğelerinden oluşmaktadır (Resim 3). Üretici talimatlarına göre rotasyon hareketine ayarlanan endodontik motor (VDW Silver Reciproc, VDW) 300 rpm / 2 – 5.2 Ncm’de ayarlanmalıdır (107).



**Resim 3.** ProTaper Next eğe sistemi X1 Shaping (17/04), X2 Shaping (25/06), X3 Optional (30/07), X4 Optional(40/06), X5 Optional (50/06) (108).

Üreticinin iddiası ProTaper Next eğelerinin eşsiz kıvrılma hareketi ve üstün esnekliği, eğimi fazla, dar kanalların şekillendirilmesinde piyasadaki birçok nikel titanyum sisteme göre daha fazla olanak sağlaması ve eğelerin kırılma riskinin önemli ölçüde azalmış olmasıdır. Ayrıca, kesme etkinliğinin yüksek oluşu ve daha az alet kullanımı şekillendirme süresini kısaltır (108).

ProTaper Next’in yeni “off centered” dikdörtgen kesiti (Resim 4A), eğeye kök kanalında ilerlerken yılan benzeri bir kıvrılma hareketi sağlar (Resim 4B) (13, 22). Bu enine kesit sayesinde rotasyon sırasında debris ve artıkların taşınması için daha geniş bir alan oluşturur (15, 109).



**Resim 4.A** ProTaper Next eğe sisteminin enine kesiti, **B.** Yılan benzeri kıvrılma hareketi (107).

Yapılan literatür taramasının ulaşılabilen veriler sonucunda, kanal yenileme sırasında apikalden taşan debris ve sıvı ile ilgili üç çalışma bulunmuştur (22, 27, 28).

Pawar ve ark. (28) yaptıkları çalışmada kanal dolgusu yenileme sırasında ProTaper Universal retreatment eğeleri sonrası kök kanal dolgu artıklarını kaldırmak için ek eğe gerekip gerekmediğini değerlendirmişlerdir. Grup 1’de ProTaper Universal retreatment, Grup 2, 3, 4’de ise sırasıyla ProTaper Universal retreatment eğelerine ek olarak ProTaper Next, WaveOne, Self-Adjusting eğeleri kullanılmıştır. Protaper retreatment eğeleri sonrası WaveOne grubunda %27, ProTaper Next grubunda %19, Self-Adjusting grubunda %12 debris taşmasında artış görülmüştür. Tüm gruplar arası anlamlı fark gösterilmiş ve Self-Adjusting eğesi ek eğe olarak kullanıldığında kök kanal dolgusu artıklarını kaldırmak için daha az debris taşması göstermiştir (28).

Nevares ve ark. (22) yaptıkları çalışmada şiddetli eğimi bulunan köklerin Reciproc veya ProTaper Next sistemleri kullanılarak kök dolgu materyalinin sökülmesi sırasında apikalden taşan debris miktarını karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Myers and Montgomery (110) yöntemi kullanılan çalışmanın sonucunda her iki sistemin de tüm örneklerde debris taşırdığını ve Reciproc ve ProTaper grupları arasında anlamlı fark olmadığı belirtilmiştir (22).

Yılmaz ve Özyürek (27) yaptıkları çalışmada ProTaper Next, Reciproc, Twisted File Adaptive eğelerinin kanal yenileme sırasındaki apikalden taşan debris miktarını ve kanal yenileme işlemleri sırasındaki süreleri karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Taşan debris miktarı sırasıyla Reciproc> Twisted File Adaptive> ProTaper Next olarak

bulunmuştur. ProTaper Next grubuyla karşılaştırıldığında, Reciproc grubundaki taşan debrisin anlamlı olarak daha fazla olduğu belirtilmiştir. Kanal yenileme sürelerine baktığımızda gruplar arasında anlamlı bir fark belirtilmemiştir (27).

Literatürde ProTaper Next'in kanal yenileme işlemi sonrası geriye kalan gütâ ve pat miktarını değerlendiren dört etkinlik çalışması bulunmuştur (13, 15, 106, 109). Nevares ve ark.'nın yaptıkları çalışmada şiddetli eğim bulunan köklerdeki dolum materyalinin Reciproc ve ProTaper Next ile sökümü sonrası apikal transportasyon, dentin kaldırma miktarı ve geriye kalan dolgu miktarını karşılaştırmayı amaçlamıştır. Mikro-bilgisayarlı tomografi ile değerlendirilen çalışmada her iki ege sistemi de dolum materyalini etkili bir şekilde kaldırmış ve gruplar arasında benzer oranlarda materyal kalmıştır. Dentinin kaldırılma miktarı, apikal transportasyon ve çalışma zamanı her iki grup için de benzerdir (13).

2016 yılında Özyürek ve Demiryürek yaptıkları çalışmada ProTaper Universal retreatment, Reciproc, Twisted File Adaptive ve ProTaper Next kullanılarak kök kanal yenileme sonrası kök duvarlarının temizliğini karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Kanal yenileme sonrası örnekler ikiye ayrıldıktan sonra stereomikroskop ile geriye kalan gütâ perka ve pat miktarı değerlendirilmiştir. Ek olarak, gütâ perkayı kaldırmak için geçen toplam süre de kronometre ile hesaplanmıştır. Sonuç olarak, diğer gruplarla karşılaştırıldığında ProTaper retreatment grubunda toplam kanal yenileme süresi anlamlı olarak en kısadır. Ayrıca, ProTaper Next ve ProTaper retreatment grubunda Twisted File Adaptive ve Reciproc grubuna göre daha az gütâ perka ve kanal patı artıkları kalmıştır (15).

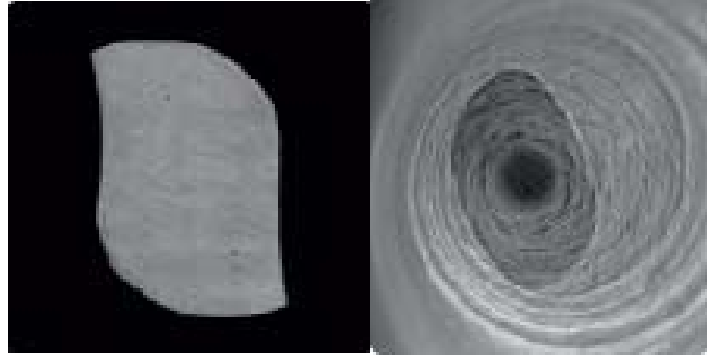
2017 yılında Martins ve ark. yaptığı çalışmaya göre, oval kanallardan kök kanal dolgusunu kaldırma sırasında Reciproc ve ProTaper Next sistemlerini sonik veya ultrasonik gibi ek temizleme yöntemleri kullanarak temizleme etkinliğini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Tüm örnekler işlem öncesi ve sonrası mikro bilgisayarlı tomografi kullanılarak analiz edilmiştir. Kanal yenileme sonrası grupların hiçbirinde dolgu materyalinin tamamı temizlenememiştir ve geriye kalan dolgu materyali ortalama değerleri koronal, orta, apikal bölgeleri arasında ve ege sistemleri arasında anlamlı fark görülmemiştir (109).

Yine 2017 yılında Özyürek ve Demiryürek'in yaptıkları çalışmaya göre ProTaper Universal retreatment, ProTaper Next nikel-titanyum sistemler ve H-tipi el eğeleri ile alt çene molar dişlerin eğimli mezyal köklerindeki kök kanal dolgusunun yenilenmesi sonrası kök duvarlarının temizliğini ve güta perka ve kanal patını uzaklaştırmak için geçen süreyi karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Örnekler kök kanal sökümü sonrası mezyo- distal yönden alınan radyografilerle analiz edilmiş ve kök kanal tedavisi yenilenmesi için gerekli süre kronometre yardımıyla hesaplanmıştır. Çalışmanın sınırları dahilinde kök kanal tedavisi yenilenme için gereken toplam süre PTR ve PTN gruplarında el eğesi grubuna göre istatistiksel olarak daha kısaydı. Geriye kalan güta perka ve kanal patı miktarına baktığımızda PTN ve PTR grupları Hedström el eğesi grubuna göre anlamlı olarak daha az materyal bırakmıştır (106).

#### **4.7.3. Reciproc Blue**

Reciproc (VDW, Münih, Almanya) resiprokasyon hareketi sergileyen kök kanalını sadece tek eğe ile temizleyip şekillendirmeyi sağlayan eğe sistemidir. Bu sistem termal uygulama işlemi görmüş M-Wire NiTi alaşımdan yapılmıştır. Bu M-Wire alaşımdaki eğelerin yararı esnekliğinin ve döngüsel yorgunluk direncinin artırılmış olmasıdır (111).

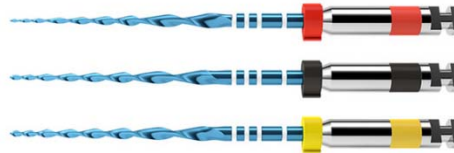
Reciproc Blue (VDW, Münih, Almanya) bilinen Reciproc eğesinin son sürümü olan kısa süre önce piyasaya sunulan tek eğe sistemidir (112). Reciproc Blue, Reciproc eğesindeki gibi aynı değişken taper, kesmeyen uç, 2 kesici kenar, S şekilli enine kesit ve resiprokasyon hareketi sunan eğe sistemidir (Resim 5) (113, 114). Bununla birlikte, Reciproc Blue eğeleri yeni bir ısıl işlemle moleküler yapıyı değiştirerek üretilmektedir. Bu termal tedavide özel ısıtma-soğutma yöntemi kullanır. Bu termomekanik işlem sonucu olarak üzerinde titanyum oksit tabakası ile kaplanan mavi renkli alet meydana gelir. Bu NiTi alaşımın şekil hafızasını azaltır (115, 116).



**Resim 5.** Reciproc Blue eğe sisteminin enine kesiti ve kesmeyen uç görüntüsü (117).

Üretici firma Reciproc (M-Wire) eğelerine göre Reciproc Blue'nun daha esnek hale geldiğini, kırılma riskinin daha da düştüğünü ve 2 kat daha fazla döngüsel yorgunluk direnci sergilediğini iddia etmektedir (118). Sonuç olarak, bu işlem sayesinde kök kanal preparasyonu daha da güvenli ve diş hekimi için daha kolay olduğu ileri sürülmektedir. Buna ek olarak, diş hekimi, ihtiyaç duyulduğunda kanallara daha kolay erişmek için aletlere ön eğim verebilmektedir (117).

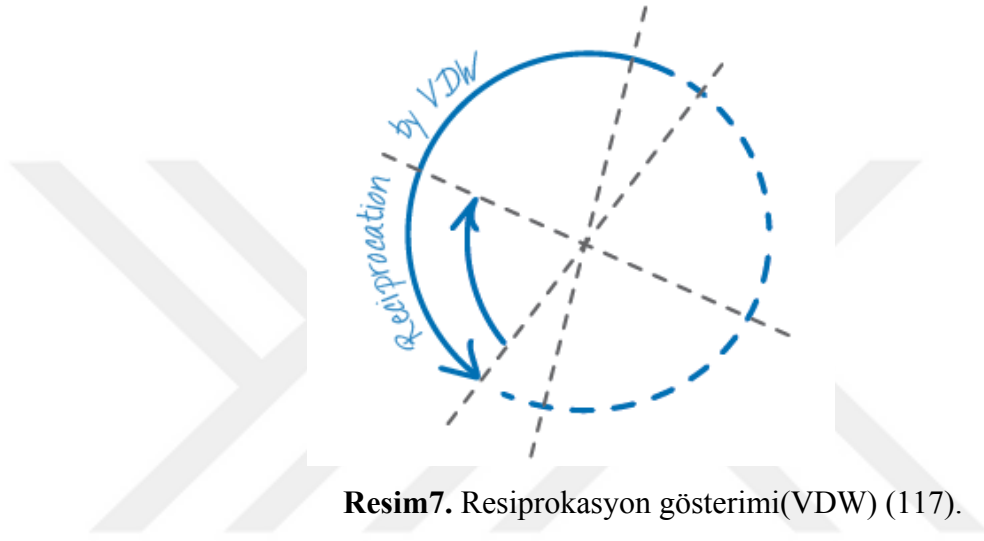
Reciproc Blue eğe sistemi 3 aletten [R25 eğesi (25/08), R40 eğesi (40/06) ve R50 (50/05) eğesi] (Resim 6) oluşur ve resiprokasyon açıları VDW endodontik motorlara ve Reciproc alet tasarımına özeldir (117). Reciproc ALL modu 150° saat yönünün tersine ve 30° saat yönüne rotasyon hareketlerinden meydana gelir (Resim 7) (119). Saat yönünün tersindeki 150 derecelik hareket ile eğe, dentin duvarına saplanır ve dentini keserken saat yönündeki 30 derecelik hareket eğenin serbestleşmesine ve kök kanalından çıkarılmasına olanak sağlar. Bu hareket vidalama etkisini ve eğenin kırılma ihtimalini azaltır (120).



**Resim 6.** Reciproc Blue R25, R40 ve R50 eğeleri (yukarıdan aşağıya) (117).

R25 eğesi (25/08) #20 eğe pasif olarak çalışma boyuna gitmiyorsa, R40 eğesi (40/06) #20 eğe pasif olarak uca ilerliyor fakat #30 eğe gitmiyorsa, R50 (50/05) #30 eğe

pasif olarak çalışma boyunca ilerliyorsa kullanılır. Kanal dolgusu yenileme işleminde ise öncelikle koronal üçlüdeki gütü perka Gates glidden, ultrasonikler, vb, aletlerle kaldırılır. Eğer gerekli ise çözücü ile gütü perka yumuşatılabilir. Daha sonra, R25 eğesi çalışma boyunca ulaşana kadar kullanılır, duvarlarda geriye kalan dolgu malzemesini kaldırmak için fırçalama hareketi uygulanabilir. Son olarak, eğer gerekli ise apikal genişliği arttırmak için R40 veya R50 kullanılabilir (117).



**Resim7.** Resiprokasyon gösterimi(VDW) (117).

Literatür taramasına göre Reciproc Blue'nun kanal yenilemede kullanıldığı herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Fakat kök kanal şekillendirilmesi sırasında apikalden taşan debris miktarını değerlendiren 2018 yılında Uslu ve ark. tarafından yapılmış tek bir çalışma bulunmaktadır (114). Bu çalışmadaki amaç vücut sıcaklığında kök kanal preparasyonunda kullanılan Reciproc Blue, Hyflex EDM ve Xp-endo Shaper eğelerinin apikalden taşan debris miktarını incelemektir. Tüm işlemler Lu ve ark.'nın çalışmasına (121) göre periodontal ligamenti taklit etmesi için eppendorf tüplere agar jel yerleştirilerek gerçekleştirilmiştir. İşlem sonrası tüm şekillendirme eğeleri apikal foramenden debris taşmasına neden olmuştur. Bu in vitro çalışmanın sınırları dahilinde test edilen farklı eğeler için sadece Xp-endo Shaper ve Reciproc Blue arasında anlamlı bir fark varken, apikalden taşan debris miktarı Reciproc Blue> Hyflex EDM> Xp-endo Shaper olarak bulunmuştur (114).

#### 4.7.4. Tango-Endo

Tango-Endo (TE, EDS Dental, S. Hackensack, NJ, USA) son yıllarda tanıtılan kök kanal sisteminin şekillendirilmesi ve dentinin kaldırılması için endodontik tedavide kullanılan eğe sistemidir. Üretici firma Tango-Endo eğe sistemi ile çoğu vakanın yalnızca iki aletle tamamlandığını iddia etmektedir (122).

Geleneksel NiTi alaşım veya krom'dan yapılmış 2 eğeden (30/02 Shaper ve 30/04 Finisher) (Resim 8) oluşan yeni Tango-Endo eğe sistemi, bu sisteme özel 4:1 redüksiyonlu bir anguldurva (Resim 9) ile kendine özgü resiprokasyon hareketi sergilemektedir. Tango-Endo endodontik anguldurva 2500- 3000 rpm'e ayarlanmış mevcut endodontik motor ya da her tip havalı ve elektrikli mikro motor ile kullanılabilir. Ayrıca geniş kanallar için 40/02 ve ekstra geniş kanallar için 50/02'lik eğeleri de bulunmaktadır (122). Resiprokasyon hareketi kullanan Tango-Endo, diğer eğe sistemlerinden farklı olarak tam bir döngüyü tamamlamaz (123).



**Resim 8.** Tango-Endo 30/02 Shaper (tek mavi bant) ve 30/04 Finisher (çift mavi bant) eğeleri (122)

Üretici, bu eğenin kesme etkinliğinin patentli 2 vertikal bıçak yüzeyi ile geliştirildiğinden bahseder. Bu 2 bıçak yüzeyi sayesinde dentinal debrisler için alan yaratılır, alet en az dirençle apekse kadar ilerleyebilir. Bu tasarım nedeniyle geliştirilmiş alet dayanıklılığı kullanım sırasında basınç ve çekme gerilimlerini azaltır. Ayrıca güçten ödün vermeden arttırılmış esneklik sağlar (122, 123).



Bu nedenle biz de bu çalışmamızda Tango- Endo sisteminin debrisler için kaçış alanı yaratması ve kendine özgü resiprokasyon hareketi nedeniyle kanal dolgusu yenileme sırasında etkinliğini ve apikalden taşan debris ve sıvı miktarını karşılaştırdık. Literatür taramasına göre Tango-Endo eğesinin kanal dolgusu yenilemesi sırasında kullanıldığı herhangi bir çalışma bulunamamıştır.



**Resim 9.** 4:1 redüksiyonlu Tango- Endo endodontik anguldurva (122)

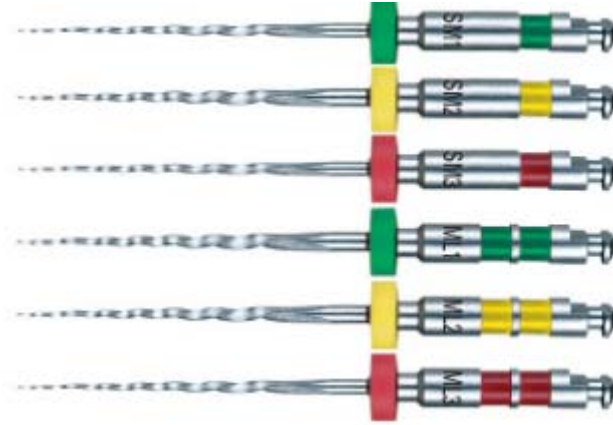
#### **4.7.5. Twisted File Adaptive**

Twisted File Adaptive, (SybronEndo, Orange, CA, USA) rotasyon ve resiprokasyon hareketlerinin kombinasyonu ile kullanılan bir NiTi eğe sistemidir. Bu eğe sistemi resiprokasyon hareketinin dezavantajlarını en aza indirerek maksimum avantaj sağlamayı hedefleyen adaptif hareketle çalışır (124). Şekillendirme sırasında oluşan strese göre sistem ya kesintili rotasyon hareketi yaparak daha iyi kesme etkinliğine olanak sağlar, ya da resiprokasyon moduna geçerek kanal içi başarısızlık riskini azaltır. Uygulama yükü az veya hiç olmadığında, eğe kesikli rotasyon hareketi ile çalışır. Eğenin bu hareketi esnasında saat yönü (CW) ve saat yönünün tersine (CCW) açılar:  $600^0-0^0$  'dir. Yani saat yönüne  $600^0$  ilerledikten sonra durur ve tekrar rotasyona devam eder. Fakat dentine saplandığında veya yük bindiğinde eğe resiprokasyon çalışma moduna geçer. Bu çalışma modunda saat yönüne ve saat yönünün tersine açılar sabit değildir. Bu açılar  $600^0-0^0$  ile  $370^0 -50^0$  ye kadar değişim gösterir (Resim 10) (105, 119, 125).



**Resim 10.** Adaptif hareket gösterimi

Farklı klinik durumlara otomatik olarak adapte olabilen bu kinematik hareket, R-fazı teknolojisiyle üretildiği için zaten avantajlı olan TF Adaptive eğelerini daha da avantajlı kılar. Bu ege sisteminde SMALL (SM) ve MEDIUM/LARGE (ML) olmak üzere iki ege grubu bulunmaktadır. SM grubu 20/04, 25/06 ve 35/04 numaralı eğeleri içerir. ML grubu ise 25/08, 35/06 ve 50/04 numaralı eğelerden oluşmaktadır. 15 numara K-tipi ege çalışma boyuna ilerlerken zorlanıyorsa SM ege grubu, rahat ilerliyorsa ML ege grubu ile şekillendirme yapılır (Resim 11)(126).



**Resim 11.** Twisted File Adaptive ege sistemi SM1 20/04, SM2 25/06, SM3 35/04, ML1 25/08, ML2 35/06, ML3 50/04 (yukarıdan aşağıya)

Twisted File Adaptive aletleri kendine ait endodontik motorla (Elements Motor; Sybron Endo, Orange, CA, ABD) kendi modunda kullanılır. Üretici talimatları endodontik motorun yaklaşık olarak 600 rpm'de ayarlanması gerektiğinden bahseder (119).

Yapılan literatür taramasında ulaşılabilen veriler sonucunda kanal yenileme sırasında Twisted File Adaptive'in kullanılıp apikalden taşan debris bakılan sadece bir çalışma bulunmuştur. Bu daha önce de bahsedilen ProTaper Next, Reciproc, Twisted File Adaptive eğelerinin kanal yenileme sırasındaki apikalden taşan debris miktarını ve süreleri karşılaştırmak amaçlayan Yılmaz ve Özyürek'in 2017 yılında yaptıkları çalışmadır. Apikalden taşan debris ve süre sonuçlarına baktığımızda Twisted File Adaptive'in diğer gruplarla arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (27).

Twisted File Adaptive'in kanal yenileme sonrası etkinliğine bakılan iki çalışma bulunmaktadır. Bunlardan biri yine ProTaper Next çalışmalarında da bahsedilen 2016 yılındaki Özyürek ve Demiryürek'in yaptıkları ProTaper Universal retreatment, Reciproc, Twisted File Adaptive ve ProTaper Next eğelerinin geriye kalan gütta perka ve kanal patı miktarını değerlendirmeyi amaçladıkları çalışmadır. Stereomikroskop ile görüntülenen örnekler arasında ProTaper Next ve ProTaper retreatment grubunda Twisted File Adaptive ve Reciproc grubuna göre anlamlı olarak daha az gütta perka ve kanal patı artıkları kalmıştır (15).

Diğer bir çalışmada Akbulut ve ark. Twisted File Adaptive, Reciproc, ProTaper Universal retreatment ve el eğelerinin kök kanal dolgu kaldırma etkinliğini KIBT ile değerlendirmeyi amaçlamıştır. İşlem öncesi ve sonrası örneklerin KIBT ile görüntüleri alınmış geriye kalan dolgu miktarının hacimsel oranı belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre kök kanal dolgusunu Reciproc ve ProTaper UR sistemleri Twisted File Adaptive ve el eğelerinden daha etkin kaldırmıştır (127).

#### **4.8. Kök Kanal Dolgusu Yenileme Sırasında Apikalden Taşan Debris ve Sıvı Miktarını Değerlendiren Yöntemler**

Kök kanal tedavisi veya kök kanal dolgusu yenileme sırasında apikalden debris çıkışının değerlendirilmesi için birçok farklı düzenek tasarlanmıştır. Literatür taramasında kanal yenileme sırasında hazırlanan birçok farklı düzenek bulunmuştur.

Imura ve ark. kanal yenileme sırasında apikalden taşan debris ölçmek için işlem öncesi kök apeksine bir parça alüminyum folyo yerleştirmişlerdir. Bu alüminyum folyo

kullanılmadan önce tartılmıştır. İşlem sonrası da tartılan alüminyum folyonun ağırlığının ilk başta tartılan ağırlık çıkarılarak taşan debris miktarı bulunmuştur (128).

2000 yılında Bramante ve Betti (129), 2001 yılında Betti ve Bramante (82) ve 2012 yılında Mollo ve ark. (130) apikalden taşan materyal miktarını görsel olarak değerlendirmiş ve skorlama sistemi kullanarak karşılaştırmıştır. 2008 yılında ise Somma ve ark (131) skorlama sistemi öncesi taşan debrisı looplarla değerlendirirken, 2015 yılında Silva ve ark. (132) taşan debrisı operasyon mikroskobu sonrası görsel olarak karşılaştırmışlardır. Bu yöntemlerin dezavantajı tekniklerin arasındaki farklılıkları saptamaya yetecek kadar duyarlı olmayacağı ve taşan debrisı yarı kantitatif belirlemesidir (83).

1991 yılında Ladley ve ark (133) ve 2000 yılında Imura ve ark (93) kök apeksinden taşan materyal miktarını ölçmek için kağıt filtresi kullanmışlardır. Taşan debris işlem öncesi ve sonrası kağıt filtrenin tartılıp aradaki farkın bulunmasıyla hesaplamışlardır.

En fazla kabul gören ve kullanılan yöntem ise 1991 yılında Myers ve Montgomery tarafından geliştirilmiştir (110). Bu yöntemde dış kauçuk bir stopper içinden geçirilip sabitlenir ve kök kanal işlemleri sırasında apikalden taşan debris ve sıvı cam kap içinde biriktirilir. İç ve dış basıncın eşitlenmesi için de 25 gauge enjektör iğnesi stopper içinden geçirilir. Genel olarak deney düzeneği bu şekilde oluşmakla birlikte daha sonraları bazı değişiklikler yapılmıştır. Debrisin biriktirilmesi için eppendorf tüpler de kullanılmaktadır (32, 134, 135). Bu yöntemle dışın yerleştirildiği kauçuk stoper dışın apeksi eppendorf tüpün içinde asılı olacak şekilde uygulanır ve tüpün kapağına sabitlenir. Bu çalışmalarda önemli noktalardan biri deney düzeneğinin kök kanal işlemi sırasında hareket etmemesi diğeri ise araştırmacının deney yapılan dışı görmemesi gereklidir. Bu nedenle düzenek sabitlenmeli ve rubberdam takılarak veya alüminyum folyo ile sarılarak araştırmacının apikal bölgeyi görmesi engellenmelidir. İşlem öncesi ve sonrası debris biriken kap hassas terazide tartılarak aradaki fark belirlenmekte ve sayısal olarak debris miktarı hesaplanmaktadır. Debris çıkışı ile birlikte irrigasyon sıvılarının da taşması nedeniyle işlem sonrası sıvının buharlaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla 37° ortam sağlayan inkübatörlerden faydalanılabilir (136).

Hazırlanan düzeneklerin apikal doku basıncını taklit etmesi için birçok yöntem kullanılmıştır. 2014 yılında Bürklein ve ark (137), 2017 yılında Yılmaz ve Özyürek (27) periodontal ligamenti taklit etmesi için dişlere ince bir tabaka silikon kaplamışlardır. Ayrıca agar jel (121) ve çiçek köpüğü (138, 139) de apikal bariyer olarak kullanılmıştır.

Altundaşar ve ark. göre çiçek aranjman köpüğünün sağladığı direnç, periapikal dirence sahip olmayan ekstrüzyon çalışmalarında genellikle kullanılan sıfır geri basınçtan daha gerçekçi olabilir. Diğer bir yandan çiçek köpüğü bariyer görevi görürken bazı irriganları emebileceği akılda tutulmalıdır (138). Mitchell ve ark. (140) göre ise agar jel yoğunluğu sağlam periapikal dokuları veya periradiküler koşulları taklit edemez. Köpük ise taşan debris ve sıvıyı emerek miktarı değiştirebilir (24).

Bazı çalışmalar sadece debris değil aynı zamanda taşan sıvı miktarını da ölçmüşlerdir. Biriktirme kabının yanına kalibre edilmiş 0.5 ml'lik rehber kap yerleştirilir. Bu sayede apikalden taşan sıvı miktarı sayısal olarak belirlenebilir (110, 141). Taşan sıvı miktarının ölçülebileceği diğer bir yöntem de biriktirme kabının tamamen sıvı ile doldurulmasıdır. Ventilasyon özelliği bulunan bir enjektör yardımıyla taşan sıvı çekilmekte ve apikalden taşan debris miktarı da bu şekilde belirlenmiş olmaktadır (25, 142).

Taşan sıvının uzaklaştırılması için kullanılan diğer bir yöntem ise liyofilizasyon olarak adlandırılan dondurarak kurutma olarak belirtilen kimyasal bir işlemdir. Bu yöntem klasik kurutmadaki oda ısısı ve nemdeki en ufak değişikliklerin bile sonucu değiştirebileceğinden dolayı tercih edilebilir (143).

Sıvının uzaklaştırılması sonrası debris miktarının sayısal olarak ölçülmesi için hassas teraziden yararlanılır. Bu işlemde doğru sonuç alınabilmesi için ölçümlerin 3 kez tartılıp ortalamasının alınması gerekmektedir. Fairbourn ve ark. göre havadaki nem bile ölçümleri etkileyebilir (144).

Ruiz- Hubard ve ark. (145) doğal dişler yerine akrilik dişler üzerinde apikalden taşan madde miktarı çalışması yapmışlardır. Bu akrilik modellerin hem düz hem de eğri kanalları yansıtan örnekleri mevcuttur ve modellerdeki çukurcuklar debris

birikebileceği şekildedir. Debris ve sıvı birikiminden sonra filtreler fırın içinde bekletilerek nemden uzaklaştırılır. Biriktirilen debris milipor bir filtre içine yerleştirilir ve debris içeren filtrenin ağırlığından boş filtre ağırlığı çıkarılarak taşan debris miktarı kantitatif olarak belirlenir (145).

Bazı apikalden taşan debris ve sıvı çalışmalarında taşan bakteri miktarı da değerlendirilmiştir (29, 141, 146). Bu çalışmalarda *Enterococcus faecalis*'in uzun süre canlı kalabilmesi ve üretilmesinin kolay olması nedeniyle biyolojik marker olarak seçilmektedir. Debris çalışmalarına benzer olarak kullanılan düzenekte örneklerin uygulandığı kauçuk stoperler bulunur ve konteyner kapaklarının üzerine uygulanır. Biriktirme kaplarına %0.9'luk serum fizyolojik doldurulur. Kanallar tamamen *Enterococcus faecalis* ile doldurulur. Antiseptik faktörün çalışmayı engellemesi için kanal irrigasyonu salin solüsyonu ile yapılır. Laboratuvar testlerinin öncesinde ve sonrasında kaplardan solüsyon alınarak bakteri sayımı yapılır. 37°'de 24 saat bekletildikten sonra bakteri kolonileri sayılır.

#### **4.9. Kök Kanal Dolgusu Yenileme Etkinliğini Değerlendiren Yöntemler**

**Radyografik Yöntem:** In vitro yapılan çalışmaların çoğunda kök kanal dolgusu yenileme sonrasında kanal duvarlarındaki geriye kalan gütta perka ve pat miktarını değerlendirmek için radyografik yöntem kullanılmıştır (106, 132, 147-150). Bu yöntem, üç boyutlu bir yapının sadece iki boyutlu değerlendirmesini ve geriye kalan gütta perka ve pat miktarının küçük hacimlerinin sınırlı olarak tespit edilmesini mümkün kılabilen kısıtlamalara sahiptir (106, 151). Bu yöntemde mezyo-distal ve bukkal-lingual yönlerde radyografi alınarak geriye kalan gütta perka ve pat miktarı belirlenmektedir (132, 148-150). Kanal yenileme etkinliğini radyografi ile değerlendirmede kök kanalında ince tabakalar halindeki ince gütta perka ve kanal patı artıkları dentine benzer radyoopasitede olmalarından dolayı gözden kaçarak temizlenememiş olabilir ve in vivo ortamda lamina dura ve spongioz kemiğin süperpozisyonu ile daha da zor fark edilebilir (147, 152). Ayrıca in vivo ortamda mezyo-distal yönde radyografi almak olası değildir (147). Tüm örnekler için aynı teknik kullanıldığından bu gibi dezavantajları en az seviyeye indirildiği düşünülmektedir (106). Vale ve ark. da radyografik yöntemin hem mantıksal hem de klinik olarak geçerli bir kaynak olduğundan bahseder (153).

***Dişlerin Şeffaflaştırılması:*** Kök kanal dolgusu yenileme etkinliğini değerlendiren bazı çalışmalar dişlerin şeffaflaştırılması yöntemini kullanmıştır (154-156). Bu yöntemde dişler 3 gün oda sıcaklığında %5'lik nitrik asitte demineralize edildikten sonra 12 saat %80, 1 saat %90, 3 saat %100 etil alkol konsantrasyonlarında dehidrate edilmiş ve şeffaf olana kadar oda sıcaklığında metil salisilat içinde bekletilmiştir (155, 157). Bu şeffaf hale gelen dişlerin mikroskop altında mezyo-distal ve buko-lingual yönden fotoğrafları çekilmektedir. Bu görüntüler bilgisayar ortamında imaj analiz programları ile kalan güta perka ve kanal patı miktarı incelenmektedir (155).

Önceki kanal yenileme etkinliğini değerlendiren çalışmalarda ya kökler uzunlamasına bölünerek (158) ya da radyografik olarak (132, 153) değerlendirilmiş ve doğrusal (93) veya skala sistemiyle (83) incelenmiştir. Bu iki boyutlu görüntüleme yöntemleriyle karşılaştırıldığında dişlerin şeffaflaştırılması yöntemi gibi kök kanal sisteminin üç boyutlu görüntülemesi kanal yenileme sonrası geriye kalan güta perka ve pat artıklarını daha iyi anlamamızı sağlar (156, 159). Ayrıca köklerin uzunlamasına ayrılması sırasında güta perka ve kanal patı artıkları yer değiştirebilir (160).

Dişlerin şeffaflaştırılması yöntemi basittir fakat bazı olası problemler vardır. Bunlardan biri dekalsifikasyonun son noktasını belirleme güçlüğüdür. Bunun sonucunda tamamlanmamış dehidratasyon bölgelerinde dişlerin rengi opak olmaktadır. Bu problem ilave %100 etil alkol kullanımıyla düzeltilebilir. Diğer sık karşılaşılan problem, hava ile kurulama sonrası opasitesinin ilerlemesidir. Buna rağmen, metil salisilat'a daldırılmasıyla geri döndürülebilir (157).

***Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM):*** Bu yöntemle yatay veya dikey kesit alınan dişler vakumla kurutulur, taramalı elektron mikroskobuyla incelenmeden önce altın püskürtülerek kaplanır (161-163). Farklı büyütme [x750 (164), x1000 (163), x2000 (161)] sonucu görüntüler skorlama yöntemleriyle değerlendirilir. Bu yöntem daha çok açık veya kapalı dentin tübüllerini (162), dentin tübüllerindeki dolgu materyalinin penetrasyonunu ve smear tabakasını, duvarlardaki geriye kalan dolgu miktarını değerlendirmekte kullanılır (161, 163). Taramalı elektron mikroskobu ile elektron ışını tarafından oluşturulan görüntü, sadece kanal duvarlarının konturunu değil, aynı zamanda kanal patı ile ortaya çıkan üç boyutlu bir görüntü sergileyebilmektedir (165). Bununla birlikte sadece taramalı elektron mikroskobu dentin tübüllerinin ve

buradaki dolgu malzemesinin son derece ayrıntılı bir şekilde gözlemlenmesini sağlar. Bu tekniğin dezavantajı düşük büyütmede tüm alanın görüntüsünün elde edilememesidir (161).

Yeni geliştirilen çevresel taramalı elektron mikroskopisi, geleneksel taramalı elektron mikroskopisinden farklı olarak metalizasyon işlemi gerektirmez ve aynı örneğin farklı işlemler sonrası yeniden değerlendirmesine olanak sağlar (164).

**Dental Operasyon Mikroskobu:** Dental operasyon mikroskobu, gelişmiş aydınlatma ve büyütme nedeniyle rutin endodontik işlemler için in vivo olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır (166). Endodonti için mikroskop kullanımının bilinen avantajları; hekimin kök kanal sistemini araştırmasını ve daha etkin bir şekilde temizlemesini ve şekillendirmesini sağlayan kök kanal anatomisini görselleştirmesini içerir (152, 167). Bu gibi nedenlerle kanal dolgusu yenileme sırasında da nekrotik doku veya bakteri barındırabilen kalan dolgu malzemesinin saptanmasını kolaylaştırır (5, 168).

Laboratuvar çalışmalarında geriye kalan dolgu miktarı operasyon mikroskobu yöntemi ile de değerlendirilebilir (169). Uzunlamasına ikiye ayrılan örnekler farklı büyütmelerdeki operasyon mikroskobu ile görüntülenir (170). Dental operasyon mikroskobuna bağlı kamera ile görüntüler fotoğraflanır ve imaj görüntüleme programları ile incelenir (171, 172). Bu yöntem radyografik yöntemin dezavantajlarını en aza indirerek daha etkin geriye kalan dolgu miktarı değerlendirmesi sağlar (152, 171).

**Konfokal Lazer Tarama Mikroskobu:** Konfokal mikroskop farklı derinliklerdeki yüksek çözünürlüklü optik görüntüleri alabilmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde örnek üzerine lazer ışını gönderilir ve yansıtma mekanizması ile bu ışın tarama ışınına çevrilir. Objektif lensi yardımıyla floresan, işaretlenmiş örnek üzerindeki tek küçük noktaya toplanır. Böylece görüntüleme yüksek çözünürlükte yapılmış olur (173).

Bununla birlikte bu yöntem kök kanalları ve dentin tübüllerindeki geriye kalan dolgu malzemesini özel işlem gerektirmeden değerlendirebilir. TEM ile



karşılaştırıldığında örneklerin kurutulmasına gerek yoktur ve daha az artefakt oluşur (174). Dentin tübüleri ve kanal patının ayırt edilebilmesi için kanal patına Rhodamine B eklenir (175, 176).

Konfokal mikroskop endodontide kanal patlarının dentin tübülerine penetrasyonlarını (177) ve doldurma tekniklerinin karşılaştırılmasında, çeşitli irrigasyon solüsyonlarının ve tekniklerinin patların dentin tübülerine olan penetrasyonuna olan etkilerinin incelenmesinde kullanılmaktadır (178).

***Işık Mikroskobu:*** Taramalı elektron mikroskobu ve konfokal lazer taramalı mikroskobu gibi ışık mikroskobu da dentin tübülerine dolgu materyalinin penetrasyonunu değerlendirmede kullanılabilir (161, 179).

Birçok çalışma kanal patlarının tübüllere penetrasyonunu taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirmiştir (161, 163, 164). Taramalı elektron mikroskobunun homojen sonuçlar elde etmedeki zorluğu ve örneklerin hazırlanması sırasında artefakt oluşumu nedeniyle bazı dezavantajlar oluşturmaktadır. İnsan dişinin fırında, alkollü çözeltilerde ve yüksek vakumda kurutma işlemine gerek olmadan incelenme avantajı nedeniyle ışık mikroskobu kullanılabilir. Bunun sonucunda kanal patını da kapsayan malzeme kaybına neden olmadan, örneklerin gözlemi ve karşılaştırılması daha uygun hale gelir (165).

***Tarayıcı:*** Örnekler uzunlamasına ikiye ayrıldıktan sonra parlaklık ve kontrast ayarlı tarayıcı ile geriye kalan materyal değerlendirilebilir (82). Bu yöntem, diğer tekniklere göre avantajlar sunar çünkü kullanımı kolaydır ve nesne ile cihaz arasındaki mesafe sabittir, böylece görüntü standardizasyonunu sağlar (180). Görüntüler çeşitli yazılım programlarıyla alan hesabı yapılarak karşılaştırılır. Alan ölçümü en kesin yöntem olmamasına rağmen, pek çok çalışmada kullanılmış olan skorlamaya dayalı bir puanlama sisteminin kullanımı ile ilgili öznelliği en aza indirmiştir (181, 182). Son zamanlarda Marques da Silva ve ark. yüksek çözünürlüklü tarayıcı kullanarak da geriye kalan materyali değerlendirmişlerdir (180).

***Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT):*** Endodontide konik-ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) kullanımı son yıllarda yaygınlaşmıştır. Endodontik

cerrahinin tedavi planlamasında, rezorpsiyon alanlarının, kök kanal sisteminin değerlendirilmesinde, apikal periodontitisin tanısında rutin radyografik yöntemlere göre daha iyi etkinlik göstermiştir (183, 184). Radyografi ve dijital görüntüler üç boyutlu yapılardan iki boyutlu bilgi sağlar. Buna rağmen bu üç boyutlu değerlendirme sağlayan yöntemler dişlerin ikiye ayrılması gibi dişte yok olmaya neden olmaz (185). Diş hekimliğinde KIBT tedavi işlemlerinin kalitatif ve kantitatif değerlendirilmesi için uygun bir alternatif olabilir (9).

Bu yöntemde örnekler kanal yenileme öncesi ve sonrası aynı parametrelerde KIBT ile taranır (186). Örneklerin parametrelerinde değişiklik oluşmaması için balmumu plakalara yerleştirilir ve aksiyel, koronal ve sagittal düzlemlerde değerlendirilir (183, 187).

Son zamanlarda dolumdan önce ve sonra kök kanal sisteminin üç boyutlu değerlendirilmesini sağlaması nedeniyle mikro-bt tarayıcı da kullanılmaktadır. KIBT konvansiyonel bilgisayarlı tomografi ile karşılaştırıldığında düşük maliyet, daha düşük ışınlama radyasyon dozu ile dişler ve onu çevreleyen dokular, maksillofasiyal iskeletin bozulmamış üç boyutlu bilgisini sağlayacak şekilde özel olarak tasarlanmıştır. KIBT görüntülemenin, tüm uzaysal düzlemlerdeki kök kanal sistemini ayrıntılı olarak araştırmak için kullanılabilir, invaziv olmayan bir ölçüm aracı olduğu gösterilmiştir (188). Bu zamana kadar bu sistem dişlerin iç anatomisini değerlendirmek için kullanılmıştır (187).

Bu yöntem kanal duvarlarında kalan dolgu malzemelerinin küçük alanlarını tespit etmek için yeterince basit, verimli ve hassastır (9). Fakat radyoopak malzeme kullanımı KIBT’de artefakt oluşumuna neden olabilir. Daha küçük voksel boyutu ve küçük görüş alanı artefakt oluşumunu azaltabilir (127).

Sonuç olarak KIBT klinik değerlendirmede daha uygundur (127). Ayrıca yöntem tekrarlanabilir veriler sunar ve tedavi işlemlerinden önce ve sonra kök kanallarının içindeki dolgu maddesi miktarını karşılaştırarak endodontik yeniden tedavi değerlendirmesine olanak sağlar (9).

**Mikro-Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT):** Mikro bilgisayarlı tomografi başlangıçta preparasyon sonrası değişiklikleri ve kök kanal geometrisini değerlendirmekte kullanıldığı kadar aynı zamanda geriye kalan dolgu materyalinin miktarını ölçmek, kaldırılan dentin ve apikal transportasyon miktarını değerlendirmekte kullanılır (13, 189). Geriye kalan gütta perka ve pat miktarının değerlendirilmesinde sonuçların yorumlanması sırasındaki herhangi uygulayıcı önyargısından kaçınmak için üç boyutlu değerlendirmeye izin veren mikro-bt kullanılabilir (190). Mikro-bt yeniden tedavi etkinliğini değerlendirmek için hızlı, oldukça hassas ve invaziv olmayan bir yöntemdir. Bu yöntem, yüksek çözünürlüklü görüntüler elde etmek için X ışınlarını kullanır ve geriye kalan dolgu malzemesinin kesin, üç boyutlu niceliksel değerlendirilmesini sağlar (163, 191). Ayrıca, mikro-bt görüntülemenin temel avantajı, aynı örneklemin farklı aşamalarında tekrar tekrar taramaya izin vermesidir (192, 193).

Örnekler işlem öncesi ve sonrası mikro-bt kullanılarak taranır. Geriye kalan dolgu materyali ortalama yüzdesi ve kanal yenileme sırasındaki dentin kaldırma miktarı  $mm^3$  olarak hesaplanır (194, 195).

Mikro-bt KIBT'ye göre daha iyi çözünürlüğe sahiptir ve hacim tahminleri ile ilgili daha doğru sonuçlar verir (127). Fakat dentin tübüllerindeki debris ve smear tabakasını analiz edememesi nedeniyle sınırlıdır bu durumda da TEM kullanımı daha doğru olur (163).

**Stereomikroskop:** Kanal yenileme sonrası geriye kalan gütta perka ve pat miktarını değerlendiren bir başka yöntem de stereomikroskoptur. İşlem sonrası örneklerden dikey (196) veya yatay (93, 197) kesit alınması veya önceden de bahsedilen şeffaflaştırma (154, 160) işlemini takiben örnekler stereomikroskop ile değerlendirilir (198).

Dikey ya da yatay kesit alma yönteminde kök kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra bukkal ve lingual kök yüzeylerine, kökün uzun aksına paralel oluklar açılır. Bu çentiklerden birine keskin bir alet yerleştirilerek hafifçe vurulur. Kök uzunlamasına iki parçaya ayrılmış olur (15, 158, 196, 199, 200).

Bu işlem doğru şekilde yapılmazsa gütta perka artıkları yer değiştirebilir. Bu nedenle kırma işlemi sırasında keskin alet kök kanal duvarlarına temas etmemelidir

(201). Geriye kalan dolgu materyali örneklerin boylamasına ayrılmasıyla kaybolabilir (160).

İkiye ayrılmış örneklerin farklı büyütmelelerde stereomikroskop ile görüntüleri alınır. Görüntüler daha sonra yazılım programları (202) ya da skorlama sistemleriyle (203, 204) değerlendirilir. Her ne kadar kanal yüzeyindeki geriye kalan dolgu materyali miktarını karşılaştırmak için skorlama ölçütü kullanılmış olsa da yazılım programlarıyla daha kesin ve doğru bir yaklaşım görülebilir (205).

Çalışmamızın amacı rotasyon, resiprokasyon, adaptif gibi farklı kinematik hareket sergileyen ve bu hareketlerden rotasyon ve resiprokasyon'un beraber kullanıldığı hibrit sistemle çalışan beş farklı nikel titanyum eğe sistemleriyle kök kanal dolgusu uzaklaştırma sırasında geçen süre, apikalden taşan debris ile sıvı miktarını ölçmek ve kanal dolgusu uzaklaştırma sonrası geriye kalan dolgu miktarını incelemektir. Literatür taramamızda kanal dolgusu yenilemede de kullanılan Endo- Eze Genius, ProTaper Next, Reciproc Blue, Tango- Endo, Twisted File Adaptive güncel beş farklı NiTi eğe sisteminin bu parametreler ışığında karşılaştırıldığı çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmamızda bu beş güncel eğe sistemini karşılaştırarak güvenilir ve etkin kanal dolgusu yenilemesi için en uygun eğe sisteminin belirlenmesine dair klinik pratiğe katkıda bulunmayı planlamaktayız.

## 5.GEREÇ VE YÖNTEM

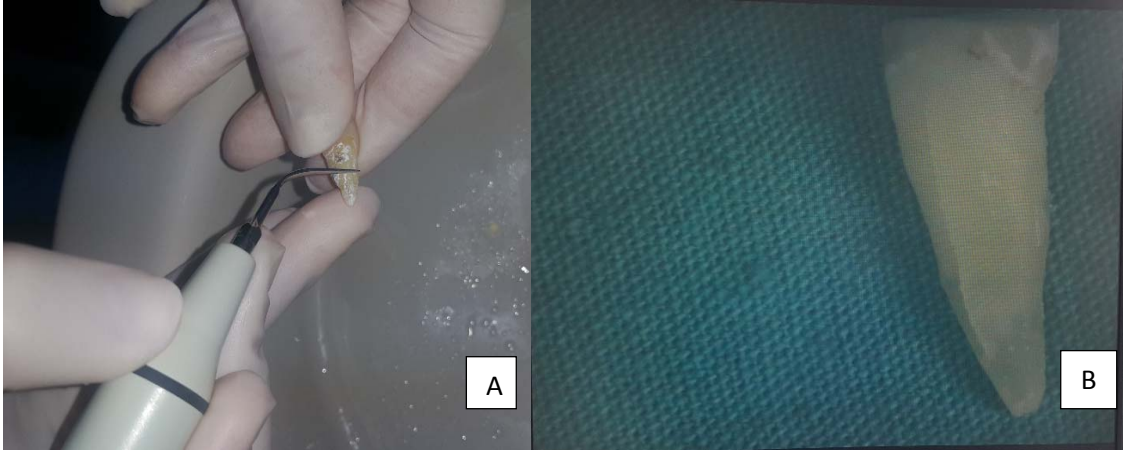
Bu çalışma birbirini takip eden iki aşama halinde gerçekleştirildi;

- I. Kanal dolgusu yenileme sırasında geçen süre ve apikalden taşan debris ve sıvı miktarının incelenmesi
- II. Kanal dolgusu yenileme sonrası geriye kalan dolgu miktarının incelenmesi

Çalışmamızın deney aşamaları Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı ve Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde yapıldı.

### 5.1. Örneklerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Çalışmamızda farklı nedenlerle çekim endikasyonu konulmuş 100 adet üst santral diş kullanıldı. Dişlerin üzerindeki yumuşak doku artıkları ve eklentiler ultrasonik bir scaler yardımıyla temizlendi (Resim 12A). Bu işleme rağmen yüzeyinde artık doku kalmışsa, periodontal küret yardımıyla uzaklaştırıldı. Bu şekilde hazırlanan dişler çalışma zamanına kadar %0.5 'lik Kloramin-T (Norateks Kimya San. Tic. Ltd. Şti, Bağcılar, İstanbul) çözeltisinde bekletildi.

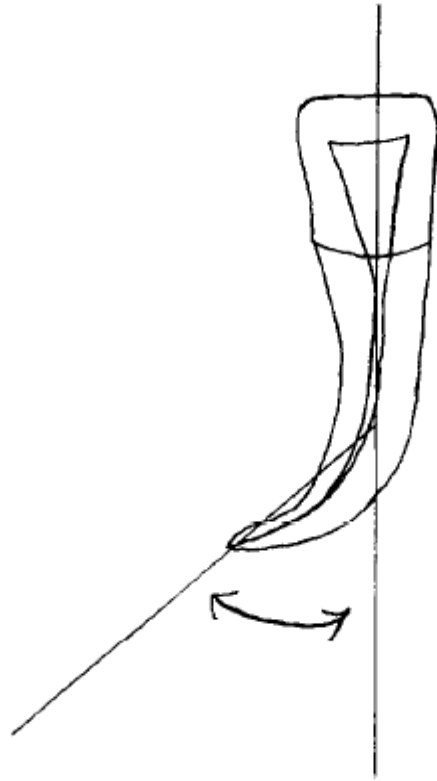


**Resim 12** A. Dişler üzerindeki eklentilerin temizlenmesi, B. Dental operasyon mikroskobu ile çatlak bulunan dişlerin görüntüsü

Çalışmanın tüm safhaları tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirildi. Bütün dişlerin bukkal ve aproksimal yönde radyografileri Kodak 2100 Intraoral X-ray System

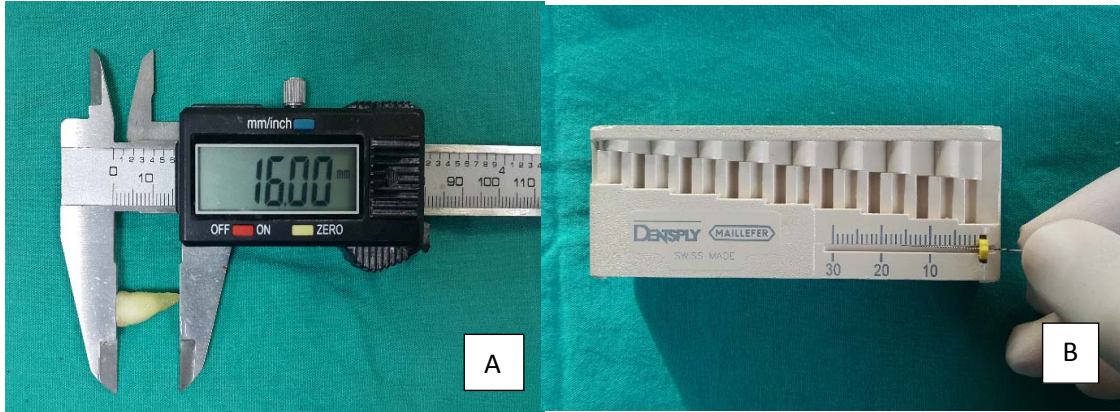
ile çekildi. Kodak 2100 intraoral X-ray röntgeni 60 kV, 7 mA ve 0.20 saniye (sn) ile çalıştırıldı. Radyografiler Sopro İmaging 2.20 yazılımı ile değerlendirildi. Kök gelişimini tamamlamamış, internal veya eksternal rezorbsiyon bulgusuna sahip, önceden kök kanal dolgusu olan, birden fazla apikal foramen ya da kök kanalına sahip, kök kanalı içerisinde kalsifikasyon bulunan ve kök kanalında aşırı anatomik düzensizlik bulunan dişler çalışmadan çıkartıldı. Dental operasyon mikroskobu (Möller-Wedel Denta 300, Wedel, Germany) ile x8'lik büyültme altında kırık ve çatlak bulunan dişler çalışmaya dahil edilmedi (Resim 12B).

Ayrıca Schneider yöntemine (206) göre eğrilik derecesi tespit edildi. Bunun için, hem bukkal hem de mezyo distal düzlemde dişlerin röntgenleri alındı. Radyografide kanalın uzun eksenine paralel bir çizgi çizildi. Kanalın dişin uzun aksını terk etmeye başladığı noktadan apikal foramene ikinci bir çizgi çekildi. İki düzlem arasında kalan dar açının değeri bize Schneider yöntemine göre kök kanalının eğim açısını verdi (Şekil 1). Bu yöntemle Schneider açısı  $\leq 5^\circ$  olan dişler düz,  $10^\circ-20^\circ$  olanlar orta ve  $25^\circ-70^\circ$  olanlar şiddetli eğim olarak sınıflandırılmıştır. Çalışmamızda kullanılan dişler, Schneider açıları  $0^\circ-10^\circ$  aralığında olanlardır.



**Şekil 1.** Kanalların eğimlerinin saptanması (206)

Örneklerin standardizasyonu sağlamak için, apikalden itibaren boyları 16 mm olacak şekilde dijital kumpas ile ölçüldü (Resim 13A). Örnekler su soğutması altında insizal kenarlarından kesildi ve daha sonra yüksek devirli el aleti ile elmas rond frez kullanılarak giriş kaviteleri açıldı. Şekillendirme esnasında debris miktarını etkileyen önemli bir diğer faktör kök kanallarının çalışma boyudur. Çalışmada bu faktörün değerler arasında hatalı sonuçlar çıkarmasını engellemek için dişlerin çalışma boyu (14-14.5-15mm) birbirine yakın değerlerde tutulmaya çalışıldı. Apikal genişlikleri değerlendirmek için K-tipi eğeler pasif bir şekilde apikale ilerletildi ve #25 numaralı K-Tipi eğenin (Antaeos, VDW GmbH, Münih, Almanya) apikal forameni geçmediği dişler çalışmaya dahil edildi. Daha büyük eğeler apikal foramende gözükyorsa dişler çalışmadan çıkartıldı ve yerine yenileri yerleştirildi. #10 numaralı K tipi eğe (Antaeos, VDW GmbH, Münih, Almanya) apikal foramende görünecek şekilde yerleştirilerek dişlerin boyları endoblok (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) yardımıyla ölçüldü ve çalışma boyu bu boydan 1mm kısa olacak şekilde belirlendi (Resim 13B). Karışıklığı önlemek için her bir dişe belli bir numara verildi ve asetat kalemi ile üzerlerine kendi numaraları yazıldı. Sonraki kanal dolgusu sökümü ve irrigasyon işlemi için çalışma boyları not edildi.



**Resim 13** A. Örneklerin 16 mm olacak şekilde dijital kumpas ile ölçülmesi, B. Örneklerin çalışma boyu tespiti

## 5.2. Kök Kanallarının Preparasyonu ve İrrigasyonu

Seçilen dişlerin preparasyonu standart genişletme yöntemi kullanılarak yapıldı. Kanala uygun olan K tipi eğe çalışma boyuna yerleştirilmesinden sonra çeyrek dönüşten yarım dönüşe kadar saat yönünde bir hareket verildi ve sonra alet geri çıkartıldı. Alet

alkollü spançla temizlenip tekrar kanala yerleştirilerek bir sonraki eğenin kanala girebileceği kadar hareket tekrarlandı, alet kanalda tam tur rotasyon yapabildiği zaman bir büyük boy alete geçildi. İlk uygulanan alet daha büyük enstrümanların kullanılmalarından sonra tekrar kanal içi debrislerin alınması, çalışma boyunun kontrolü ve duvardaki düzensizliklerin düzeltilmesi amacıyla kullanıldı (207).



**Resim 14.** Çalışmamızın preparasyon aşamasında kullanılan K tipi eğeler

Apikal çap #40.02 nolu eğeye ulaşana kadar preparasyona devam edildi ve step back yapılmadı (Resim 14). Preparasyon esnasında 27 gauge irrigasyon iğnesi (Genject, Ankara, Turkey) ile çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde her eğe arasında 2 mililitre (mL) % 2.5 sodyum hipoklorit (NaOCl; Çağlayan Kimya, Konya, Turkey) kullanıldı. Kanalların şekillendirilmesi bittikten sonra smear tabakasını kaldırmak için 1 dk boyunca 2 mL %17 etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) (Imicryl, Konya, Turkey), 2 mL %2.5 NaOCl ve 5 mL distile su kullanıldı (Resim 15). Final yıkama sırasında 10 numara K tipi patensi eğesi ile apikal açıklık kontrol edildi. Kanalların doldurulma işlemine geçmeden önce dişler paper point (Diadent Group International Inc. ChongJu City, Korea) ile kurutuldu.





**Resim 15.** Şekillendirme işlemi tamamlanan örnekler

### **5.3.Kök Kanallarının Doldurulması**

Çalışmamızda şekillendirilmesi tamamlanan dişlerin doldurulmasında kanal patı olarak rezin esaslı AH Plus Jet (Dentsply DeTrey GmbH, 78467 Konstanz, Almanya) (Resim 16) kullanıldı ve kanallar Beefill (VDW, Münih, Almanya) termoplastik enjeksiyon yöntemi ile dolduruldu. İşlemlerin üretici talimatlarına uygun olarak yapılmasına özen gösterildi. Beefill sistemi ile beraber güta perka kartuşları kullanıldı. Kartuşlardan herbiri 4-6 kanalı doldurabilmektedir. Her bir kanal anatomisine uygun 25G/0.45 mm | 23G/0.60 mm | 20G/0.80 mm (VDW GmbH, Münih, Almanya) güta perka kartuşları bulunmaktadır.



**Resim 16.** Çalışmamızda kullanılan AH Plus Jet kanal patı

Bu çalışmada apikal çapları 40/02 hazırlanan örneklerde 25 gauge güta perka kartuşlar kullanıldı (Resim 17) ve Beefill sistemi 200°C ve 100% akış hızında ayarlandı (Resim 18). Kanalın kurulanmasının ardından AH Plus Jet kanal patı eğe yardımı ile kanal duvarlarına uygulandı.

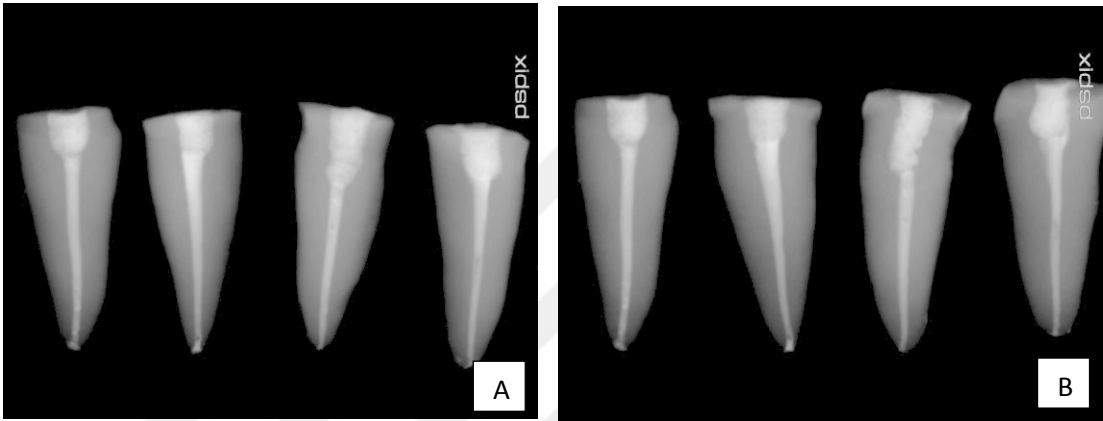


**Resim 17.** 25 gauge güta perka kartuşlar



**Resim 18.** Beefill

Isıtılan kartuşlardan ilk çıkan akışkan gütü perka alkollü spançla temizlendi ve sonra kartuş apikal 3-5 mm'ye yaklaşıncaya kadar ilerletildi. Gütü perka kanal içine enjekte edilirken Beefill'in silikon kılıfı yavaşça kanalın koronaline doğru çekildi. Her 3-4 mm gütü perka bölümleri arasında alkol içine daldırılmış plugger ile gütü perka vertikal yönde kondanse edildi. Gütü perkanın soğuma sırasında büzülmesini telafi etmek için gütü perka soğuyana kadar kompaksiyona devam edildi. Doldurulan kanallardan bukkolingual ve mezyodistal yönde radyografi alınarak kanal dolgusunun iyi olup olmadığı kontrol edildi (Resim 19).



**Resim 19.** Kök kanal dolumları yapılan örneklerin (A) bukkolingual ve (B) mezyodistal yönden alınan radyografileri

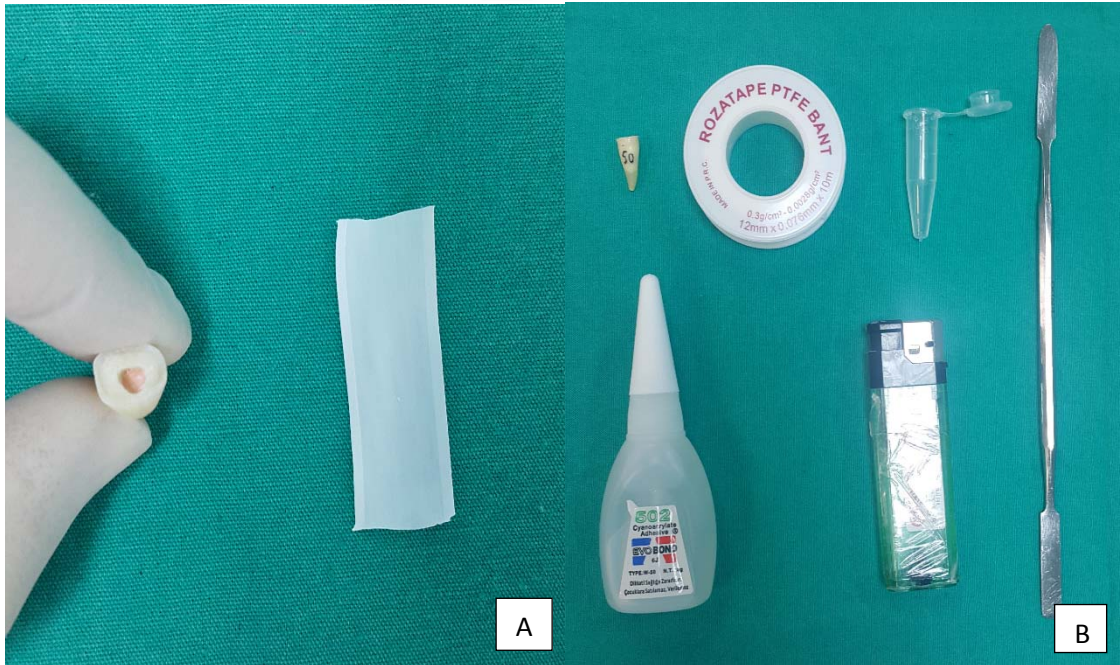
Kanalların giriş kavimleri Cimavit (Produits Dentaires Pierre Rolland, Fransa) marka geçici dolgu maddesi ile kapatıldı. Dişler; 37°C ve >%95 nemli ortam olan inkübatör içinde bir hafta boyunca kanal patınının sertleşmesi için bekletildi (Resim 20).



**Resim 20.** 37°C ve >%95 nemli ortam olan inkübatör içinde kanal dolumu yapılan örneklerin bir hafta bekletilmesi

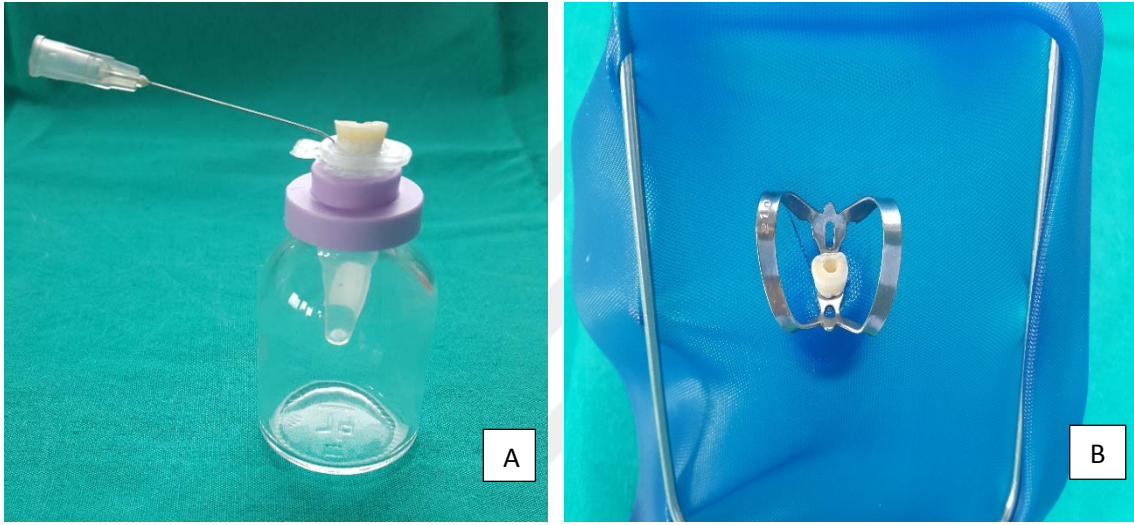
#### 5.4. Deney Düzeneginin Hazirlanmasi

Çalışmamızda apikalden taşan debris ve sıvı için Myers ve Montgomery (110) tarafından tasarlanan deney düzenegi kullanıldı. Kök kanal dolgusu uygulanan dişlerin geçici dolguları kaldırıldıktan sonra apeksleri hariç etrafı periodontal ligamenti taklit etmesi için politetrafloroetilen teflon bant (Rozatape PTFE) ile sarıldı (Resim 21)(31, 114). Kök kanal dolgusu yenileme sırasında apikalden taşan debris ve sıvı miktarını ölçmek amacıyla 1.5 ml'lik eppendorf tüpler (Lp Italiana Spa) kullanıldı. Her bir dişin kendi numarası eppendorf tüplerinin üzerine yeniden yazıldı. Eppendorf tüpün kapak ve alt kısmı birbirinden ayrıldıktan sonra sıcak bir el aleti ile Eppendorf tüplerin plastik kapaklarına delik açıldı ve dişler dik olacak şekilde basınç yardımıyla bu deliklere yerleştirildi. Dişler mine sement birleşimlerinden siyanoakrilat (502 cyanoacrylate adhesive; Evobond Group, Uğur, Taiwan) ile plastik kapaklara sabitlendi. Dişler rubber dam ile izole edilerek koronal yönde taşan debris ve sıvının tüpe sızması ve deney sırasında araştırmacının kökü görmesi engellendi (Resim 22). Daha sonra bu düzenek eppendorf tüpe, eppendorf tüpler de deney sırasında cam şişeye yerleştirildi. Böylece kökün apikal kısmı taşan debrisin toplanacağı alan Eppendorf tüpün içinde kaldı.



**Resim 21.** Deney düzeneginin hazirlanma aşaması

Tüpün içindeki ve dışındaki hava basıncını dengelemek için 27 gauge bir enjektör iğnesi plastik kısmı ile birlikte kanül olarak kullanıldı. Bu kanül parabol şeklinde kıvrılarak dişin yanından kapağa saplandı. Her bir dişin sabitleneceği Eppendorf tüp (kapaksız) işlem öncesinde  $10^{-4}$  hassas terazide (Kern & Sohn GmH, ABJ 220-4M) üçer kez tartıldı (Resim 23). Ölçüm her tüp için 3 kez tekrarlandı ve ortalaması alındıktan sonra en son değer olarak belirlendi. Bu değer A ile sembollendirildi. Ölçüm sırasında pencere açılmamasına dikkat edilerek ortamın sıcaklık (15-23 C°) ve nem (% 45-55) değerleri sabit tutulmaya çalışıldı.



**Resim 22.** Deney düzeneğinin görüntüsü



**Resim 23.**  $10^{-4}$  Hassas Terazi

### **5.5.Kök Kanallarının Sökülmesi**

Bu çalışmada, kök kanal dolgularını sökmek için özel olarak tasarlanmış birbirinden farklı yapıya sahip olan ve kanal dolgusu yenilenmesi için farklı kinematik hareket protokolü sergileyen beş farklı nikel titanyum eğe sistemi kullanıldı.

Dişler, yirmişer adet olmak üzere rastgele 5 gruba ayrıldı ([www.random.org](http://www.random.org)). Her grupta, ayrı bir eğe sistemi kullanıldı:

1. Grup: Endo-Eze Genius Hibrit Eğe Sistemi
2. Grup: ProTaper Next Eğe Sistemi
3. Grup: Reciproc Blue Eğe Sistemi

4. Grup: Tango-Endo Eğe Sistemi

5. Grup: Twisted File Adaptive Eğe Sistemi

### Endo-Eze Genius Hibrit Eğe Grubu

Endo- Eze Genius hibrit eğeler Endo-Eze Genius endodontik motor'a takılarak kullanıldı. Üretici firmanın tavsiyesi üzerine eğe rotasyon hareketinde kullanılacaksa endodontik motor 8:1 oranında redüksiyon, 300 rpm ve 0.5 Ncm tork ayarında, resiprokasyon hareketinde kullanılacaksa 8:1 oranında redüksiyon, 350 rpm ve 90° saat yönüne, 30° saat yönünün tersine dönerek 360°lik rotasyon tamamlayacak şekilde ayarlandı (Resim 24).



**Resim 24.** (A) Rotasyon ve (B) resiprokasyon hareketine ayarlanmış Endo-Eze Genius endodontik motor

Genius 30/08 eğesi çalışma boyunun koronal 1/3'ünden güta perka ve kanal patı artıkları kaldırmak için rotasyon hareketinde kullanıldı. Daha sonra 0.1 mL portakal yağı (Karden, Ankara) kök kanal dolgusunun üzerine yerleştirildi ve 2 dk bekletildi. Endodontik motorun resiprokasyon hareketine ayarlanmasından sonra Genius 25/04 eğesi çalışma boyuna ulaşana kadar 2-3 mm genlikte darbelerde kullanıldı. Eğenin 3 ile 4 darbe kullanımından sonra kanal içinden çıkarılarak olukları alkollü spançla temizlendi. Bu işlem eğe çalışma boyuna ulaşana kadar tekrarlandı. Final kanal preparasyonu için Genius 50/04 eğe ilk başta çalışma boyuna ulaşana kadar resiprokasyon hareketinde, çalışma boyuna ulaştıktan sonra etkinlik için rotasyon hareketinde kullanıldı (Resim 25). Eğe üzerinde pat veya güta perka artığı görülmeyene kadar kök kanal dolgu sökümüne devam edildi. Eğelerde fraktür olması durumunda yerine yenileri kullanıldı. Eğelerin deformasyon miktarı da göz önünde bulunarak Genius 25/04 eğe 1 kere, Genius 30/08 eğe 3kere, Genius 50/04 eğe 2 kere kullanıldı.

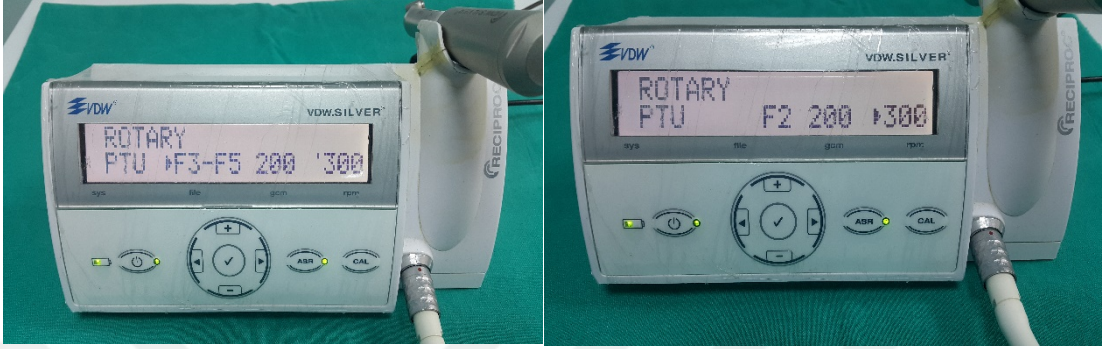


**Resim 25.** alışmada kullanılan Endo-Eze Genius 25/04, 30/08, 50/04 eğeleri (soldan sağa)



## ProTaper Next Eğe Grubu

ProTaper Next eğeleri 300 rpm, 2 Ncm tork kontrollü rotasyon hareketinde ayarlanan endodontik motorla kullanıldı (Resim 26).



**Resim 26.** 300 rpm, 2 Ncm tork kontrollü rotasyon hareketinde ayarlanan VDW Silver Reciproc endodontik motor

ProTaper Next X3 (30.07) eğesi çalışma boyunun koronal 1/3'ünden güta perka ve kanal patı artıkları kaldırmak için kullanıldı. Daha sonra 0.1 mL portakal yağı kök kanal dolgusunun üzerine yerleştirildi ve 2 dk bekletildi. ProTaper Next X2 (25.06) eğesi çalışma boyuna ulaşana kadar kullanıldı. Her 3 ileri-geri harekette eğe kanaldan çıkarılarak olukları alkollü spançla temizlendi. Bu işlem eğe çalışma boyuna ulaşana kadar tekrarlandı. Final kanal preparasyonu için ProTaper Next X5 (50.06) eğesi rotasyon hareketinde kullanıldı (Resim 27). Eğe üzerinde pat veya güta perka artığı görülmeyene kadar kök kanal dolgu sökümüne devam edildi. Eğelerde fraktür olması durumunda yerine yenileri kullanıldı ve deformasyon miktarı da göz önünde bulunarak her eğe 3 kere kullanıldı.



**Resim 27.** ProTaper Next X2 (25.06), X3 (30.07), X5 (50.06) eğeleri (soldan sağa)

### **Reciproc Blue Eğe Grubu**

Reciproc Blue eğeler “Reciproc ALL” modundaki 6:1 redüksiyonlu bir başlıkla (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Almanya) tork kontrollü VDW Silver Reciproc endodontik motora takılarak (VDW GmbH, Mühni, Almanya) kullanıldı (Resim 28).



**Resim 28.** “Reciproc ALL” modundaki VDW Silver Reciproc endodontik motor

Reciproc Blue R40 (40/06) eğesi çalışma boyunun koronal 1/3'ünden güta perka ve kanal patı artıkları kaldırmak için kullanıldı. Daha sonra 0.1 mL portakal yağı kök kanal dolgusunun üzerine yerleştirildi ve 2 dk bekletildi. Reciproc Blue R25 (25/08) eğesi çalışma boyuna ulaşana kadar kullanıldı. Her 3 ileri-geri harekette eğe kanaldan çıkarılarak olukları alkollü spançla temizlendi. Bu işlem eğe çalışma boyuna ulaşana kadar tekrarlandı. Final kanal preparasyonu için Reciproc Blue R50 (50/05)eğesi kullanıldı (Resim 29). Eğe üzerinde pat veya güta perka artığı görülmeyene kadar kök kanal dolgu sökümüne devam edildi. Eğelerde fraktür olması durumunda yerine yenileri kullanıldı ve deformasyon miktarı da göz önünde bulunarak Reciproc Blue R25 1 kere, Reciproc Blue R40 3 kere ve Reciproc Blue R50 3 kere kullanıldı.



**Resim 29.** Reciproc Blue R25, R40, R50 eğeleri (soldan sağa)

### **Tango-Endo Eğe Grubu**

Tango-Endo sistemi kendine has resiprokasyon hareketli endodontik anguldurva içerir. Tango-Endo eğeler üretici talimatlarına uygun olarak 4:1 redüksiyonlu anguldurva ve 2.500 rpm'de kullanıldı. Endodontik anguldurva Anthos diş nitindeki elektrikli mikro motora takılarak gerekli ayarlamalar yapıldı (Resim 30A, 30B).



**Resim. 30** A.4:1 redüksiyonlu Tango-Endo endodontik anguldurva, B.4:1 redüksiyon ve 2.500 rpm'de ayarlanan Anthos diş ünitesi

Tango-Endo Finisher 30/04 eğesi çalışma boyunun koronal 1/3'ünden güta perka ve kanal patı artıkları kaldırmak için kullanıldı. Daha sonra 0.1 mL portakal yağı kök kanal dolgusunun üzerine yerleştirildi ve 2 dk bekletildi. Tango-Endo Shaper 30/02 eğesi çalışma boyuna ulaşana kadar 2-3 mm genlikte darbelerde, hafif içe doğru gagalama hareketinde kullanıldı. Her 3 ileri-geri harekette eğe kanaldan çıkarılarak olukları alkollü spançla temizlendi. Bu işlem eğe çalışma boyuna ulaşana kadar tekrarlandı. Final kanal preparasyonu için Tango-Endo Extra Large (50/02) eğesi kullanıldı (Resim 31). Eğe üzerinde pat veya güta perka artığı görülme-yene kadar kök kanal dolgu sökümüne devam edildi. Eğelerde fraktür olması durumunda yerine yenileri kullanıldı. Deformasyon miktarı göz önünde bulundurularak her eğe 3 kere kullanıldı.



**Resim 31.** Tango-Endo 30/02 Shaper, 30/04 Finisher, Extra large 50/02 eğeleri (soldan sağa)

### **Twisted File Adaptive Eğe Grubu**

Twisted File Adaptive eğeler tork-kontrollü bir motorla çalışan 8:1 redüksiyonlu bir başlıkla (SybronEndo Elements Motor, Kaliforniya, Amerika) kendilerine özgü “TF Adaptive” modunda kullanıldı (Resim 32).



**Resim 32.** 8:1 redüksiyonlu bir başlıkla “TF Adaptive” modunda çalışan tork-kontrollü Elements Motor

Twisted File Adaptive ML2 (35.06) eğesi çalışma boyunun koronal 1/3'ünden güta perka ve kanal patı artıkları kaldırmak için kullanıldı. Daha sonra 0.1 mL portakal yağı kök kanal dolgusunun üzerine yerleştirildi ve 2 dk bekletildi. Twisted File Adaptive ML1 (25/08) eğesi çalışma boyuna ulaşana kadar kullanıldı. Her 3 ileri-geri harekette eğe kanaldan çıkarılarak olukları alkollü spançla temizlendi. Bu işlem eğe çalışma boyuna ulaşana kadar tekrarlandı. Final kanal preparasyonu için Twisted File Adaptive ML3 (50/04) eğesi kullanıldı (Resim 33). Eğe üzerinde pat veya güta perka artığı görülmeyene kadar kök kanal dolgu sökümüne devam edildi. Eğelerde fraktür olması durumunda yerine yenileri kullanıldı ve deformasyon miktarı da göz önünde bulunarak her eğe bir kere kullanıldı.



**Resim 33.** Twisted File Adaptive ML3 (50/04) , ML2 (35.06), ML1 (25/08) eğeleri (soldan sağa)

Tüm kanallarda, her kanal eğesi sonrası 2 ml distile su ile irrigasyon yapıldı. Kanal dolgusu sökümü sonrası #10 numaralı K tipi eğe ile 1 mm patensi sağlanarak 2ml distile su ile yeniden irrigasyon yapıldı. Her diş için toplamda 8 ml irrigasyon solüsyonu kullanıldı. Irrigasyon işlemleri 30 gauge (0.30x 25 mm) yandan açılı enjektör (Steri Irrigation Tips, Diadent, Cheongju, Korea) kullanılarak yapıldı (Resim 34). İğnenin çalışma boyu her dişin kendi çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde ayarlandı ve irrigasyon iğnesi de her kullanımdan sonra alkollü spançla temizlendi. Ayrıca kök kanal dolgusu sökümü sırasında koronalden taşan debris ve irrigasyon sıvısı ağız ortamındaki gibi tükürük emici ile çekildi.



**Resim 34.** 30 gauge (0.30x25mm) enjektör

### **5.6. Kanal Dolgusu Yenileme Sırasında Apikalden Taşan Debris ve Sıvı Miktarının İncelenmesi**

Kanal dolgusu söküm işlemi sonrası dişler paper pointlerle kurutuldu ve kanül-rubber dam düzenekten uzaklaştırıldı. Diş kapak kısmı da eppendorf tüpün alt kısmından ayrıldı. Kök yüzeyinde debris kalabileceği düşünülerek kökün alt kısmı eppendorf tüpün alt kısmına sıyrıldı. İşlem sonrasında eppendorf tüp (kapaksız)  $10^{-4}$  hassas terazide üçer kez tartıldı ve ortalaması alındı. Bu değer B ile sembolendirildi. Boş eppendorf tüplerinin tartılmasıyla elde edilen değer (A) ile işlem sonrası tartılan değer (B) karşılaştırılarak iki değer arasındaki fark taşan debris+sıvı miktarı olarak hesaplandı. Kök yüzeyinde kalmış olabilecek debris ve dolgu artıklarını temizlemek için 1 mL distile su ile kökün diş yüzü yıkandı. Sıvının buharlaşması için eppendorf tüplerin ağzı açık kalacak şekilde 14 gün boyunca 37 °C inkübatörde

bekletildi. Sıvı buharlaştıktan sonra taşan debris katı madde olarak eppendorf tüpünde (kapaksız) kaldı. Tüpler daha sonra  $10^{-4}$  hassas terazide tekrar üç kez tartıldı ve ortalaması alındı. Bu değer C ile sembollendirildi. Boş eppendorf tüplerinin tartılmasıyla elde edilen değer (A) ile buharlaşma sonrası elde edilen değer (C) karşılaştırılarak iki değer arasındaki fark taşan debris miktarı olarak hesaplandı.

$$\text{Apikalden taşan debris+sıvı miktarı} = (B) - (A)$$

$$\text{Apikalden taşan debris miktarı} = (C) - (A)$$

### 5.7. Kanal Dolgusu Yenileme Sırasında Geçen Sürenin İncelenmesi

Tüm gruplarda aşağıda belirtilen 3 aşamanın gerçekleşme süresi kronometre ile (NA 816A, Nako) kaydedildi (Resim 35). Her bir örnek için eğeyi temizleme, eğe değişimi ve irrigasyon süresi çıkarılarak çalışma boyuna ulaşana kadarki süre (t1), güta perka ve debris temizleme süresi (t2) ve toplam süre (t3) ölçüldü.



**Resim 35.** Çalışmada kullanılan kronometre

1. Aşama, Çalışma boyuna ulaşana kadarki süre (t1):

Kanal dolgu sökümü sırasında çalışma boyuna ulaşılan ilk an çalışma boyuna ulaşana kadarki süre olarak kaydedildi.

2. Aşama, Güta perka ve debris temizleme süresi (t2):



Eğe üzerinde pat veya güta perka artığı görülmeyene kadar kök kanal dolgu sökümüne devam edildi. Eğe üzerinde debrisi, pat veya güta perka görülmediği an güta perka ve debrisi temizleme süresi olarak kaydedildi.

3. Aşama, Kanalların tamamen temizlendiği toplam süre (t3):

Kanal dolgu sökümünün başından sonuna kadar olan srenin toplamı (t1+ t2) kaydedildi.

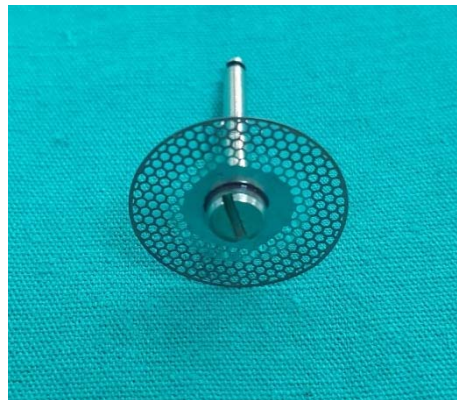
### **5.8. Prosedürel Hatalar**

Kanal yenileme sırasındaki eğe kırılması, dişin atlamaşı gibi prosedürel hatalar ve sonrasında patensi sağlanamaması gibi problemler kaydedildi.

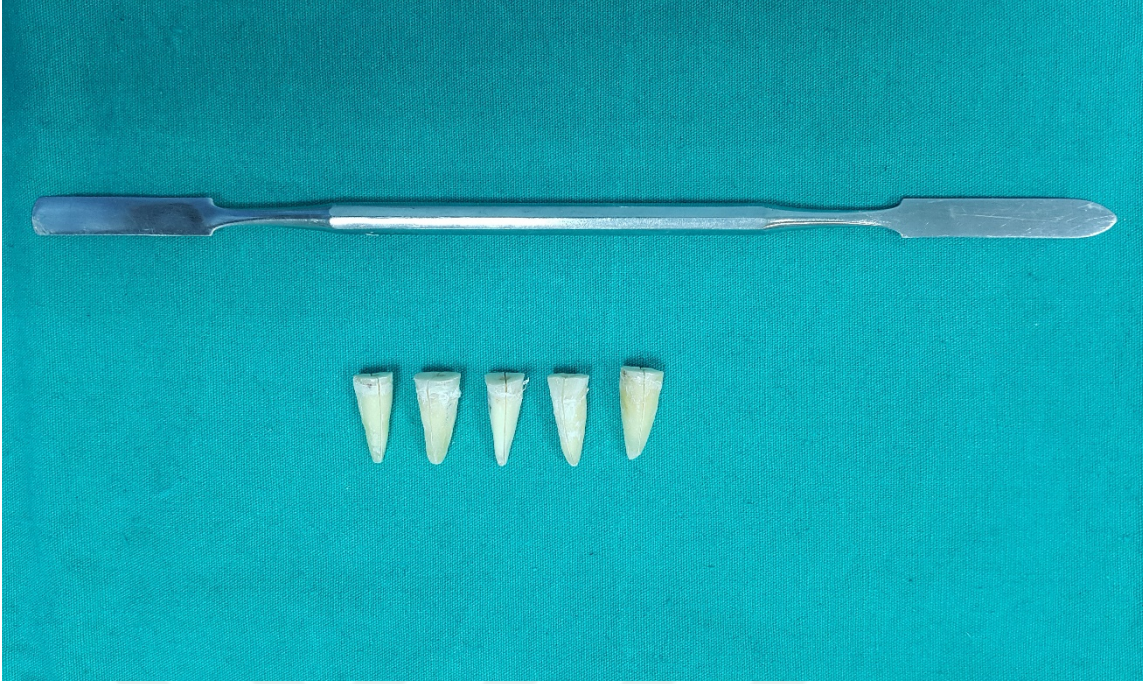
### **5.9.Kanal Dolgusu Yenileme Sonrası Geriye Kalan Dolgu Miktarının İncelenmesi**

Kök kanalları boşaltıldıktan sonra eğe kırığı oluşan, patensi sağlanamayan, çatlak oluşan dişler kanal dolgusu yenileme sonrası geriye kalan dolgu miktarı incelenmesi aşamasından çıkartıldı. Eppendorf tüplerin kapak kısmındaki dişler eppendorf tüplerden ayrıldıktan sonra etraflarındaki teflon bant çıkartıldı.

Anguldurvaya takılı ortodontik striping diski yardımıyla (Resim 36) ( DynaFlex, Diamond Stripping Disc) dişlerin üzerinde yanak ve damak veya dil yüzeylerinde uzunlamasına oluklar açıldı (Resim 37).



**Resim 36.** Ortodontik striping diski



**Resim 37.** Yanak ve damak yüzeylerinde oluk açılmış dişler ve siman spatülü

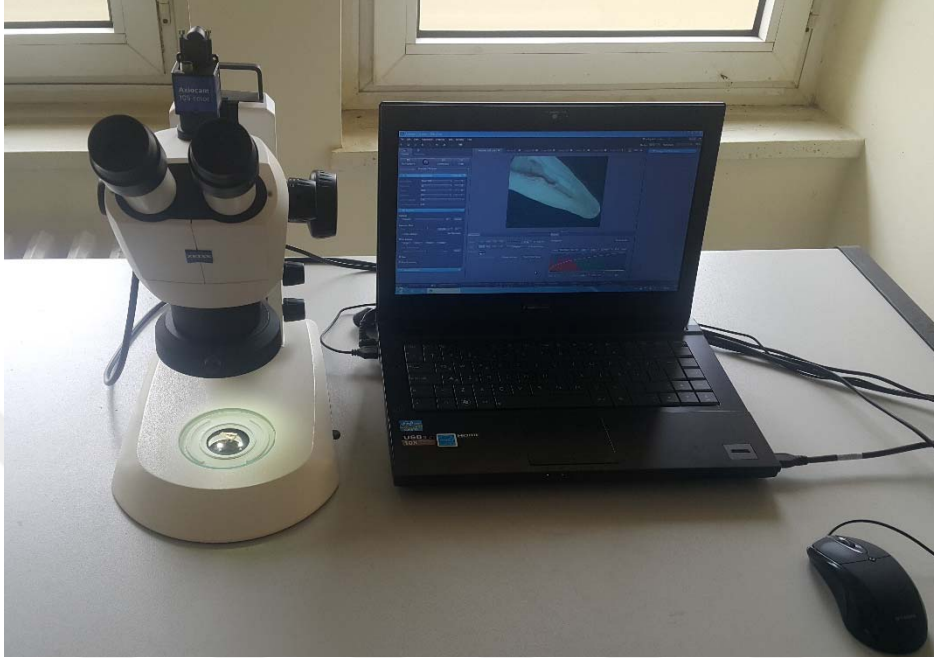
Siman spatülü bu oluğun içine yerleştirilip dişler bukkolingual yönde ikiye ayrıldı. İkiye ayrılırken kırılan dişler çalışma dışında bırakıldı. Her grupta n=15 olacak şekilde toplam 75 dişin her iki parçası da incelendi (Resim 38).



**Resim 38.** İkiye ayrılan dişlerin görüntüsü

İkiye ayrılan dişlerin incelenmesi Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi araştırma laboratuvarında Zeiss Axiocam 105 color (Carl Zeiss Microscopy, Germany) stereomikroskobu kullanılarak yapıldı (Resim 39). Elde edilen diş yarımaları stereomikroskoba yerleştirildikten sonra bu parçalardaki kanal yüzeyleri

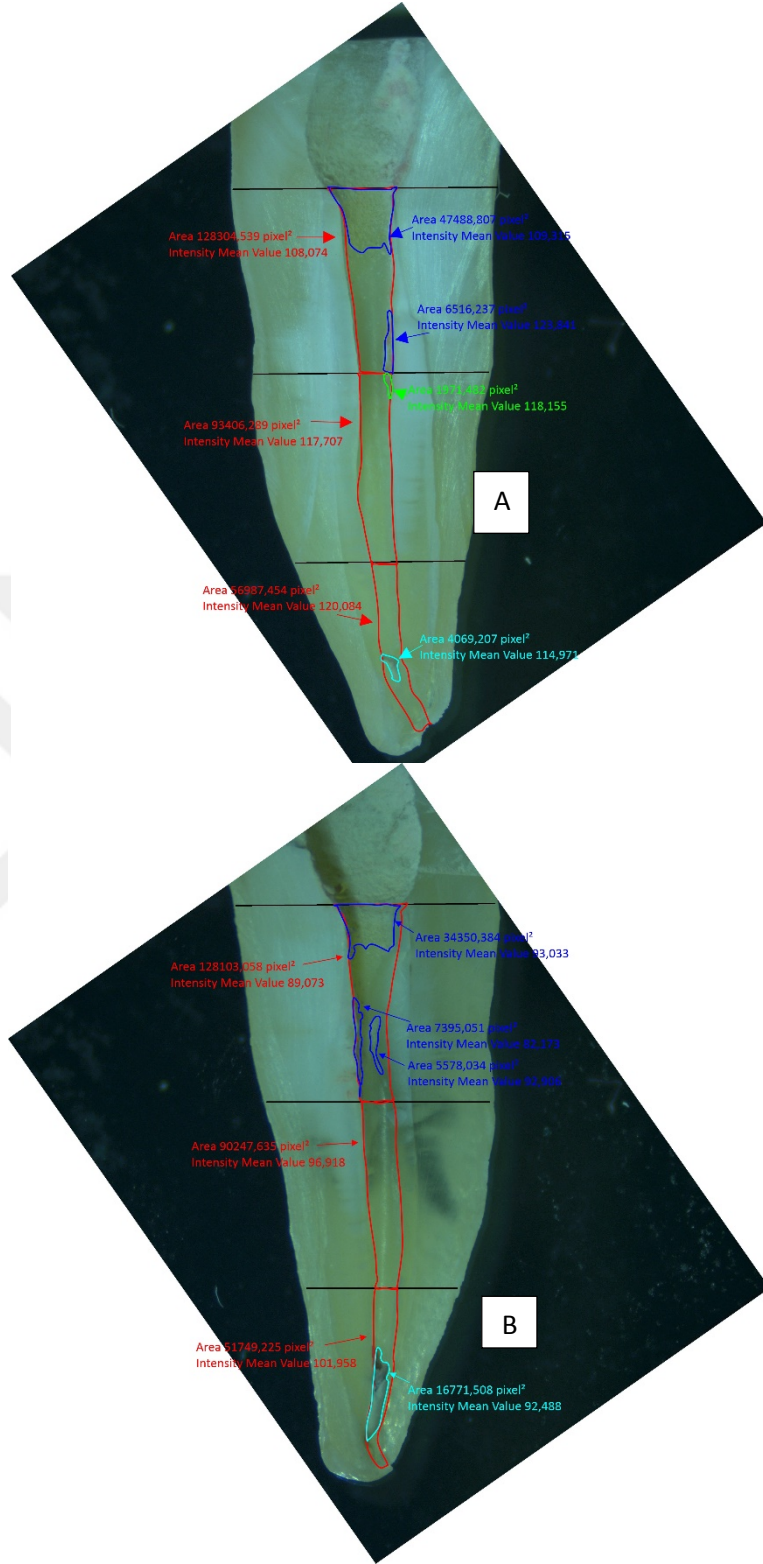
“ZEN 2 Lite Microscope and Imaging Software” yardımıyla bilgisayar ekranına aktarıldı ve x8 büyütmede incelendi. Elde edilen görüntüler netleştiginde snap sekmesiyle dişlerin fotoğrafları alındı.



**Resim 39.** x8 büyütmede ayarlanan Zeiss AxioCam 105 color stereomikroskobu ve bilgisayarda ZEN 2 Lite Microscope and Imaging Software yazılımı ile aktarılan görüntüsü

Fotoğraflanan diş yarımaları koronal orta apikal olarak ayrıldıktan sonra her iki diş yarımının kök kanal duvarlarındaki geriye kalan gütta perka ve pat miktarı  $pixel^2$  olarak ZEN 2 Lite Microscope and Imaging Software ile hesaplandı (Resim 40A, 40B). Kanal duvarlarındaki geriye kalan dolgu malzemesinin yüzdesi koronal, orta, apikal ve toplam olmak üzere aşağıdaki denklemlerle hesaplanmıştır (187):

$$\text{Geriye kalan dolgu malzemesinin \% 'lik alanı} = \frac{\text{Geriye kalan dolgu malzemesinin alanı}}{\text{Kanal duvarlarının alanı}} \times 100$$



**Resim 40 A, B.** Her iki diş yarımının koronal, orta, apikal ve toplam alanlarının hesaplanmasından önce ZEN 2 Lite Microscope and Imaging Software yazılımı ile geriye kalan güta perka ve kanal patının çizimi.

## 5.10. İstatistiksel Değerlendirme

Her gruba ait kanal dolgusu yenileme sırasında geçen süre, geriye kalan dolgu miktarı ve apikalden taşan debrıs ve sıvı miktarı verilerine ait maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplandı. Tüm değerlendirme parametrelerine ait verilerin normal dağılıma uyduğu One Sample Kolmogorov Smirnov testi ile belirlendi. Bu gruplara ait ortalama değerler ANOVA istatistik testi ile karşılaştırıldı ( $p < 0.05$ ). Hangi gruplar arasında fark olduğu ise veriler homojen olduğundan post-hoc Tukey istatistik testi kullanılarak değerlendirildi ( $p < 0.05$ ).



## 6.BULGULAR

### 6.1. Kanal Dolgusu Yenileme Sırasında Geçen Süre

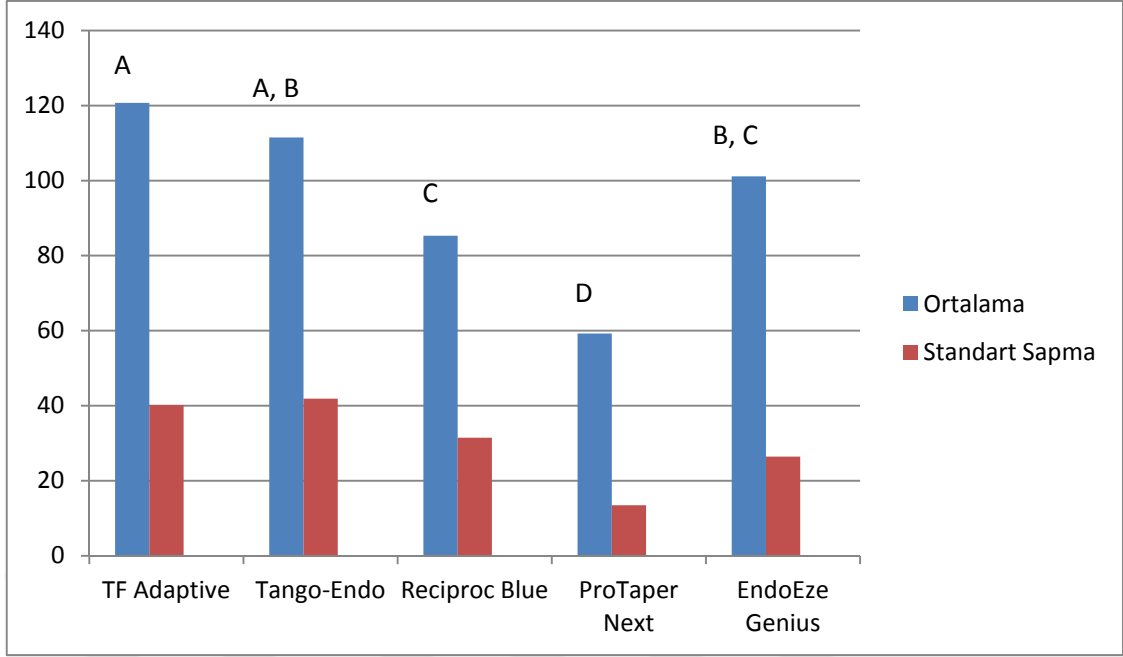
#### 6.1.1. Çalışma Boyuna Ulaşana Kadarki Süre (t1)

Tablo 1’de çalışma boyuna ulaşana kadarki süre gösterilmiştir. ProTaper Next test edilen diğer eğerlere göre anlamlı olarak daha kısa çalışma süresi göstermiştir ( $p<0.05$ ). Reciproc Blue ile Endo-Eze Genius arasında anlamlı bir fark yoktur ( $p>0.05$ ). TF Adaptive en uzun sürede çalışma boyuna ulaşmıştır ancak Tango-Endo ile arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ( $p>0.05$ ). Tango-Endo ile Endo-Eze Genius’un çalışma boyuna ulaşma süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yokken ( $p>0.05$ ) TF Adaptive ile Endo-Eze Genius arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ) (Şekil 2).

**Tablo 1.** Çalışma boyuna ulaşana kadar geçen süre (sn)

NiTi sistemler	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
TF Adaptive	20	120,7105 <sup>A</sup>	40,18821
Tango-Endo	20	111,501 <sup>A,B</sup>	41,86810
Reciproc Blue	20	85,322 <sup>C</sup>	31,45869
ProTaperNext	20	59,246 <sup>D</sup>	13,46655
Endo-EzeGenius	20	101,1315 <sup>B,C</sup>	26,43671

Farklı üst karakterler o gruplar arasında  $p<0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



Şekil 2. Çalışma boyunca ulaşılan kadar geçen süre (sn)

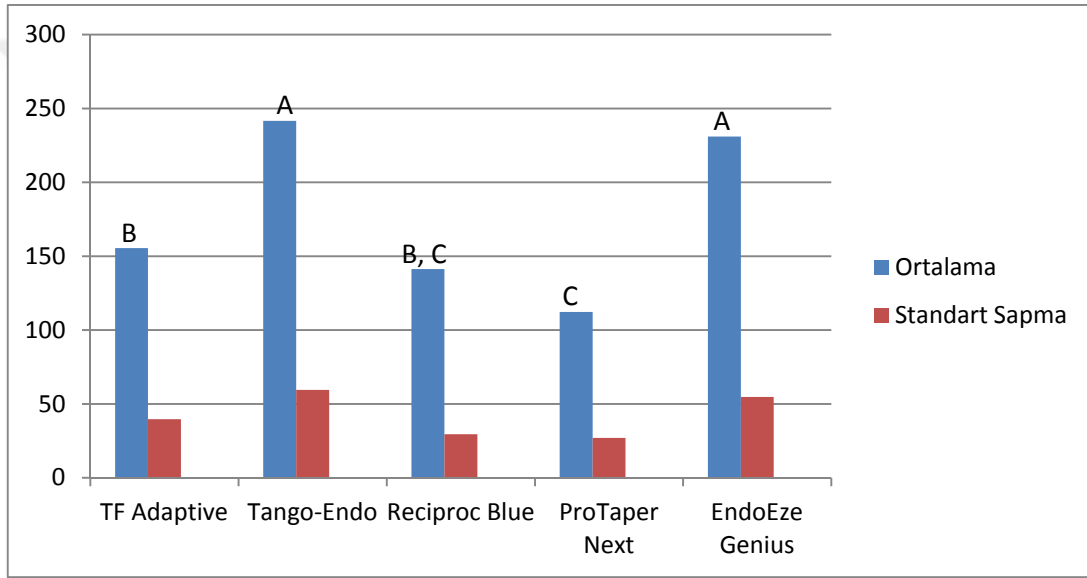
### 6.1.2. Kanalların Tamamen Temizlendiği Toplam Süre (t1+t2)

Tablo 2’de kanalların tamamen temizlendiği toplam süre incelendiğinde ProTaper Next en kısa süreyi göstermiştir ancak Reciproc Blue ile aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ). Reciproc Blue ile TF Adaptive’ in kanalları tamamen temizlediği toplam süre arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Tango-Endo ile Endo-Eze Genius’un kanalları tamamen temizlediği toplam zamanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ) ve bu eğerlerde gözlemlenen süre, test edilen diğer eğerlere göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde fazladır ( $p<0.05$ ) (Şekil3).

**Tablo 2.** Kanalların tamamen temizlendiği toplam süre (sn)

NiTi sistemler	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
TF Adaptive	19	155,4653 <sup>B</sup>	39,62309
Tango-Endo	20	241,6495 <sup>A</sup>	59,48364
Reciproc Blue	20	141,241 <sup>B,C</sup>	29,46936
ProTaperNext	20	112,221 <sup>C</sup>	26,97391
Endo-EzeGenius	19	231,0268 <sup>A</sup>	54,69173

Farklı üst karakterler o gruplar arasında  $p<0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



**Şekil 3.** Kanalların tamamen temizlendiği toplam süre (sn)

## 6.2. Geriye Kalan Dolgu Miktarı

### 6.2.1. Kanalların Apikal Üçlüsünde Geriye Kalan Kök Kanal Dolgu Miktarı

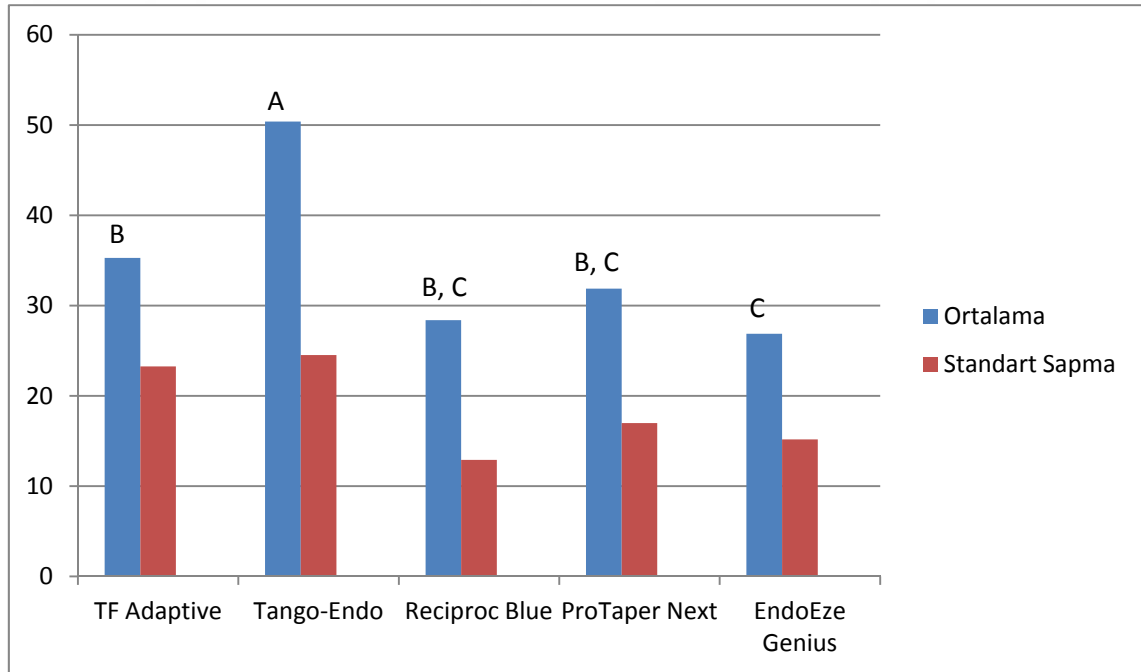
Tablo 3’de kanalların apikal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı yüzde olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel olarak en yüksek değer Tango-Endo’da görülmüştür ( $p<0.05$ ). Reciproc Blue, ProTaper Next ve Endo-Eze Genius arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ). TF Adaptive, Reciproc Blue ve ProTaper Next kullanıldığında apikal üçlüde geriye kalan kök kanal dolgu miktarları arasındaki fark da istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ) (Şekil4).



**Tablo 3.** Kanalların apikal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)

NiTi sistemler	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
TF Adaptive	15	35,28833 <sup>B</sup>	23,267901
Tango-Endo	15	50,398 <sup>A</sup>	24,524062
Reciproc Blue	15	28,39967 <sup>B,C</sup>	12,908852
ProTaperNext	15	31,88467 <sup>B,C</sup>	16,997313
Endo-EzeGenius	15	26,88 <sup>C</sup>	15,181759

Farklı üst karakterler o gruplar arasında  $p<0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.** Kanalların apikal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)

### 6.2.2. Kanalların Orta Üçlüsünde Geriye Kalan Kök Kanal Dolgu Miktarı

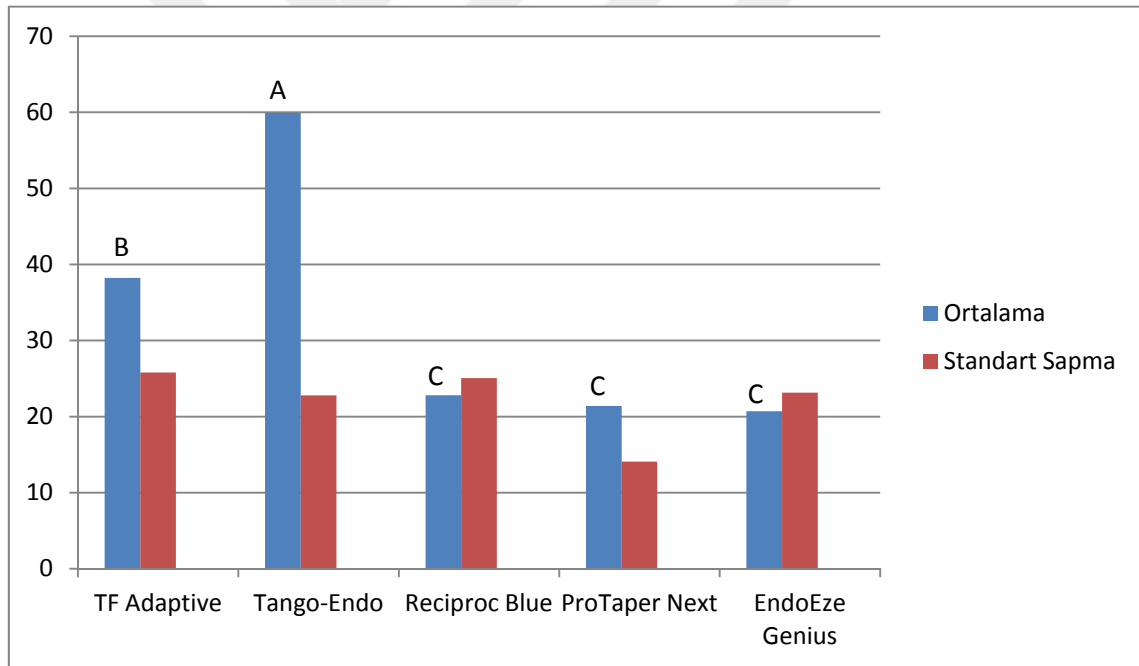
Tablo 4'te kanalların orta üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı yüzde olarak değerlendirildiğinde en fazla kalan dolgu miktarı, Tango-Endo kullanıldığında görülmüştür ve test edilen diğer eğeler ile arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ). Reciproc Blue, ProTaper Next, Endo-Eze Genius kullanıldığında orta üçlüde kalan dolgu miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ). TF Adaptive kullanıldığında orta üçlüde kalan dolgu miktarı Tango-Endo kullanıldığında

kalandan az, Reciproc Blue, ProTaper Next, Endo-Eze Genius kullanıldığında kalandan fazladır ve aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ) (Şekil 5).

**Tablo 4.** Kanalların orta üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)

NiTi sistemler	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
TF Adaptive	15	38,229 <sup>B</sup>	25,805762
Tango-Endo	15	59,91667 <sup>A</sup>	22,792864
Reciproc Blue	15	22,806 <sup>C</sup>	25,070230
ProTaperNext	15	21,40367 <sup>C</sup>	14,079127
Endo-EzeGenius	15	20,70833 <sup>C</sup>	23,159318

Farklı üst karakterler o gruplar arasında  $p<0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



**Şekil 5.** Kanalların orta üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)

### 6.2.3. Kanalların Koronal Üçlüsünde Geriye Kalan Kök Kanal Dolgu Miktarı

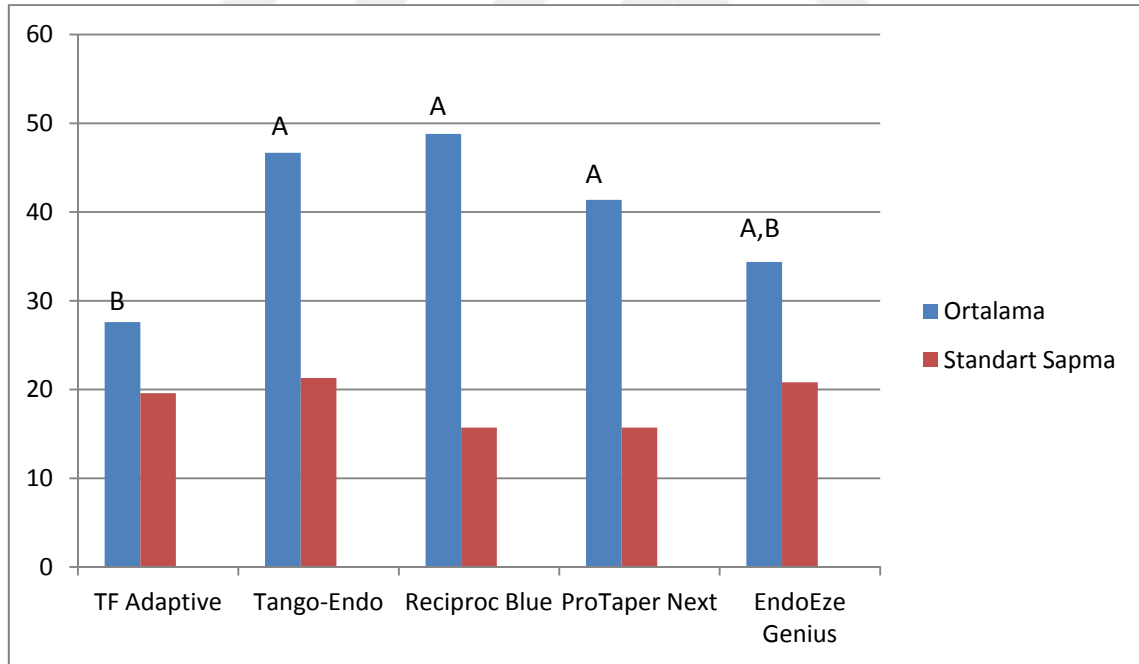
Tablo 5'te kanalların koronal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı yüzde olarak değerlendirilmiştir. Tango-Endo, Reciproc Blue, ProTaper Next ve Endo-Eze Genius kullanıldığında çıkan sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ). TF Adaptive ve Endo-Eze Genius kullanıldığında koronal üçlüde kalan

dolgu miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ). TF Adaptive kullanıldığında koronal üçlüde kalan dolgu miktarı, Tango-Endo, Reciproc Blue ve ProTaper Next kullanıldığında kalan dolgu miktarından daha azdır ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ) (Şekil 6).

**Tablo 5.** Kanalların koronal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)

NiTi sistemler	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
TF Adaptive	15	27,58933 <sup>B</sup>	19,585588
Tango-Endo	15	46,682 <sup>A</sup>	21,300829
Reciproc Blue	15	48,79573 <sup>A</sup>	15,705759
ProTaperNext	15	41,37867 <sup>A</sup>	15,720790
Endo-EzeGenius	15	34,38367 <sup>A,B</sup>	20,813517

Farklı üst karakterler o gruplar arasında  $p<0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



**Şekil 6.** Kanalların koronal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)

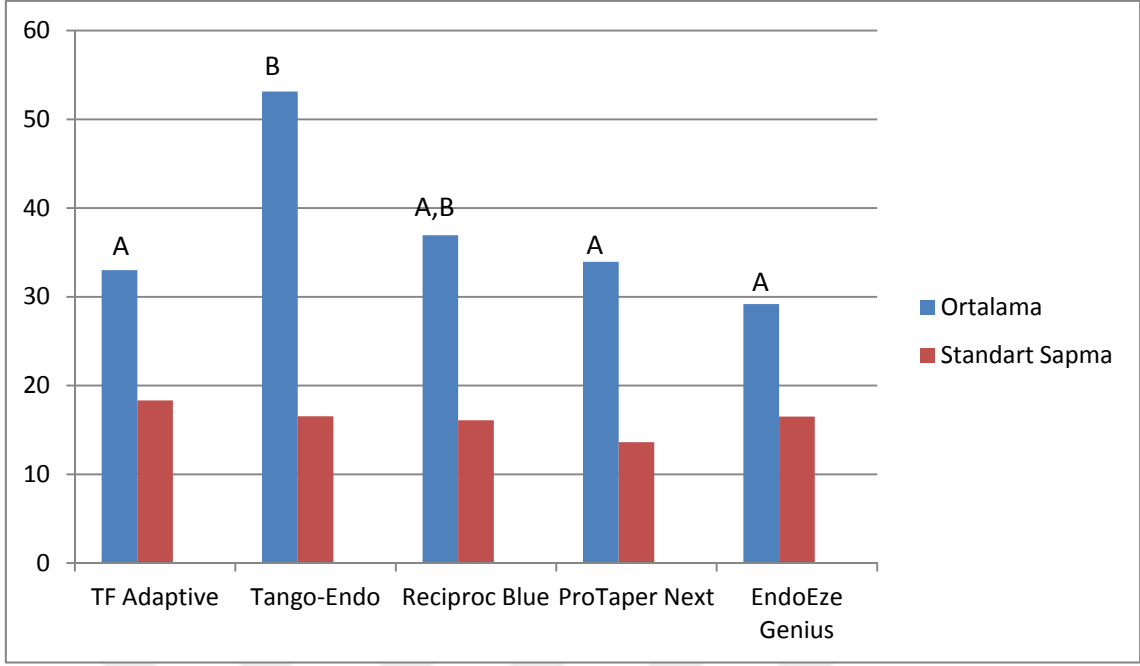
#### 6.2.4. Kanalların Toplam Alanı Hesaba Katıldığında Geriye Kalan Kök Kanal Dolgu Miktarı

Tablo 6’da kanalların toplam alanı hesaba katıldığında, geriye kalan kök kanal dolgu miktarı yüzde olarak gösterilmiştir. Tango-Endo ve Reciproc Blue kullanıldığında kalan dolgu miktarı en fazladır ve aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ). Tango-Endo kullanıldığında kalan miktar ile ProTaper Next, Endo-Eze Genius, TF Adaptive kullanıldığında kalan miktar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). TF Adaptive, Reciproc Blue, ProTaper Next, Endo-Eze Genius eğelerinde kanal dolgu miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ( $p>0.05$ ) (Şekil 7).

**Tablo 6.** Kanalların toplam alanı hesaba katıldığında geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)

NiTi sistemler	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
TF Adaptive	15	33,01533 <sup>A</sup>	18,333815
Tango-Endo	15	53,13033 <sup>B</sup>	16,544132
Reciproc Blue	15	36,93133 <sup>A,B</sup>	16,096065
ProTaperNext	15	33,93767 <sup>A</sup>	13,620054
Endo-EzeGenius	15	29,188 <sup>A</sup>	16,503609

Farklı üst karakterler o gruplar arasında  $p<0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



**Şekil 7.** Kanalların toplam alanı hesaba katıldığında geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)

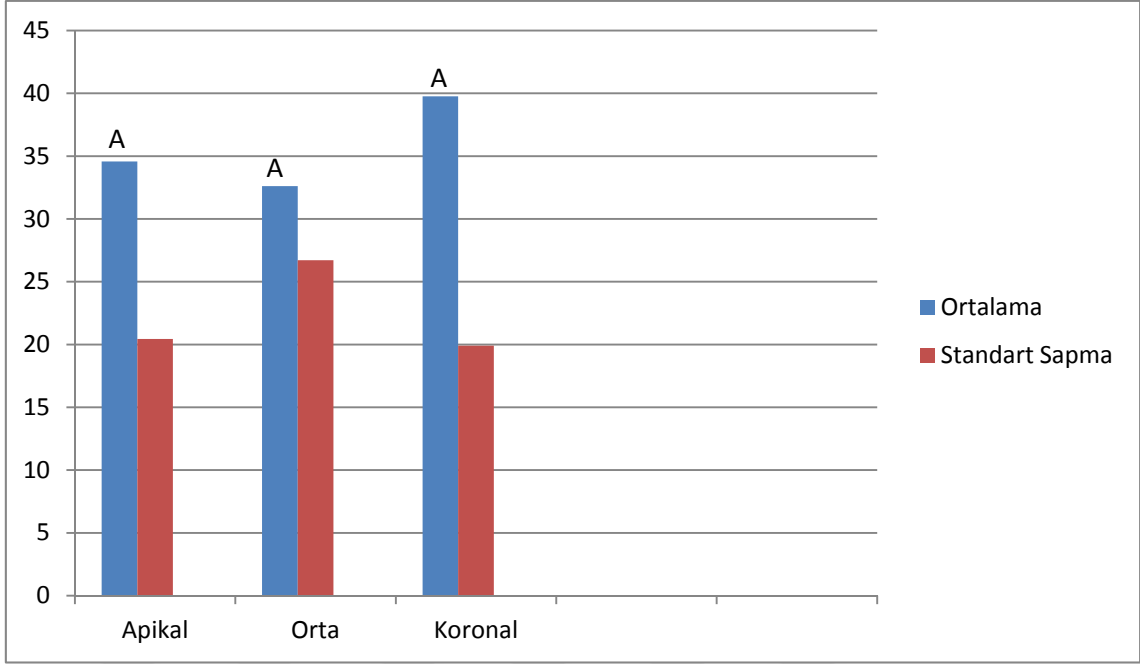
#### 6.2.5. Kullanılan NiTi Sistemlere Bakılmaksızın Kanalların Bölgelerine Göre Geriye Kalan Kök Kanal Dolgu Miktarı

Tablo 7, kullanılan NiTi sistemlere bakılmaksızın kanalların bölgelerine göre geriye kalan kök kanal dolgu miktarlarını yüzde olarak göstermektedir. Apikal, orta ve koronal üçlülerde geriye kalan dolgu miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Şekil 8).

**Tablo 7.** Kullanılan NiTi sistemlere bakılmaksızın kanalların bölgelerine göre geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)

Bölgeler	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
Apikal	75	34,57013 <sup>A</sup>	20,446348
Orta	75	32,61273 <sup>A</sup>	26,708708
Koronal	75	39,76588 <sup>A</sup>	19,911578

Farklı üst karakterler o gruplar arasında  $p<0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



**Şekil 8.** Kullanılan NiTi sistemlere bakılmaksızın kanalların bölgelerine göre geriye kalan kök kanal dolgu miktarı (%)

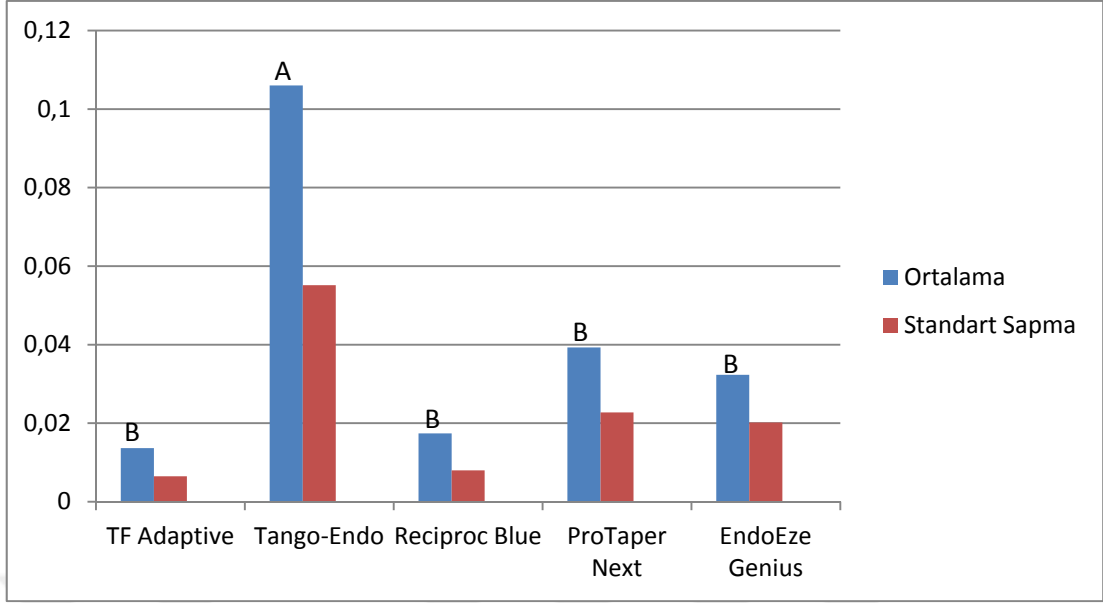
### 6.3. Apikalden Taşan Debris ve Sıvı Miktarı

Tablo 8’ de apikalden taşan debris ve sıvı miktarları verilmiştir. Tango-Endo kullanıldığında apikalden taşan debris ve sıvı miktarı istatistiksel olarak en fazladır ( $p < 0.05$ ). TF Adaptive, Reciproc Blue, ProTaper Next, Endo-Eze Genius kullanıldığında taşan miktarlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ) (Şekil 9).

**Tablo 8.** Apikalden taşan debris ve sıvı miktarı (gr)

NiTi sistemler	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
TF Adaptive	20	0,01367 <sup>B</sup>	0,00648025
Tango-Endo	20	0,106025 <sup>A</sup>	0,05514864
Reciproc Blue	20	0,0174 <sup>B</sup>	0,00797337
ProTaperNext	20	0,039305 <sup>B</sup>	0,02272775
Endo-EzeGenius	20	0,03232 <sup>B</sup>	0,02017550

Farklı üst karakterler o gruplar arasında  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



**Şekil 9.** Apikalden taşan debris ve sıvı miktarı (gr)

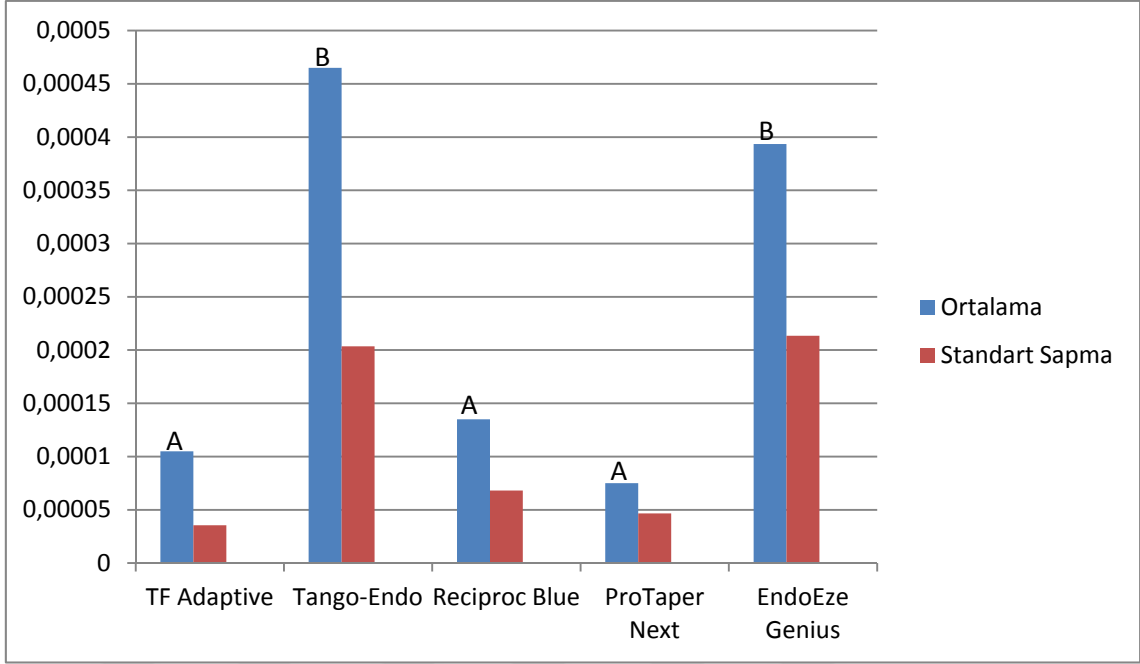
#### 6.4. Apikalden Taşan Debris Miktarı

Tablo 9’da apikalden taşan debris miktarları verilmiştir. Tango-Endo ve Endo-Eze Genius kullanıldığında taşan debris miktarı, TF Adaptive, Reciproc Blue, ProTaper Next kullanıldığında taşan debris miktarından istatistiksel olarak fazladır ( $p < 0.05$ ). TF Adaptive, Reciproc Blue, ProTaper Next kullanıldığında taşan debris miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ). Tango-Endo ve Endo-Eze Genius kullanıldığında taşan debris miktarları arasındaki fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ) (Şekil 10).

**Tablo 9.** Apikalden taşan debris miktarı (gr)

NiTi sistemler	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
TF Adaptive	20	0,000105 <sup>A</sup>	0,0000356
Tango-Endo	20	0,000465 <sup>B</sup>	0,0002036
Reciproc Blue	20	0,000135 <sup>A</sup>	0,0000682
ProTaperNext	20	0,000075 <sup>A</sup>	0,0000467
Endo-EzeGenius	20	0,0003935 <sup>B</sup>	0,0002135

Farklı üst karakterler o gruplar arasında  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



**Şekil 10.** Apikalden taşan debris miktarı (gr)

### 6.5.Prosedürel Hatalar

Endo-Eze Genius grubunun bir örneğinde Genius 25/04 eğe kırıldı.

ProTaper Next, Reciproc Blue ve Tango-Endo gruplarında herhangi problem oluşmadı. TF Adaptive grubunun 1 örneğinde ML1 eğe kırığı sonrası çalışma boyuna ulaşılamadı. Kırık oluşan örneklerin yerine yenileri eklendi. Süre açısından ilk örnekler değerlendirildi.



## 7. TARTIŞMA

Başarılı bir endodontik tedavi için kök kanalının uygun bir şekilde genişletilip şekillendirilmesi ve bir kök kanal dolgu maddesi ile üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurulması gerekmektedir (1). Endodontik tedavi sonrası yüksek başarı oranları görülse bile farklı nedenlerden dolayı başarısızlık meydana gelebilir (4, 45-47, 49). Günümüzde gelişen teknolojiler nedeniyle yenilenen kanal tedavilerinde yüksek başarı oranları görülmektedir (208). Bu nedenle cerrahi tedavi, çekim gibi tedavilere nazaran kanal tedavisi yenileme işlemi daha çok tercih edilmektedir (76).

Başarılı kanal yenilemenin ana amacı kök kanal dolgu materyalinin kaldırılması, kök kanalının şekillendirilmesi ve temizlenmesi, son olarak sızdırmayacak şekilde yeniden doldurulmasıdır (209, 210). Kök kanal tedavisinin yenilenmesi gerektiğinde güta perka ve pattan oluşan kanal dolgusunun uzaklaştırılması, kanal yenileme tedavisinin en önemli kısmıdır (38, 76). Kök kanal yenilemenin başarısı kök kanal sistemindeki nekrotik doku artıkları ve bakterilere ulaşabilmek için kök kanal dolgu malzemesinin tamamen kaldırılmasına bağlıdır (9-12, 160, 211).

Endodontik tedavide amaç her ne kadar yapılan tedavinin uygun biyolojik sonuçlar vermesi olsa da hastanın tedavi sırası ve sonrasında da ağrı duymaması sağlanmalıdır (212). Endodontik tedavi sonrası ağrı, şişlik, flare-up, postoperatif ağrı sıklıkla karşılaşılan klinik problemlerdendir (23, 32). Bunların ana nedeni genellikle kanalların sökülmesi esnasında nekrotik pulpa artıkları, mikroorganizmalar, irrigasyon solüsyonları veya dolum materyallerinin apikal alana taşmasıdır (213, 214). Bu taşan materyaller zaten hasta olan kök ucu etrafındaki dokuların daha fazla hastalanmasına neden olur (128, 215). Tsisis ve ark.'nın (213) meta-analiz çalışmasında apikal periodontitisli dişleri içeren kanal yenileme olgularında 8 kat daha yüksek (%13.6) flare up oranı görülmüştür.

Kök kanal sisteminin daha iyi ve komplikasyonsuz bir şekilde temizlenebilmesi için farklı kinematik hareketler ve yeni eğe sistemleri piyasaya çıkmaktadır. Biz bu çalışmamızda farklı kinematik harekette çalışan beş güncel eğe sistemini karşılaştırarak etkin bir kanal dolgusu yenilemesi için en uygun eğe sisteminin seçilmesine katkıda

bulunmayı istedik. Ayrıca kanal yenileme sırasında kullanılan eğe sayısı gruplar arasında eşit tutularak üç eğe ile hem güvenilir, etkin hem de kısa sürede tedavinin tamamlanması amaçlanmaktadır. Ulaşabildiğimiz veriler dahilinde bu eğe sistemlerini bu parametreler açısından karşılaştıran ilk çalışmadır.

Kanal yenileme sırasında apikalden taşan materyal miktarını belirleme ve geriye kalan güta perka ve pat miktarını inceleyen çalışmalar genellikle çekilmiş insan dişleri üzerinde gerçekleştirilmiştir (110). Ruiz- Hubard ve ark. (145) ise kanal eğimi, şekli ve boyutunun standart olması amacıyla akrilik modeller kullanmıştır. Fakat doğal dişlerdeki düzensizliklerin üç boyutlu yapısını ve apikal konstrüksiyonunun taklit edilememesi nedeniyle çalışmaların normalde insan dışında yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Rezin bloklarda kanal yenileme sırasında döner alet kullanımı sonucu oluşan ısının rezin materyali yumuşatabileceğini bu yüzden çalışma sonuçlarını etkileyebileceği bildirilmiştir (216).

Çalışmamızda klinik koşulları yansıtabilmesi için insan dişleri seçilmiştir (190). İnsan dişlerinin kullanılmasındaki zorluk, tüm dişlerin mikrosertlik değerlerinin eşit olmamasıdır (217). Bu da çalışmaların standartlığını etkilemektedir. Fakat bu durum el aletleri kullanılan çalışmalarda daha fazla problem yaratmaktadır (143). Tanalp ve ark. göre yumuşak dentinin kaldırılmasının daha kolay olabileceği ve taşan debris miktarını arttırabileceği ifade edilmiştir (143). El aletleri kullanımında uygulayıcı dentin mikrosertlik çeşitliliğinden dolayı daha fazla dirençle karşılaşabilirken bizim çalışmamızda döner ve resiprokasyon hareket yapan sistemlerin belirli bir torka ve devire ayarlanmış olmasından dolayı kesme üzerine etkisi olmayacağını düşünmekteyiz.

Çalışma maksiller santral dişler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Zuolo ve ark. göre düz ve geniş kanallardan dolguyu kaldırmak eğimli ve dar kanallardan kaldırmaktan daha kolaydır (218). Ayrıca örneklerin standartlığını basitleştirmek için düz kök kanallı örnekler kullanılmalıdır (15, 27, 171). Eğimli kök kanallarında yapılan çalışmalarda alet kırığı veya ana kök kanal morfolojisinin değişimi gibi presedürel hatalar çalışmanın sonuçlarını doğrudan yansıtamayabilir (13). Biz de Özyürek ve Demiryürek (15), Zuolo ve ark. (218), Chauhan ve ark. (168), Betti ve ark. (182) ve Schirmeister ve ark.'nın (152) çalışmalarında olduğu gibi çalışmamızda üst santral kesici diş kullandık.

Çalışmamızda kök kanallarının eğim derecesinin standardize edilmesi için Schneider yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem diğer çalışmalarda da kullanılmıştır (26, 106, 110, 148, 164, 193, 219). Fazla kanal eğiminin şekillendirme tekniğinin çalışmasını etkileyebilecek bir faktör olduğundan bahsedilir (220). Psimma ve ark. göre ise kök kanal eğimi apikalden taşan irriganı etkilemez (221). Standartizasyonu sağlamak için 0-10° eğime sahip dişler çalışmamızda kullanılmıştır (206, 222).

Diş kökü üzerindeki organik artıklar ve diş taşları çalışma sırasında hassas terazi ile yapılan ölçümü etkileyebileceği ve teflon bantın kök yüzeyine yapışmasını engelleyebileceği için çalışma öncesinde temizlenmiştir.

Her ne kadar kanal boyu farklılığının apikalden taşan materyal miktarını açısından önemli olmadığı McKendry (223) ve Fairbourn ve ark. (144) tarafından belirtilmiş olsa da bu çalışmada, dişler 16 mm'ye standardize edildi (27), böylece değişen uzunlukların sonuçları etkilemesi ihtimali engellendi.

Kök kanallarının doldurulmasında en çok tercih edilen yöntem güta perka ve kanal patlarının beraber kullanılmasıdır. Klinik kullanımda en çok tercih edilen AH Plus kanal patıdır. Çalışmalarda ise altın standart olarak kabul edilen rezin içerikli materyaldir (22, 106, 224). Jacobsen ve BeGole çalışmasında dolun yöntemlerinden termoplastik yöntemin lateral kondansasyon ile karşılaştırıldığında daha iyi bakteri sızdırmazlığı oluşturduğunu bulmuşlardır (225). Weller ve ark. (226) çalışmasında termoplastik enjeksiyon yöntemlerinden Obtura ile kor taşıyıcılı yöntemlerden Thermafil'i karşılaştırmış ve Obtura'nın kanal duvarlarına en iyi adaptasyon sağladığını bulmuştur. Ek olarak termoplastik güta perka tekniği anatomik düzensizlikleri doldurur, boşlukları azaltır ve tek kon tekniği ile karşılaştırıldığında dolun kalitesi daha yüksektir (227). Bizim çalışmamızda daha önce yapılan in vitro retreatment çalışmaları göz önüne alınarak AH Plus Jet kanal patı kullanılarak (222, 228) güta perkanın termoplastik enjeksiyon yöntemiyle (27) doldurulduğu teknik kullanılmıştır. AH Plus Jet'in ISO 6876:2001 standartlarına göre tamamen polimerizasyonunu tamamlama süresi 37°'de 7 gün olması nedeniyle (229), dolunu yapılmış örnekler Altunbaş ve ark.'nın (230) çalışmasındaki gibi 37°'de 7 gün bekletilmiştir.

Kök kanal dolgusunun yenilenmesi sırasında apikal çapın genişletilmesinin artık dolgu maddesinin miktarını azalttığı iyi bilinmektedir (231). Ayrıca eğe sayısı arttıkça artabilen debris taşması nedeniyle (232) çalışmamızda Yılmaz ve Özyürek (27) ve Özyürek ve Demiryürek (15) çalışmaları modifiye edilerek 3 eğe ile kök kanal dolgusunun uzaklaştırılıp apikal çap #40 apikal boyuttan #50 apikal boyuta arttırılmıştır. Bitirme işlemleri için ek eğeler kullanmak, temiz bir kök kanalı sağlar ve periapikal taşmaya neden olan artık kanal dolgularının çıkarılmasını kolaylaştırır (28).

Apikal patensi tekniği apikal foramenden küçük K-tipi eğe kullanılarak apikal üçlüyü debrislerden arındırmak olarak nitelendirilmiştir. İlk defa 1987 yılında Buchanan tarafından önerilen bu teknikte en küçük çaptaki eğe çalışma boyundan 1 mm daha uzun olacak şekilde ayarlanır ve apikal üçlüdeki debrislerin sızmasını önlemek için her bir alet kullanımından sonra rekapitüle edilir (233).

Vera ve ark. 19-21 mm uzunluktaki anterior dişler, üst molarların palatinal ve alt molarların distal köklerini dahil ettiği çalışmaya göre tedavi esnasında patensi sağlanmasıyla apikal üçlüye irrigasyon solüsyonunun daha fazla ulaşması sağlanmıştır (234). Bununla birlikte irrigasyon sırasında oluşan baloncukların patensi egesi kullanıldığında örneklerin %25, kullanılmadığında %40'ında bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu baloncukların sorgulanmasına rağmen, apikal üçlüye irrigasyon solüsyonunun penetrasyonunu engeller ve kanalın üst bölgelerinde bu baloncukların varlığı NaOCl'nin dokularla temasını azaltır (235).

Tınaz ve ark. göre apikal patensi yapılan manüel preparasyon tekniklerinde daha fazla debris taşması görülür (142). Deonizio ve ark. göre ise ProTaper eğe sistemi kullanılırken apikal patensi sağlanması taşan materyal miktarını etkilemezken manüel tekniklerde etkileyebilir (236).

Apikal boyunca patensi eğelerinin kullanımı periapikal akut iltihapsal yanıtı ve şiddetli postoperatif ağrıya neden olabilir. Bununla beraber apikal patensinin uygun şekilde yapılması koşuluyla apikal açıklığın korunması daha fazla postoperatif sorunlara sebep olmadığı ve yararlarının olabilecek zedelenmelerden daha fazla olduğu belirtilmiştir (237). Çünkü dentin talaşlarının apikal bölgede sıkışması ve çalışma boyutu korunmasını engelleyebilecek tıkaç oluşumunu önlemesinin bu bölgedeki toksik

birikiminin önlenmesi yoluyla yarar sağlayabileceği ileri sürülmüştür (237). Siqueira devital ve önceden kanal tedavisi olan dişlerde apikal patensi korunduğunda flare-up oranının düşük olduğunu bildirmişlerdir (214). Arias ve ark. devital dişlerde patensi sağlandığında anlamlı olarak daha az postoperatif ağrı oluştuğunu ifade etmişlerdir (238).

Bu yüzden biz de bu çalışmamızda Colombo ve ark. rotasyon, resiprokasyon hareketleriyle çözücü kullandığı veya kullanmadan yaptığı çalışmasındaki (172) gibi kanal şekillendirilmesi sırasında her eğe kullanımından sonra ve kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılması sonrasında #10-K tipi eğe ile çalışma boyundan 1 mm uzun olacak şekilde patensi sağlandı.

Taşan debris ile apikal foramen çapı arasında doğrudan bir ilişki vardır (233, 239). Myers ve Montgomery'ye göre apikal konstriksiyon patensi egesi ile bozulmadığında taşkınlık gözlenmedi ve apikal konstriksiyon #20 ve #25 eğe genişliğinde olduğunda daha fazla taşma gözlendi (110). Bu yüzden bu çalışmamızda standartlığı sağlamak için apikal çapın 0.25 mm'den daha fazla olduğu örnekler çalışmaya dahil edilmedi.

Klinik olarak güta perka ve kanal patını etkili kaldırabilmek için kök kanal yenileme sırasında NaOCl ve EDTA ile irrigasyon aktivitesi artırılmalıdır (76). Buna rağmen, her iki solüsyonun kristalize olma ihtimali nedeniyle taşan debris miktarını etkileyebilir (24, 27, 137). Bunun için çalışmamızda önceki çalışmalarda olduğu gibi (28, 32, 150, 224, 228) irrigan olarak distile su kullanılmıştır.

İrrigasyon iğnesinin penetrasyon derinliği apikale ilerledikçe daha iyi temizlik sağlar ve irrigasyon taşkınlığını artırır (240). Altundaşar ve ark. göre yandan açılı irrigasyon iğnesi kullanımı apikalden taşan debris miktarını azaltır (138). Bu nedenle Keskin ve ark.'nın çalışmasına benzer olarak 30 gauge yandan açılı irrigasyon iğnesi çalışma boyundan 2 mm kısa kullanılmıştır (31).

Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılabilmesi için el aletleri (25, 26, 106, 130, 141, 146, 147, 149, 150, 163, 168, 169, 183, 190, 201, 204, 205, 230), ısı (85, 241), ultrasonik (109, 133, 163, 199), lazer sistemleri (242), nikel titanyum esaslı eğe sistemleri (106, 127, 132, 136, 148-150, 154, 155, 159, 163, 164, 169, 170, 172, 180,

183, 187-189, 195, 200, 202, 205, 219, 222, 228, 232), çözücüler (118, 156, 174, 181, 182, 196, 200, 243) ve bu yöntemlerin çeşitli kombinasyonları kullanılır.

Geleneksel olarak güta perkanın el eğeleri ile çözücülü veya çözücsüz olarak uzaklaştırılması, özellikle kök dolgu malzemesi iyi bir şekilde sıkıştırıldığı durumlarda zaman alıcı ve uğraştırıcı bir aşamadır (244). Ni-Ti aletlerin kök kanal yenilemede kullanımıyla kanal dolgusunu uzaklaştırmak daha hızlı ve etkin olmuş (19), hasta ve hekimin yorgunluğu azalmıştır (19, 155, 183). Bu sonuçtan yola çıkarak, zamanla el aletlerinin yerini nikel titanyum sistemler almaya başlamış ve üretici firmalar kanal dolgusunu etkili kaldırabilmek için nikel titanyum sistemleri farklı tasarım ve kinematik hareketlerde geliştirmiştir (232).

Bizim çalışmamızda kullanılan eğe sistemlerinden sadece ProTaper Next grubunun kanal yenileme işlemi için tasarlanmış ProTaper Universal retreatment eğe sistemi bulunmaktadır (159). Fakat Endo-Eze Genius, Reciproc Blue, Tango-Endo ve Twisted File Adaptive eğe sistemlerinde ayrıca kanal yenileme eğesi bulunmamasına rağmen kanal yenilemede de kullanılabilir (102, 117, 127).

Özyürek ve Demiryürek'in 2016 yılındaki (15) ProTaper Universal retreatment ve ProTaper Next'i karşılaştırdığı çalışmasında ProTaper Universal retreatment eğesi kanal sökümünü daha erken sürede tamamlarken, etkinlik açısından aralarında fark yoktur. Özyürek ve Demiryürek'in 2017 yılındaki çalışmasına göre (106) ise iki eğe sistemi arasında bu parametrelerde fark bulunamamıştır. Bu yüzden çalışmamızda ProTaper universal yerine ProTaper Next kullanılmıştır.

Çalışmamızda eğe sistemlerinin rotasyon (ProTaper Next), resiprokasyon (Reciproc Blue, Tango-Endo), adaptif (Twisted File Adaptive) hareket ve bu hareketlerden rotasyon ve resiprokasyonun beraber kullanıldığı hibrit yöntemiyle (Endo-Eze Genius) çalışan eğe sistemlerin apikalden taşan debris ve sıvı üzerine etkisi, tedavi süresi ve geriye kalan güta perka ve kanal patı miktarı incelenmek istenmiştir. Ulaşabildiğimiz veriler dahilinde bu çalışma rotasyon, resiprokasyon, adaptif hareket ve hibrit sistemin karşılaştırıldığı ilk çalışmadır.

Yapılan literatür taraması sonucu ulaşılabildiğimiz veriler dahilinde ProTaper Next ve Twisted File Adaptive eğe sisteminin kanal yenileme sonrası apikalden taşan debris miktarını belirleyen belli sayıda çalışma vardır (22, 27, 28). Bunlardan sadece 2017 yılında Yılmaz ve Özyürek'in yaptığı çalışma benzerdir (27). Yine ProTaper Next ve Twisted File Adaptive eğe sistemlerinin geriye kalan güta perka ve pat miktarını inceleyerek eğelerin etkinliğini karşılaştıran sayılı çalışma mevcuttur (13, 15, 106, 109, 127). Sadece Özyürek ve Demiryürek'in (15) yaptıkları çalışmada aynı iki eğe sistemini kullanılmıştır. Diğer eğe sistemlerinin kanal yenileme sırasında kullanımıyla ilgili bu parametreleri karşılaştıran çalışma bulunamamıştır.

Endo-Eze Genius son zamanlarda, rotasyon ve resiprokasyon hareketlerinin hibrit kullanımı için kök kanal sistemini şekillendirmek, temizlemek ve yeniden tedavi etmek için geliştirilen ısıtılabilir işlem görmüş eğe sistemidir. Sistemde resiprokasyon ve rotasyon hareketleri için eğeler bulunmaktadır. Çalışma prensibi genellikle eğelerin resiprokasyon hareketi ile çalışma boyuna ulaşmak ve ulaştıktan sonra rotasyon hareketinde kullanılmaktır. Endo-Eze Genius sistemindeki resiprokasyon hareketi diğer bazı resiprokasyon hareketlerinde kullanılan sistemlerden farklı olarak ilk başta saat yönüne hareketle ( $90^\circ$  saat yönüne,  $30^\circ$  saat yönünün tersine) başlar (104). Üretici firma eğenin benzersiz resiprokasyon hareketi ile güvenliği sağlarken, rotasyon hareketiyle de etkinliği arttırdığını iddia etmektedir (102, 104). Endo-Eze Genius eğelerinin enine kesiti S şeklindedir. Bu kesit sayesinde, resiprokasyon ve rotasyon hareketleri için saat yönüne pozitif hareketle çift kesme açısı oluşturur. Yivler arasındaki geniş boşluklar kanallardan debris kaldırmayı en üst düzeye çıkarır. Eğelerin kesmeyen ucu sayesinde de kanalda basamak oluşması önlenir (102).

Ulaşılabildiğimiz veriler dahilinde literatürde Endo-Eze Genius'un kök kanal tedavisi, kök kanal dolgusu yenileme sırasında apikalden taşan materyal miktarı, kök kanal dolgusu uzaklaştırma etkinliğini ve süresini değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır. Fakat Endo-Eze Genius'un resiprokasyon ve rotasyon hareketlerinde kullanılan hibrit eğe sistemi olması veya farklı tasarım özellikleri nedeniyle döngüsel yorgunluk direnci, torsiyonel direnci, enine kesitsel alanları (104), endotoksin ve mikroorganizmaları kaldırma etkinliği (103) gibi kriterleri değerlendirilmiştir.

Özyürek ve ark. Endo-Eze Genius ile birlikte Reciproc Blue ve WaveOne Gold eğe sisteminin S şekilli çift kurvatürlü kanallarda torsiyonel direnci, döngüsel yorgunluk direnci ve enine kesitsel alanlarını değerlendirdiği çalışmalarına göre Endo-Eze Genius eğe sistemi Reciproc Blue ve WaveOne Gold'a göre anlamlı olarak daha yüksek torsiyonel dirence sahiptir. Reciproc Blue en geniş enine kesitsel alana sahipken, en küçük enine kesitsel alanı Endo-Eze Genius'ta görülmüştür (104).

Cavalli ve ark. biyomekanik preparasyon için rotasyon, resiprokasyon ve hibrit sistemleri kullanımında mikroorganizma ve endotoksin kaldırma etkinliğini karşılaştırmayı amaçlamıştır (103). Mtwo, Reciproc ve Genius hibrit sistemlerin kullanıldığı çalışmada örnekler preparasyondan önce ve sonra mikrobiyolojik kültüre ve DNA-DNA hibridizasyon testine tabii tutulmuştur. Endotoksinler limulus amebosit lizat analizi kullanılarak sayısal olarak ölçülmüştür. Mikrobiyolojik kültür sonuçlarına göre bütün eğe sistemleri koloni oluşturan öğeleri azaltmada başarılı olurken eğeler arasında anlamlı fark görülmemiştir. Endotoksin azalma sonuçlarına baktığımızda Mtwo (%95.05) > Genius (%91.85) > Reciproc (%64.68) başarı oranları olmasına rağmen rotasyon, resiprokasyon ve hibrit yöntemler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (103). Bu çalışmada resiprokasyon hareketi bizim çalışmamızdan farklı olarak Genius hibrit sisteminde 170° saat yönünün tersine ve 50° saat yönündedir ve resiprokasyon eğeleri çalışma boyuna ulaştıktan sonra rotasyon hareketinde kullanılmamıştır (103).

Bu bilgiler ışığında Endo-Eze Genius kullanılarak eğilme direnci (104), kesit alanı (104), mikroorganizma ve endotoksin kaldırma etkinliği (103) açısından yapılan değerlendirmelerde olumlu sonuçlar ortaya koyması ve kök kanal dolgusu uzaklaştırma sırasında apikalden taşan materyal, sonrasında geriye kalan güta perka ve kanal patı miktarı ve süreyi değerlendiren çalışma bulunmaması nedeniyle çalışmamızda diğer kinematik hareketlerle kullanılan ProTaper Next, Reciproc Blue, Tango-Endo ve Twisted File Adaptive ile bu parametreler yönünden karşılaştırılmıştır. Bizim çalışmamızda Endo-Eze Genius eğe sisteminin apikal, orta, koronal ve toplam alanda geriye kalan dolgu miktarına baktığımızda ProTaper Next ve Reciproc Blue eğe sistemine göre daha fazla dolgu kaldırmış fakat aralarında anlamlı fark bulunamamıştır. Bu sonuçlar ışığında her ne kadar Cavalli ve ark. (103) çalışmasıyla metodolojik farklılıklar bulunsada Reciproc ve Genius'un etkinlik sonuçları benzerdir.



ProTaper Next devamlı asimetrik rotasyon hareketinde kullanılan eğe sistemidir. ProTaper Next'in yeni "off centered" dikdörtgen kesiti, eğeye kök kanalında ilerlerken yılan benzeri bir kıvrılma hareketi sağlar (13, 22). Bu enine kesit sayesinde, kanal duvarı ve eğe arasında daha fazla boşluk yaratarak (27) rotasyon sırasında debris ve artıkların koronale taşınması için daha geniş bir alan oluşturur (15, 109, 186, 245). Buna ek olarak, eğenin yılan benzeri hareketi eğenin daha büyük bir kök kanalı duvarına dokunmasına yardımcı olabilir. Bu da kök kanal dolgusunun daha iyi uzaklaştırılmasına yardımcı olabilir (28).

ProTaper Next'in kanal yenileme sonrası apikalden taşan materyal miktarını karşılaştıran çalışmalara baktığımızda Pawar ve ark.'nın (28) ProTaper Universal retreatment sonrası kanal dolgusu artıklarını uzaklaştırmak için ek eğe gerekip gerekmediğini karşılaştırdıkları çalışmasında apikalden debris taşma miktarı WaveOne> ProTaper Next> SAF olarak sıralanmış ve aralarındaki fark anlamlı çıkmıştır. Yılmaz ve Özyürek'in çalışmasına (27) göre Reciproc> Twisted File Adaptive> ProTaper Next olarak sıralanmış ve sadece Reciproc ve ProTaper Next arası fark anlamlı bulunmuştur. Nevares ve ark. çalışmasında (22) ise ProTaper Next ve Reciproc arası anlamlı fark görülmemiştir. Bu farklılığı Nevares ve ark. (22) değişen taperlardan olduğunu bildirmiştir.

Kanal yenileme sonrası eğenin etkinliğini değerlendiren çalışmalarda ise Nevares ve ark. (13) ve Martins ve ark. (109) mikro- bT ile karşılaştırma sonucu ProTaper Next ve Reciproc sistemleri arasında güta perka ve kanal patı uzaklaştırmada eğelerin benzer etkinliğe sahip olduklarından bahseder. Buna karşılık ProTaper Universal retreatment, ProTaper Next, Reciproc ve Twisted File Adaptive eğelerinin stereomikroskop ile karşılaştırıldığı Özyürek ve Demiryürek'in (15) çalışmasında Protaper Universal retreatment ve ProTaper Next diğer eğe sistemlerine göre duvarlardaki güta perka ve kanal patını daha etkin kaldırmışlardır. Özyürek ve Demiryürek'in (106) geriye kalan güta perka ve kanal patı miktarını radyografi ile belirledikleri çalışmaya göre ProTaper Universal retreatment ve ProTaper Next, H tipi eğelerden daha etkindir. Literatürde ProTaper Next kök kanal dolgusunu uzaklaştırma açısından ProTaper Universal retreatment eğe sistemine göre benzer, diğer eğe sistemleriyle karmaşık sonuçlar

göstermektedir. ProTaper Next eğe sistemi apikalden materyal taşması sonuçlarında başarı oranı yüksek olduğundan çalışmamıza dahil edilmiştir.

Reciproc Blue resiprokasyon hareketi sağlayan termomekanik işlem görmüş kök kanalını sadece tek eğe ile temizleyip şekillendirmeyi sağlayan eğe sistemidir. Reciproc Blue, Reciproc eğesindeki gibi aynı değişken taper, kesmeyen uç, 2 kesici kenar, S şekilli enine kesit sunar (113, 114). Üreticiye firma Reciproc (M-Wire) eğelerine göre Reciproc Blue'nun daha esnek hale geldiğini, kırılma riskinin daha da düştüğünü ve 2 kat daha fazla döngüsel yorgunluk direnci sergilediğini iddia etmektedir (118). Reciproc ALL modu ile kullanılan Reciproc Blue 150° saat yönünün tersine ve 30° saat yönüne rotasyon hareketlerinden meydana gelir (119). Bu hareket vidalama etkisini ve eğenin kırılma ihtimalini azaltır (120).

De-Deus ve ark. M-Wire Reciproc eğesine uygulanan mavi termomekanik işlemin döngüsel yorgunluk ve torsiyonel direnç üzerine etkisini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre Reciproc Blue orijinal Resiprok eğelerinden anlamlı olarak daha düşük torsiyonel direnç ve daha uzun döngüsel yorgunluk süresi göstermiştir. Pürüzlülük paterni ile ilgili anlamlı bir fark görülmezken Reciproc Blue, orijinal Resiprok eğelerinden anlamlı olarak daha düşük mikrosertlik göstermiştir (116). Reciproc Blue eğelerinin orijinal Reciproc eğelerinden daha yüksek döngüsel yorgunluk direnci olduğu Keskin ve ark. (118), Topçuoğlu ve Topçuoğlu'nun (111) çalışmalarında ve düşük torsiyonel kuvvet olduğu Silva ve ark. (246) çalışmasında da bildirilmiştir

Reciproc Blue eğe sistemi ile ilgili kanal yenileme sırasında apikalden taşan materyal miktarı veya sonrası geriye kalan güta perka ve kanal patı miktarını belirleyen herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Kök kanal şekillendirilmesi sırasında ise apikalden taşan debris miktarını değerlendiren Uslu ve ark. tarafından yapılmış tek bir çalışma bulunmaktadır (114). Bu çalışmadaki amaç kök kanal preparasyonunda kullanılan Reciproc Blue, Hyflex EDM ve Xp-endo Shaper eğelerinin vücut sıcaklığında apikalden taşan debris miktarını incelemektir. Tüm işlemler Lu ve ark.'nın çalışmasına (121) göre periodontal ligamenti taklit etmesi için eppendorf tüplere agar jel yerleştirilerek gerçekleştirilmiştir. İşlem sonrası tüm şekillendirme eğeleri apikal foramenden debris taşmasına neden olmuştur. Bu in vitro çalışmanın sınırları dahilinde test edilen farklı eğeler için sadece Xp-endo Shaper ve Reciproc Blue arasında anlamlı

bir fark varken, apikalden taşan debris miktarı Reciproc Blue> Hyflex EDM> Xp-endo Shaper olarak bulunmuştur (114).

Bu çalışmaların sonuçları dahilinde her ne kadar bizim çalışmamızda kullanılan parametreleri karşılaştırmamış olsa da Reciproc Blue ege sisteminin son zamanlardaki döngüsel parametreler açısından olumlu ve karmaşık sonuçları dahilinde çalışmamıza dahil edilmiştir.

Tango-Endo üretici firmanın sadece iki aletle preparasyonu tamamlanacağını iddia eden kendine özgü resiprokasyon hareketi sergileyen ege sistemidir (122). Bu resiprokasyon hareketi diğer ege sistemlerinden farklı olarak tam bir döngüyü tamamlamaz (123). Egenin kesme etkinliği patentli 2 vertikal bıçak yüzeyi ile gelişir ve bu 2 bıçak yüzeyi sayesinde dentinal debrisler için alan yaratılır, alet en az dirençle apekse kadar ilerleyebilir. Bu tasarım nedeniyle geliştirilmiş alet dayanıklılığı kullanım sırasında basınç ve çekme gerilimlerini azaltır. Ayrıca güçten ödün vermeden arttırılmış esneklik sağlar (122, 123).

Literatürde Tango-Endo ile yapılmış sadece tek bir çalışma bulunmaktadır. 2017 yılında Yılmaz ve Özyürek tarafından yapılmış çalışmada Tango-Endo, WaveOne Gold ve Reciproc ege sistemlerinin döngüsel yorgunluk direnci karşılaştırılmıştır. Reciproc R25, WaveOne Gold Primary ve Tango-Endo Finisher 30/04 eğeleri iç çapı 1,5 mm olan 45°, 60° ve 90° eğimindeki paslanmaz çelikten yapılmış yapay kanallarda döndürülmüştür. Tango-Endo eğeleri WaveOne Gold ve Reciproc eğerine göre anlamlı olarak daha yüksek yorulma süresi göstermiştir. Bununla birlikte Reciproc ve WaveOne Gold eğeleri arasında yorulma süresi açısından fark bulunmamaktadır (123). Biz de bu nedenle döngüsel yorgunluk direnci yüksek bulunmuş Tango-Endo ege sistemini diğer parametreler açısından değerlendirmeyi amaçladık.

Twisted File Adaptive rotasyon ve resiprokasyon hareketlerinin kombinasyonu ile kullanılan R- fazı teknolojisi ile üretilen bir NiTi ege sistemidir. Bu ege sistemi resiprokasyon hareketinin dezavantajlarını en aza indirerek maksimum avantaj sağlamayı hedefleyen adaptif hareketle çalışır (124).

Çapar ve ark.'nın kök kanal preparasyonu sırasında ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, Hyflex eğelerini kullanarak apikalden taşan debris değerlendirdikleri çalışmanın sonucuna göre Twisted File Adaptive ve ProTaper Next eğeleri diğer ege sistemlerine göre daha az apikalden debris taşıdığı bildirilmiştir. Ayrıca ProTaper Universal ege sistemi diğer sistemlerden anlamlı olarak daha uzun sürede preparasyonu tamamlamıştır (245). Kirchoff ve ark. da düz oval kanallarda debris taşmasını karşılaştırdığı çalışmasında Twisted File Adaptive, WaveOne ve ProTaper Next sistemleri arasında fark bulamazken, en fazla taşmanın SAF sisteminde olduğunu bildirmektedir (247). Kuştarıcı ve Er (248), Güngör ve Kuştarıcı'nın (249) çalışmalarına göre Twisted File Adaptive ve Reciproc sistemleri arasında apikalden debris taşması yönünden anlamlı fark bulunmazken, kullanılan irrigasyon yöntemi açısından lazerle aktive edilen irrigasyon yöntemi konvansiyonel irrigasyona göre daha fazla debris taşmasıyla sonuçlanır. Kuştarıcı ve Er'e göre bu fark anlamlıyken, Güngör ve Kuştarıcı'ya göre anlamlı değildir. Dinçer ve ark. mandibular kesicilerde yaptığı apikal debris çalışmasında ProTaper Next'in WaveOne Gold ve Twisted File Adaptive gruplarına göre anlamlı olarak daha fazla debris taşmasına neden olduğu sonucuna varmıştır (250).

Kanal yenileme sırasında Twisted File Adaptive'in kullanılıp apikalden taşan debrisye bakılan sadece bir çalışma bulunmuştur (27). Yılmaz ve Özyürek'in yaptıkları çalışmada apikalden taşan debrisye baktığımızda Reciproc grubu ProTaper Next'ten anlamlı olarak daha fazla debris taşması gösterirken, Twisted File Adaptive ile diğer gruplarla arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (27).

Kanal yenileme sonrası Twisted File Adaptive'in etkinliğine bakılan iki çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan biri yine ProTaper Next çalışmalarında da bahsedilen 2016 yılındaki Özyürek ve Demiryürek'in çalışmasıdır (15). Stereomikroskop ile görüntülenen örnekler arasında ProTaper Next ve ProTaper Universal retreatment grubunda Twisted File Adaptive ve Reciproc gruplarına göre anlamlı olarak daha az güta perka ve kanal patı artıkları kalmıştır. Süreyi karşılaştırdığımızda ProTaper retreatment grubu anlamlı olarak daha kısa sürede kök kanal dolgusunu uzaklaştırmıştır (15). Diğer bir çalışmada Akbulut ve ark. Twisted File Adaptive, Reciproc, ProTaper Universal retreatment ve el eğelerinin kök kanal dolgu kaldırma etkinliğini KIBT ile

değerlendirmeyi amaçlamıştır. İşlem öncesi ve sonrası örneklerin KIBT ile görüntüleri alınmış geriye kalan dolgu miktarının hacimsel oranı belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre kök kanal dolgusunu Reciproc ve ProTaper UR sistemleri Twisted File Adaptive ve el eğelerinden daha etkin kaldırmıştır. Protaper universal ve Reciproc'un daha kısa sürede tedaviyi tamamladığı ve Twisted File eğeleri'nin el eğelerinden sürede daha başarılı oldukları bildirilmektedir (127).

Ayrıca Gergi ve ark. çalışmasına göre Twisted File Adaptive ege sistemi WaveOne ve Resiproc eğelerine göre daha az kanal transportasyonu ve daha iyi merkezde kalma yeteneği göstermiştir (251). Silva ve ark.'nın çalışmasına göre ise Protaper Next ve Twisted File Adaptive ege sistemleri kanal transportasyonu ve merkezde kalma yeteneği açısından benzer sonuçlar göstermiştir (252).

Preparasyon sonrası oluşturdukları çatlak boyutunu değerlendiren çalışmalara baktığımızda Gergi ve ark. Twisted File Adaptive ege sisteminin resiprokasyon yapan (Reciproc ve WaveOne) sistemlere göre daha az çatlağa neden olduğunu (253), Zhou ve ark. Twisted File ve Twisted File Adaptive gruplarının WaveOne ve ProTaper Universal gruplarına göre 6 ve 9 mm'lik kesitlerde daha az dentin çatlağı oluşturduğunu (254) ve Karataş ve ark. ProTaper Next ve Twisted File Adaptive sistemlerinin ProTaper Universal ve WaveOne ege sistemine göre 3 mm apikal bölümde anlamlı olarak daha az çatlak bulunduğunu gözlemlemiştir (255).

Higuera ve ark.'nın döngüsel yorgunluk direncini karşılaştırdığı çalışmasının sonucunda Twisted File Adaptive ML-1 egesi ve Reciproc R25 arasında anlamlı bir fark yokken, bu iki ege grubu WaveOne Primary egesine göre daha yüksek yorgunluk direnci sergilemiştir (256). Tocchi ve ark. göre ise Twisted File Adaptive WaveOne sistemine göre anlamlı olarak daha yüksek kesme etkinliği göstermiştir (257).

Pedrinha ve ark.'nın 2018 yılında hazırladıkları derlemesinde son yıllarda piyasaya sürülen Ni-Ti eğelerin farklı kinematik hareketleri ve şekillendirme yeteneği, apikalden taşan debris ve preparasyon sırasındaki dentin defektlerinin detaylı analizini sunmayı amaçlamıştır. Analiz Twisted File Adaptive, Hyflex CM, Reciproc ve WaveOne Gold'un resiprokasyon, devam eden rotasyon ve adaptif hareketleriyle ilgili

45 makale arasından yapılmıştır. Sonuçlar arasındaki çelişkiler nedeniyle en iyi yöntemi belirlemenin güç olduğu bildirilmektedir (258).

Yapılan literatür taramasında preparasyon sırasında apikalden taşan debris (245, 247-250), kanal yenileme sırasında apikalden taşan debris (27), geriye kalan gütta ve kanal patı miktarı (15, 127), şekillendirme yeteneği (251, 252, 259), çatlak oluşumu (253-255), yorgunluk direnci (256), kesme etkinliği (257) açısından Twisted File Adaptive eğe sisteminin başarı oranı yüksek gözükmemektedir. Bu nedenle çalışmamızda Endo-Eze Genius, ProTaper Next, Reciproc Blue, Tango-Endo eğe sistemleriyle karşılaştırılmıştır.

Kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında çözücüler sıklıkla kullanılmaktadır. Çözücü kullanımıyla apikalden taşan debris miktarı ve kanal yenileme süresi azalmıştır (222). Bu çözücünün gütta perka ve kanal patı üzerindeki yumuşama ve çözme etkisiyle açıklanabilir. Böylece Ni-Ti eğeler gütta perkaya daha az dirençle penetre olabilir ve debris koronale doğru taşır (222, 260). Bununla birlikte kloroform, portakal yağı ve turpentin yağı kullanımı Keskin ve ark. (31) göre apikalden taşan debris anlamlı olarak azaltırken kloroform diğer çözücülerden daha fazla apikalden debris taşımıştır. Tek kon veya lateral kondansasyon tekniğiyle doldurulan kök kanal dolgularının uzaklaştırılması sırasında çözücü kullanımının karşılaştırıldığı Türker ve ark.'nın çalışmasına göre apikalden taşan debris miktarı farklı dolum yöntemlerinden etkilenmezken, çözücü kullanılmayan grupta daha fazla apikalden taşma görülmüştür (30).

Mandibular molarların mezyal kanallarındaki kök kanal dolgu uzaklaştırma etkinliğini micro-bt ile değerlendiren Barreto ve ark.'nın çalışmasına göre portakal yağı veya NaOCl ile pasif ultrasonik irrigasyonun kök kanal dolgusunu uzaklaştırmayı geliştirmediği bildirilmiştir (261). Oyama ve ark.'nın çalışmasında ksilol, ökaliptol, halotan, kloroform ve portakal yağının etkinliği karşılaştırılmış ve ksilol ve portakal yağı arasında anlamlı bir fark görülmezken bu iki çözücü gütta perkayı yumuşatmakta diğer karşılaştırılan çözücülere göre daha etkili olduğu görülmüştür (262). Scelza ve ark.'nın kloroform, ökaliptol ve portakal yağı'nın dentin tübüllerinden kök kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinliklerini TEM ile değerlendirdikleri çalışmada çözücüler

arası anlamlı fark bulunamamıştır (260). Rehman ve ark.'nın çalışmasında da benzer olarak portakal yağı ve kloroform arası fark olmadığı ileri sürülmüştür (92).

Bu bilgiler ışığında çözücü kullanımının etkinliği arttırdığı belirtilmese de kök kanal dolgu materyallerinin uzaklaştırılmasını kolaylaştırarak tedavi süresini kısaltması ve apikalden taşan miktarı azaltarak postoperatif ağrıyı azaltacak olması nedeniyle çalışmamızda portakal yağı kullanılmıştır.

Silva ve ark.'nın ProTaper Universal retreatment eğe sistemi ile iki resiprokasyon (Reciproc ve WaveOne) eğe sisteminin kanal yenileme sırasında apikalden taşan debris miktarını karşılaştırdıkları çalışmalarında tüm sistemler apikalden taşmaya neden olurken, resiprokasyon sistemi rotasyon hareketinden daha az miktarda taşma göstermiştir (232). Dinçer ve ark. çalışmasına göre ise ProTaper Universal retreatment, Mtwo, Reciproc sistemlerinin kanal yenilemede kullanılması sonucu resiprokasyon tek eğe sistemi rotasyon yapan aletlere göre daha az debris taşmasına neden olmuştur (135).

Pawar ve ark.'nın yaptığı çalışmada kanal dolgusu yenileme sırasında ProTaper Universal retreatment eğeleri sonrası kök kanal dolgu artıklarını kaldırmak için ek eğe gerekip gerekmediğini değerlendirilmiştir. Grup 1'de ProTaper Universal retreatment, Grup 2, 3, 4'de ise sırasıyla ProTaper Universal retreatment eğelerine ek olarak ProTaper Next, WaveOne, Self-Adjusting eğeleri kullanılmıştır. ProTaper retreatment eğeleri sonrası WaveOne grubunda %27, ProTaper Next grubunda %19, Self-Adjusting grubunda %12 debris taşmasında artış görülmüştür. Tüm gruplar arası anlamlı fark gösterilmiş ve Self-Adjusting eğesi ek eğe olarak kullanıldığında kök kanal dolgusu artıklarını kaldırmak için daha az debris taşması göstermiştir (28). Buna karşılık WaveOne Gold, ProTaper Universal retreatment, D-RaCe retreatment ve el aletlerinin karşılaştırıldığı Debora Delai ve ark. çalışmasında WaveOne Gold ve ProTaper retreatment eğe sistemleri, el aletleri ve D-Race retreatment eğe sistemlerinden daha az debris taşması göstermiştir (26).

Twisted File (rotasyon) ve Reciproc eğelerinin kanal yenileme sırasında apikalden taşma miktarlarına bakılan Altunbaş ve ark.'nın çalışması (230) ve ProTaper Next ve Reciproc sistemlerinin karşılaştırıldığı Nevares ve ark. (22) çalışması benzer olarak rotasyon ve resiprokasyon hareketleri arasında anlamlı fark bulamamıştır.

Kanal yenileme sırasında apikalden taşan materyal miktarının adaptif, rotasyon ve resiprokasyon hareketlerine göre karşılaştırıldığı tek çalışmada da apikalden taşan materyal miktarı resiprokasyon> adaptif> asimetric rotasyon olarak sıralanmış ve sadece resiprokasyon ve asimetric rotasyon hareketleri arasında anlamlı fark bulunmuştur (27).

Çapar ve ark. yaptıkları çalışmada, ProTaper Universal retreatment eğelerinin kök kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinliklerini rotasyon ve adaptif hareketle karşılaştırmışlardır. X8'lik stereomikroskop büyütmede inceledikleri örnekler arasında adaptif hareket rotasyon hareketinden anlamlı olarak duvarlarda daha az dolgu materyali bırakırken gruplar arası kanal yenileme sırasında geçen toplam süre açısından fark yoktur. Bu hareketler arası etkinliğin farklı olması rotasyon ve resiprokasyon hareketinin kombinasyonu olan adaptif hareketin ilk harekette dolgu materyali ile birleşmesi ikinci hareket yoluyla da kanallardan ayrılmasına atfedilmiştir (263). Bununla birlikte yine ProTaper Universal retreatment eğelerinin rotasyon ve resiprokasyon (1310° saat yönü ve 578° saat yönünün tersi) hareketlerinin etkinliğini karşılaştırıldığı Çapar ve ark. çalışmasında her iki hareket de kök kanal dolgu miktarını benzer şekilde kaldırırken, rotasyon hareketi resiprokasyon hareketine göre daha kısa sürede dolgu uzaklaştırılmasını tamamlamıştır (198). Zuolo ve ark. çalışmasına göre Gates- glidden ile kombine edilen el eğeleri ve resiprokasyon hareketi (Reciproc) (VDW Silver resiprokasyon hareketi) rotasyon hareketine (Mtwo) göre duvarlarda daha az gütta perka ve kanal patı artığı bırakmış ve resiprokasyon hareketi dolgu uzaklaştırılmasını en kısa sürede tamamlamıştır (218). Bu sonucun resiprokasyon açısının farklı olmasından kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür (198).

Yine resiprokasyon ve rotasyon hareketlerinin karşılaştırıldığı Silva ve ark. çalışmasına (132) göre iki hareket arası benzer etkinlik bulunmuş fakat Çapar ve ark. çalışmasından (198) farklı olarak her iki kinematik hareket için aynı eğe sistemini (ProTaper Universal retreatment) kullanmak yerine resiprokasyon hareketi için WaveOne eğe sistemini kullanmışlardır. Rossi-Fedele ve Ahmed'in sistematik derlemesinde de rotasyon ve resiprokasyon hareketleri arasında belirgin bir fark gözlenmemiştir (264).



Crozeta ve ark.'nın (195) ProTaper Universal retreatment, Reciproc ve Twisted File Adaptive eğe sistemlerinin mandibular molarlarda kök dolgu uzaklaştırma etkinlikleri mikro-bt ile karşılaştırdıkları çalışmada en düşük geriye kalan dolgu miktarı koronal üçlüde görülmüş, fakat gruplar arası anlamlı fark bulunamamıştır. Orta lde Twisted File Adaptive grubu Reciproc grubuna göre daha az dolgu materyali bırakmıştır. Apikal üçlüde ise Twisted File Adaptive ve ProTaper Universal retreatment grubu Reciproc grubuna göre duvarlardan güta perka ve kanal patı kaldırmada daha etkin olduğu grlmştir (195). Twisted File Adaptive, Reciproc, ProTaper Universal retreatment sistemlerinin karşılaştırıldığı Akbulut ve ark. alışmasında KIBT ile değerlendirme sonucu geriye kalan dolgu materyali el aleti= TF Adaptive> ProTaper UR= Reciproc olarak sıralanmış, Reciproc ve ProTaper Universal retreatment eğe sistemleri daha kısa sürede dolgu uzaklaştırılmasını tamamlamış ve diğer gruplara göre anlamlı olarak daha yüksek bir etkinlik göstermiştir (127).

Özyürek ve Demiryürek'in adaptif, rotasyon ve resiprokasyon hareketlerinin etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmasına göre ProTaper Universal ve ProTaper Next gruplarının duvarlardan güta perka ve kanal patı kaldırmada Twisted File Adaptive ve Reciproc gruplarına göre daha etkin olduğu bildirilmiştir (15).

Bu çalışmaların karmaşık sonuçları nedeniyle daha önce karşılaştırılmamış hibrit eğe sistemi ve Tango-Endo eğe sisteminin kendine özgü resiprokasyon hareketi de çalışmaya dahil edilerek asimetrik rotasyon, resiprokasyon ve adaptif hareketlerin dolgu uzaklaştırmadaki etkinlikleri ve apikalden taşan materyal miktarı değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada çoğunlukla yapılan diğer çalışmalar (22, 26, 28, 30, 32, 135, 136, 146, 219, 224, 230, 265, 266) gibi iyi kurulmuş bir metodoloji olarak kabul edilen (267) Myers ve Montgomery yöntemi (110) ile apikalden taşan debris miktarı belirlenmiştir. Bu yöntem deney sırasında parmak ucu kontaminasyon riskini ortadan kaldırıır (232). Skorlama yönteminin duyarlı olmaması nedeniyle Huang ve ark. hassas terazi ile taşan debris farkını ortaya çıkardı (32). Hassas terazi bir gramın on binde birindeki hassasiyeti nedeniyle daha yaklaşık değerler sağlar (143). Bu çalışmada kanal yenileme sırasında taşan debris miktarını belirlemek için hassas terazi ile ölçüm yöntemi kullanıldı. Ayrıca alışmamızda Keskin ve ark.'nın (31) ve Uslu ve ark.'nın (114) alışmasındaki gibi örneklerin kök yüzeyleri apikal 1 mm hariç Teflon bant ile sarılmıştır.

Neredeyse tüm kanal yenileme çalışmaları apikalden taşan debris ve sıvıyı laboratuvar koşullarına uyarlayarak değerlendirdi. Fakat klinik olarak periapikal dokular debrisin apikalden taşmasında fiziksel bir bariyer görevi görür (268). Salzgeber'e göre vital dokular irrigasyon solüsyonlarının apikal ve lateral penetrasyonunu kontrol etmeye yardımcı olur. Buna ek olarak residual pulpal artıklar veya kronik apikal periodontitisteki granülasyon dokuları bile in vivo olarak apikalden taşmayı engeller ve doğal bariyer görevi görür (269). Eğer apikal foramendeki irrigasyon basıncı periapikal bölgedeki geri basıncı aşarsa irrigan taşması gerçekleşir (270).

Bu çalışmaların çoğunda çekilmiş dişler basınç olmayan boş eppendorf tüplere yerleştirildi (271). Bu Myers ve Montgomery çalışmasının da zayıflığını göstermektedir (121). Çalışmanın sınırlandırması ise agar jel veya köpük gibi malzemeler kullanılarak elde edilebilen periapikal doku direncinin benzerinin olmamasıdır. Bu çalışmada periapikal dokuyu taklit eden materyal kullanılmamıştır. Çünkü apikal lezyonun büyüklüğünü taklit edebilmek için apekte agar jelin kalınlığının belirli değerde şart olmasının zorluğu ve süngerin absorpsiyonu nedeniyle tercih edilmemiştir (121, 150).

Bu durum in vitro yapılan deney sonuçlarının klinik duruma göre değerlendirirken dikkatli olunmalıdır. Çünkü bu çalışmada kullanılan düzenek herhangi fiziksel bariyer direnci olmadan apeks havada asılı bir şekilde kullanılacak şekilde ayarlanmıştır. Eppendorf tüplerinin kullanılması örnekler arasında standartı sağlamada yeterli olacağı ve pek çok araştırmacı tarafından da kullanıldığı için bu çalışmada periapikal dokuları taklit etmek için ek işlem yapılmamıştır (22, 26). Bununla birlikte agar (118) ve çiçek süngeri (272) kullanılan çalışmalarda debris ve sıvı beraber gram cinsinden ölçülmektedir. Biz de bu çalışmamızda sabit sıcaklıkta 1 mL distile suyun yaklaşık 1 gram'a eşit olmasından dolayı Küçükylmaz ve ark. (136) çalışmasına da uygun olarak debris + sıvı miktarını da gram cinsinden karşılaştırdık.

Çalışmamızda ege ve çözücü penetrasyonunu kolaylaştırmak için uygulanan apikal kuvvet taşan debris miktarını etkilemiş olabilir. Klinik olarak, periradiküler dokular doğal bir bariyer olarak rol aldığı için daha az taşma görülebilir. Ayrıca kanal içi basıncı aşan periradiküler doku basıncı taşan debris miktarını sınırlayabilir (144).

Apikal ekstrüzyon çalışmalarında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta örneklerin çok iyi muhafaza edilmesi ve herhangi bir dış kontaminasyonun engellenmesidir. Ekstrüzyon çalışmalarında genellikle çok düşük ağırlıklar telaffuz edilmektedir; dolayısıyla dışarıdan gelebilecek kontaminasyon, hava partikülleri, hatta elden kaynaklanabilecek kontamine edici faktörler ağırlıkları değiştirme potansiyeline sahiptir. Bu da bu tarz çalışmaların bir dezavantajını oluşturmaktadır. Bu nedenle biz de bu çalışmamızda deney esnasında pencere açmamaya özen gösterip ortamın sıcaklık (15-23 C°) ve nem (% 45-55) değerlerini sabit tutmaya çalışarak her tartma işlemini üçer kez yaptık.

Çoğu çalışma kanal dolgusu uzaklaştırma sonrası geriye kalan güta perka ve kanal patını miktarını radyografi (106, 147-150, 153), TEM (161-164), dental operasyon mikroskobu (168-170, 172, 201), konfokal mikroskop (174, 177), tarayıcı (130, 181), şeffaflaştırma yöntemi (154-156), ışık mikroskobu (165, 243), KIBT (9, 127, 183, 186-188), mikro-bt (13, 163, 189-191, 195), stereomikroskop (15, 93, 154, 158-160, 168, 196-199, 201-205, 263) gibi yöntemlerle değerlendirmiştir.

Kanal dolgu artıklarını değerlendirmek için günümüzde en çok tercih edilen stereomikroskop yönteminde uzunlamasına kesitler alınması gerekir (180). Bu yöntem kullanımının kolay olması, alet ve örnek arası mesafenin sabit olması ve görüntü standartizasyonu nedeniyle diğer yöntemlere göre avantaj sağlar (273). Kesit alınma sonrası stereomikroskop ile görüntü alma radyografik yöntemlere göre daha yararlıdır. Radyografik görüntü ile değerlendirme üç boyutlu bir yapının iki boyutlu görüntüsünün alınmasına neden olur (151).

Kırma işlemi doğru şekilde yapılmazsa güta perka artıkları yer değiştirebilir. Bu yüzden kırma sırasında kullanılan keskin alet kök kanal duvarlarına temas etmemelidir (201).

Geriye kalan güta perka ve kanal patı miktarını stereomikroskop ile değerlendirirken tüm örneklerde aynı teknik kullanılarak bu gibi dezavantajları azalttığımızı düşünmekteyiz. Ayrıca görüntüleme sonrası skorlama yerine yazılım programları kullanarak kesin ve doğru bir yaklaşım sergilenmiştir (205).

Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında Ni-Ti aletlerin kullanımıyla işlem daha hızlı ve etkin olmuş (19), hasta ve hekimin yorgunluğu azalmıştır (19, 155, 183). Çalışmamızın ilk aşamasında, kullanılan eğe sistemlerinin (Endo- Eze Genius, ProTaper Next, Reciproc Blue, Tango- Endo ve Twisted File Adaptive) kök kanal dolgusunu yenileme sırasında geçen süreleri saniye (sn) cinsinden kronometre yardımıyla kaydedilmiştir. Tüm gruplarda aşağıda belirtilen 3 aşamanın gerçekleşme süresi ölçülmüştür. Her bir örnek için eğeyi temizleme, eğe değişimi ve irrigasyon süresi çıkarılarak çalışma boyuna ulaşana kadarki süre (t1), güta perka ve debrisi temizleme süresi (t2) ve toplam süre (t3) Madani ve ark.'nın çalışmasındaki gibi değerlendirilmiştir (183).

Çalışma boyuna ulaşana kadarki süreyi değerlendirdiğimizde ProTaper Next grubu karşılaştırılan diğer eğe gruplarına göre anlamlı olarak daha kısa çalışma süresi göstermiştir. Bu sonuç ProTaper Next'in yüksek kesme etkinliği nedeniyle (108) veya eğenin yılan hareketi ile eğe ve kanal duvarı arasında boşluk oluşturarak eğenin üzerine gelen sürtünme direncini azaltacağı ve aynı etki ile dolgu artıklarını koronale doğru çıkışını kolaylaştırıp eğenin çalışma boyuna ulaşmasını kolaylaştırıyor olabilir (109). TF Adaptive eğe sistemi Tango-Endo ile benzer sürede çalışma boyuna ulaşırken diğer gruplara göre anlamlı olarak en uzun sürede çalışma boyuna ulaşmıştır. R-fazındaki TF Adaptive eğeleri güta perkaya penetre olduğunda yivlerinin düzleşmesinden dolayı bu sonuç çıkmış olabilir. Ayrıca TF Adaptive eğelerinin yüksek esnekliği (127) ve adaptif hareket sırasında 600° saat yönüne dönüp durması sonra yeniden dönmeye devam etmesi nedeniyle çalışma boyuna ulaşması uzun sürede gerçekleşmiş olabilir. Bununla birlikte Tango-Endo'nun koronal genişletme için kullanılan düşük taperlı 30/04'lük eğesi çözücü penetrasyonunu azaltabilir, daha sonra çalışma boyuna ulaşmada kullanılan 30/02'lik eğenin üzerine gelen stresi arttırarak eğenin çalışma boyuna ulaşmasını zorlaştırabilir. Ayrıca diğer eğe sistemlerinde çalışma boyuna ilk ulaşan eğelerin apikal çapı #25 olmasına rağmen Tango-Endo eğe sisteminde #30 olması da sonuçların farklılığını açıklayabilir.

Endo-Eze Genius sistemi ilk başta eğenin resiprokasyon hareketiyle çalışma boyuna ulaşmasıyla kullanılır. Endo-Eze Genius 90° saat yönü, 30° saat yönünün tersine hareketiyle kullanılırken, 'Reciproc ALL' modunda kullanılan Reciproc Blue

150° saat yönünün tersine, 30° saat yönünde hareket yapmaktadır. Endo-Eze Genius ve Reciproc Blue eğe sistemleri çalışma boyuna ulaşma bakımından benzer olması nedeniyle resiprokasyon açıları ve ilk baştaki yönleri çalışma boyuna ulaşmayı değiştirmemiş olabilir.

Bizim çalışmamızda kullandığımız eğe sistemlerinin çalışma boyuna ulaşma süresi ile ilgili herhangi bir karşılaştırma literatürde bulunamamıştır. Bu nedenle sonuçlarımız eğe sistemleri arasında karşılaştırılmıştır.

Kanalların tamamen temizlendiği toplam süre (t1+t2)'yi incelediğimizde yine ProTaper Next en kısa süreyi göstermiştir ancak Reciproc Blue ile aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. İki eğe grubu arasındaki çalışma boyuna ulaşma ve toplam süre arasındaki farkın nedeni ProTaper Next'in yılan hareketi nedeniyle çalışma boyuna ulaşana kadar tüm dentin duvarlarına temas etmeden ilerlemesi ve apekse ulaştıktan sonra kanallardaki güta perka ve kanal patı artıklarını temizlemek için Reciproc Blue'ya göre daha fazla süre harcaması olabilir.

Reciproc Blue ile TF Adaptive' in kanalları tamamen temizlediği toplam süre arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Fakat çalışma boyuna ulaşma zamanına baktığımızda TF Adaptive eğe grubu Reciproc Blue'dan daha uzun sürede çalışma boyuna ulaşmıştır. Bu da TF Adaptive eğe grubunun adaptif hareketi nedeniyle apekse ulaşma sırasında durarak ilerlemesi (27) ve ilerleme sırasında kök kanal dolgusuna penetre olup güta perka ve kanal patını Reciproc Blue eğe grubuna göre daha çok uzaklaştırması nedeniyle olabilir. Böylece değişken taperlı 50/05'lik Reciproc Blue eğe sistemi, sabit taperlı 50/04'lük Twisted File Adaptive eğe sistemine göre güta perka ve kanal patını temizlemede daha fazla süre harcamıştır.

Tango-Endo ile Endo-Eze Genius'un kanalları tamamen temizlediği toplam süre arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ) ve bu eğerde gözlemlenen süre, test edilen diğer eğerlere göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde fazladır ( $p<0.05$ ). Tango-Endo eğe sisteminin 02 taperı, kendine özgü resiprokasyon hareketi, 2 vertikal bıçaklı yüzeyi ve Endo-Eze Genius eğe sisteminin rotasyon ve resiprokasyon hareketlerinin beraber kullanıldığı hibrit sistem olması, S şekilli enine kesiti nedeniyle kanal dolgusunu uzaklaştırma işlemini uzun sürede tamamlamış olabilir.

Literatürde, araştırmamızda kullanılan eğe sistemlerinden sadece ProTaper Next veya TF Adaptive eğe sistemlerinin toplam sürelerini karşılaştıran çalışmalar bulunmaktadır (13, 15, 27, 106, 127). Kaynaklar tarandığında araştırmalar genellikle Reciproc, TF Adaptive ve ProTaper Next eğeleri kullanılarak yapılmıştır. Reciproc Blue, Tango-Endo, Endo-Eze Genius eğelerinin son zamanlarda üretilmesi ve henüz araştırmalarda sık kullanılmaması nedeniyle araştırmamız ile diğer çalışmaları kıyaslarken Reciproc Blue'nun öncülü olması nedeniyle Reciproc eğesinin de etkinliği, süresi ve apikalden taşan debris ve sıvısı da tartışmada yer yer kullanılacaktır. Ulaşabildiğimiz veriler dahilinde literatürde Reciproc Blue, Tango-Endo, Endo-Eze Genius eğelerinin çalışma süreleri, etkinliği ve kanal yenileme sonrası apikalden taşan debris ve sıvıyı kıyaslayan araştırma bulunmaması çalışmamızın özgünlüğünü güçlendirebilir.

Yılmaz ve Özyürek'in çalışmasında kullanılan Reciproc, TF Adaptive ve ProTaper Next eğe sistemleri kıyaslandığında kök kanal dolgusunu uzaklaştırma süreleri açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (27). Bizim alışmamızda ise Reciproc Blue eğesi TF Adaptive ve ProTaper Next ile karşılaştırıldığında benzer sonuçlar gösterirken, TF Adaptive, ProTaper Next'ten anlamlı olarak daha uzun sürede kök kanallarını temizlemiştir. Yılmaz ve Özyürek alışması ve bizim çalışmamızda seçilen diş çeşidi, diş boyu, yapılan dolum yöntemi, rpm, tork ve kullanılan eğe sayısı, eğelerin apikal boyutu benzer olmasına rağmen bu farklılık araştırmacıların yaptıkları çalışmada dolgu maddesini yumuşatmak için çözücü kullanmazken bizim çalışmamızda kök kanal ağızlarında 2 dk boyunca 0.1 ml portakal yağı bekletilmesinden veya kanal dolumları öncesi yapılan farklı şekillendirme yönteminden kaynaklanabilir.

Özyürek ve Demiryürek ise ProTaper Universal retreatment, ProTaper Next, TF Adaptive ve Reciproc eğe sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında ProTaper Universal retreatment eğe grubu anlamlı olarak daha kısa sürede dolgu sökümünü tamamlarken diğer gruplar arası anlamlı fark bulunamamıştır (15). Bizim çalışmamızdan farklı olarak ProTaper Next ve TF Adaptive eşit sürede dolgu uzaklaştırılmasını tamamlamıştır. Özyürek ve Demiryürek (15) ve bizim çalışmamızda dolum yöntemi, dolguyu uzaklaştırma sırasında kullanılan eğelerin çap, rpm, tork ve

sayılarının aynı olmasına rağmen bu farklılık bizim çalışmamızda kullanılan dişlerin boylarının 16 mm'e ayarlanmış olması, kanal dolgusunu sökme sırasında çözücü kullanılması veya ana apikal eğe 40/02 olacak şekilde ayarlandıktan sonra #60'a kadar koronal şekillendirme yapılmamasından kaynaklanabilir. Ayrıca sürelerdeki farklılıklar uygulayıcı farklılığından da oluşabilir (15).

Nevares ve ark. (13) çalışması bizim çalışmamızdan farklı olarak 17 mm'e ayarlanmış molar dişlerin eğimli mezyal köklerinin WaveOne Small eğesi (21/06) ile şekillendirilip modifiye hibrit Tagger tekniği ile doldurulduktan sonra Reciproc grubunda tek eğe (R25), ProTaper Next grubunda iki eğe (X2, X3) ile çözücü kullanılmadan kök kanal dolgusu uzaklaştırılmıştır. Her ne kadar metodolojik farklılıklar bulunsa da bizim çalışmamızın bulguları Nevares ve ark. (13) çalışması ile uyumludur. Benzer olarak apikal çapı #40 olan lateral kompaksiyon tekniği ile doldurulmuş tek köklü dişlerin koronal 2 mm'lik bölümünün #3 Gates glidden frezlerle uzaklaştırılma sonrası çözücü kullanılmadan tek eğe Reciproc (R50) ve iki eğe (ML2 ve ML3) Twisted File Adaptive eğe sistemiyle dolguyu uzaklaştıran Akbulut ve ark.'nın (127) çalışmasındaki süreler bizim çalışmalarımızla da uyumludur.

Kanalların apikal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı değerlendirildiğinde istatistiksel olarak en yüksek değer Tango-Endo'da görülmüştür ( $p<0.05$ ). Bu değer her ne kadar bütün grupların final apikal çapı 0.50 olmasına rağmen, taperının diğer gruplara göre az olması nedeniyle olabilir (274). (Tango-Endo 50/02, TF Adaptive 50/04, Reciproc Blue 50/05, ProTaper Next 50/06, Endo-Eze Genius 50/04). Bu durum Özyürek ve Demiryürek'in çalışmasında ProTaper Universal retreatment grubunun final apikal taper'ının fazla olması nedeniyle apikal üçlüde daha az dolgu artışı bırakmasıyla açıklanmıştır (15). Buna ek olarak Tango-Endo eğe sisteminin kendine özgü resiprokasyon hareketi ve iki vertikal bıçak yüzeyi apikal üçlüdeki dolguyu kaldırmada başarısız olmuş olabilir.

Endo-Eze Genius eğe grubu TF Adaptive eğe grubuna göre apikal üçlüde anlamlı olarak daha az dolgu artışı bırakmıştır ( $p<0.05$ ). Her iki eğe grubunda da final apikal çap 50/04 olmasına rağmen oluşan farklılık enine kesiti S şekilli olan Endo-Eze Genius eğelerinin hibrit hareketinin üçgen kesitli Twisted File Adaptive eğelerinin adaptif hareketinden daha fazla dolguyu kaldırmış olmasından kaynaklanabilir.

TF Adaptive grubu Reciproc Blue ve ProTaper Next'e göre apikal üçlüden daha az dolgu uzaklaştırmış olsa da aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ). Bu sonuca göre adaptif, resiprokasyon ve asimetrik rotasyon hareketleri apikal üçlüdeki dolguyu uzaklaştırmada benzerdir. Bu sonuç Martins ve ark.'nın F4 (40/06) tek kon tekniği ile doldurulmuş mandibular premolar dişlerdeki kök kanal dolgularını çözücü olmadan ek temizleme yöntemi olarak sonik veya ultrasonik irrigasyon kullanarak ProTaper Next (X2, X3 ve X4) ve Reciproc (R40) eğe sistemleriyle uzaklaştırdıkları ve mikro-bt ile değerlendirdikleri çalışmanın apikal üçlüsündeki sonuçlara benzerdir (109). Nevares ve ark.'nın eğimli kanallarda kanal yenileme sonrası Reciproc ve ProTaper Next kullanarak apikal transportasyon, dentin kaldırma miktarı ve geriye kalan dolgu miktarını mikro- bt ile değerlendirmişler ve bizim bulgularımızla benzer olarak apikal üçlüde ProTaper Next ve Reciproc arası fark bulamamışlardır (13).

Özyürek ve Demiryürek (15) ProTaper Universal retreatment, ProTaper Next, Twisted File Adaptive ve Reciproc eğe sistemleriyle kanal yenileme sonrası kök kanal duvarlarının stereomikroskop ile temizliğini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın metodolojisine baktığımızda bizim çalışmamızdaki gibi 40/02 ana apikal boyutunda doldurulan üst santral kesici dişler ProTaper Next grubunda aynı rpm, tork ve yöntemle kullanılan X2, X3 ve X5 eğeleri, Twisted File Adaptive grubunda aynı "TF Adaptive" programında kullanılan ML2, ML1 ve ML3 eğeleri ile kök kanal dolgusu uzaklaştırılmıştır. Sadece Reciproc grubunda Özyürek ve Demiryürek'in çalışmasında (15) R25 ile çalışma boyuna ulaşıp R50 ile apikal genişlik artırılırken bizim çalışmamızda ek olarak koronal genişletme için R40 eğesi de kullanılmıştır. Apikal üçlüdeki geriye kalan dolgu miktarına baktığımızda ProTaper Universal retreatment ve ProTaper Next kök kanal duvarlarını anlamlı olarak Twisted File Adaptive ve Reciproc'tan daha iyi temizlediği görülmüştür. Bu bulgular grupların kinematik hareketlerinin benzerliğinden dolayı açıklanabileceği belirtilmiştir (15). Bizim çalışmamızın bulgularıyla karşılaştırıldığında Twisted File Adaptive ve Reciproc arası anlamlı fark olmamasıyla benzerdir. Fakat çalışmamızda ProTaper Next, Reciproc Blue ve Twisted File Adaptive ile benzer sonuçlar gösterirken Özyürek ve Demiryürek'in çalışmasında ProTaper Next diğer iki eğe sistemine göre anlamlı olarak kök kanal duvarlarını temizlemede daha etkilidir. Bu farklı sonuç Özyürek ve Demiryürek'in çalışmasında çözücü kullanılmaması, smear tabakasını kaldırmak için 2 ml %5.25



NaOCl, 2 ml %17 EDTA ve 5 ml distile su kullanılması veya Schneider yöntemine göre 5°'den daha az eğimli dişler kullanılmış olması olabilir (15). Bununla birlikte kanal yenilemenin sonlanma noktası ve fırçalama hareketinin yoğunluğu gibi uygulayıcıya bağlı değişiklikler bu bulguların farklılığında rol almış olabilir (15).

Kanalların orta üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarı değerlendirildiğinde en fazla kalan dolgu miktarı, Tango-Endo kullanıldığında görülmüştür ve test edilen diğer eğeler ile arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ). Bu fark Tango-Endo'nun sabit ve 02 taperlı olması ve 2 vertikal bıçak yüzeyinin orta üçlüdeki dolguyu kaldırmada diğer gruplara göre yetersiz olmasından kaynaklanmış olabilir.

Reciproc Blue, ProTaper Next, Endo-Eze Genius kullanıldığında orta üçlüde kalan dolgu miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ). Bu üç grup arasında her ne kadar enine kesit, kinematik hareket, yüzeyine uygulanan işlem (M-wire, ısıl ve termomekanik) arasında farklılıklar bulunsa da orta üçlüdeki dolgu miktarını etkili ve benzer bir şekilde uzaklaştırmışlardır.

TF Adaptive kullanıldığında orta üçlüde geriye kalan dolgu miktarı Tango-Endo kullanıldığından daha az, Reciproc Blue, ProTaper Next, EndoEze Genius kullanıldığında daha fazladır ve aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ). R-fazındaki TF Adaptive eğelerinin yüksek esnekliği nedeniyle kök dolgusuna penetre olması zor olmakta ve güta perka uzaklaştırmasını azaltmaktadır (127). Fakat yine de kendine özgü resiprokasyon hareketinde kullanılan Tango-Endo'dan daha etkin dolgu uzaklaştırması sağlamıştır. TF Adaptive eğe sisteminin apikal üçlüde Reciproc Blue ve ProTaper Next sistemleriyle benzer etkinlik gösterirken orta üçlüde bu iki eğe sistemine göre etkinliğinin azalması değişken taperlı, dikdörtgen kesitli ProTaper Next'in yılan benzeri hareketinin ve yine değişken taperlı S enine kesitindeki Reciproc Blue'nun 150° saat yönünün tersine 30° saat yönüne hareketinin adaptif harekete göre orta üçlüdeki dolguyu uzaklaştırmada üstün olduğunu gösterebilir.

Bizim çalışmamızda orta üçlüde geriye kalan kök kanal dolgu miktarını değerlendirdiğimizde ProTaper Next'in Reciproc Blue'yla anlamlı olarak eşit sonuç göstermesi her ne kadar metodolojik farklılıklar olsa da Martins ve ark. (109) ve

Nebares ve ark.'nın çalışmalarının (13) sonuçlarıyla benzerdir. Yine bizim çalışmamızın sonuçlarına göre ProTaper Next ve Reciproc Blue, TF Adaptive grubuna göre anlamlı olarak orta üçlüdeki dolguyu uzaklaştırmada daha fazla etkilidir. Özyürek ve Demiryürek'e göre (15) ise bu üç eğe sistemi arasında orta üçlüdeki kök kanal dolgusunu kaldırma etkinliği benzerdir. Bu farklılık araştırmacıların #40/02 ana apikal çap olacak şekilde #60'a kadar crown down yöntemiyle genişletme sonrası dolum yapılırken, bizim çalışmamızda apikal çap 40/02 olacak şekilde standardize genişletme yapılması, örneklerin anatomik özellikleri (127) ve boylarının farklı olması veya çözücü kullanılması olabilir.

Kanalların koronal üçlüsünde Tango-Endo, Reciproc Blue, ProTaper Next ve EndoEze Genius kullanıldığında geriye kalan kök kanal dolgu miktarı sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ). Bu bulguya göre kendine özgü resiprokasyon, resiprokasyon, asimetrik rotasyon hareketleri ve hibrit sistem arası koronal üçlüdeki dolgu miktarını kaldırma arasında fark yoktur.

TF Adaptive ve Endo-Eze Genius kullanıldığında koronal üçlüde geriye kalan dolgu miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ) ve koronal üçlüde en az dolgu miktarı bu iki grupta görülmüştür.

TF Adaptive kullanıldığında koronal üçlüde geriye kalan dolgu miktarı, Tango-Endo, Reciproc Blue ve ProTaper Next kullanıldığında kalan dolgu miktarından daha azdır ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ). Bu sonuç TF Adaptive eğe sisteminin adaptif hareketinin koronal üçlüdeki dolguyu uzaklaştırmada daha etkili olduğunu (263) ve R fazından dolayı koronalden apikale ilerledikçe yivlerinin düzleşip etkinliğinin azalması nedeniyle olmuş olabilir. Diğer bir yandan ProTaper Next eğe sisteminin yılan hareketinin duvarlara teması azaltarak çalışma boyuna hızlıca ulaşması ve koronal üçlüdeki dolguyu kaldırmaması, Tango-Endo eğe sisteminin düşük taperlı olması, Reciproc Blue'nun ilk baştaki saat yönünün tersine hareketi koronal üçlüdeki bu farklılığı meydana getirmiş olabilir. Ayrıca koronalde kullanılan başlangıç eğeleri de bu farklılıkta rol almış olabilir (Endo-Eze Genius 30/08, ProTaper Next 30/07, Reciproc Blue 40/06, Tango-Endo 30/04, TF Adaptive 35/06).

Diğer çalışmalarla kendi bulgularımızı karşılaştırdığımızda koronal üçlüdeki ProTaper Next ve Reciproc Blue'nun eşit sonuç göstermesi Martins ve ark. (109) ve Nevares ve ark. (13) mikro- bt ile değerlendirdikleri sonuçlara benzerdir. Fakat Özyürek ve Demiryürek (15) çalışmasıyla bizim çalışmamızın sonuçları karşılaştırıldığında sonuçlar çok farklı çıkmaktadır. Bizim çalışmamızda ProTaper Next ve Reciproc Blue arası anlamlı fark yokken bu eğe sistemleri Twisted File Adaptive eğe sistemine göre anlamlı olarak koronal üçlüde daha fazla dolgu bırakmıştır. Özyürek ve Demiryürek çalışmasına göre ise Twisted File Adaptive ve Reciproc arası anlamlı fark bulunmazken, ProTaper Next'e göre anlamlı olarak etkin temizlik yapamamıştır. Özyürek ve Demiryürek çalışmasında bizim çalışmamızdaki gibi termoplastik yöntemle 40/02 apikal çapta kanal dolguları yapılan üst santral kesiciler aynı eğe sayısı, rpm, tork, çapta kanal dolguları uzaklaştırılmış ve x8 büyütmedeki stereomikroskop ile geriye kalan dolgu miktarını değerlendirmişlerdir. Bulgulardaki bu farklılık bizim çalışmamızda 16 mm'e standardize edilmiş maksiller santral dişler kullanılırken, Özyürek ve Demiryürek çalışmasında maksiller santral dişlerin boyları 20 mm'e ayarlanmıştır. Bu yüzden koronal üçlüde eğelerin taperının dişin boyunun değişmesinden dolayı farklı sonuçlar çıkmış olabilir (15, 274). Bununla birlikte bizim çalışmamızda ek olarak çözücü ve Reciproc Blue grubunda R40 eğesinin koronal üçlüde kullanılması sonuçların farklılığını açıklayabilir.

Kanalların toplam alanı hesaba katıldığında, Tango-Endo ve Reciproc Blue kullanımı sonrası kalan dolgu miktarı en fazladır ve Tango-Endo kullanıldığında kalan miktar ile Reciproc Blue kullanıldığında kalan miktar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ). Bunun sonucunda Tango-Endo'nun kendine özgü resiprokasyon hareketi ve Reciproc Blue'nun resiprokasyon hareketi kök kanal duvarlarından dolgu uzaklaştırmada birbirlerine üstün değildir. Apikal ve orta üçlüde Reciproc Blue Tango-Endo'ya göre dolgu uzaklaştırmada üstün çıksa da toplam alana baktığımızda aralarında fark bulunamamıştır.

Tango-Endo kullanıldığında toplam alanda geriye kalan dolgu miktarı ile ProTaper Next, EndoEze Genius, TF Adaptive kullanıldığında kalan miktar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). Tango-Endo'nun kendine özgü resiprokasyon hareketi adaptif, asimetrik rotasyon ve hibrit sistemlere

göre kök kanal duvarlarının toplam alanı hesaba katıldığında dolgu uzaklaştırmada etkili bulunmamıştır.

Toplam alan hesaba katıldığında Endo-Eze Genius kök kanal duvarlarından en fazla dolguyu kaldırmıştır fakat TF Adaptive, Reciproc Blue, ProTaper Next eğeleri ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ( $p>0.05$ ). Bu sonuç bize Endo-Eze Genius üretici firmasının etkinlik iddiasını doğrular ancak adaptif, resiprokasyon, asimetrik rotasyon hareketlerine üstünlük kuramadığı gösterilmiştir.

TF Adaptive, Reciproc Blue ve ProTaper Next'in toplam alandan dolgu kaldırma etkinliğine bakıldığında çalışmamızda fark bulunmamıştır. Bu bulgu Reciproc ve ProTaper Next'in değerlendirildiği Martins ve ark. (109) ve Nevares ve ark. (13) çalışmasıyla benzerdir. Buna karşılık çalışmamızın bulgularına uymayan Akbulut ve ark.'nın (127) çalışmasında Reciproc eğe sistemi Twisted File Adaptive grubuna göre duvardan daha fazla gütta perka ve kanal patı temizlemiştir. Bu farklılık Akbulut ve ark.'nın koronal üçlüdeki dolgu materyali uzaklaştırmak için Gates-glidden ve her eğe arası distile su yerine %2.5 NaOCl kullanması ve değerlendirmeyi KIBT ile yapması nedeniyle olmuş olabilir. Ek olarak çalışmalarında çözücü kullanılmamıştır. Özyürek ve Demiryürek'in (15) toplam alanı değerlendirdiği sonuçlarını karşılaştırdığımızda ProTaper Next daha etkin çıkmıştır. Kullanılan eğe sayısı, rpm, tork, değerlendirilen yöntem aynı olmasına rağmen, 20 mm ayarlanan diş boyu bu farklılığı açıklayabilir.

Kullanılan NiTi sistemlere bakılmaksızın kanalların bölgelerine göre geriye kalan kök kanal dolgu miktarlarına baktığımızda orta üçlü, koronal ve apikal üçlüye göre geriye kalan dolgu miktarı az olsa da aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Özyürek ve Demiryürek'in çalışmasında ise bu sonuç anlamlıdır (15) ve fark örneklerin çalışma boyunun artmasından kaynaklanabilir.

Genel olarak karşılaştırdığımızda hiçbir eğe sistemi kök kanal duvarlarındaki gütta perka ve kanal patı artıklarını tamamen temizleyememiştir (13, 15, 106, 109, 127).

Apikalden taşan debris ve sıvı miktarlarını karşılaştırdığımızda Tango- Endo kullanılan grupta apikalden taşan debris ve sıvı miktarı istatistiksel olarak en fazladır ( $p<0.05$ ). Tango-Endo'nun kendine özgü resiprokasyon hareketi, 2 vertikal bıçak

yüzeyi, 4:1 redüksiyonlu 2500-3000 rpm'de kullanılan anguldurvası nedeniyle apikalden taşan debris ve sıvı miktarı artmış olabilir.

Çalışmamızda apikalden taşan debris ve sıvı açısından en az taşma TF Adaptive grubunda görülürken Reciproc Blue, ProTaper Next, EndoEze Genius ile aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Bu nedenle adaptif, resiprokasyon, asimetrik rotasyon ve hibrit sistemler arası apikalden taşan debris ve sıvı yönünden farklılık bulunmamıştır.

Literatürde ulaşabildiğimiz veriler dahilinde Reciproc Blue, ProTaper Next, EndoEze Genius, Tango-Endo ve ProTaper Next'in kullanılarak debris sıvı miktarının toplamını ölçen çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu eğelerle bu parametrenin değerlendirildiği ilk çalışma olmasıyla çalışmamız özgün olabilir.

Apikalden taşan debris miktarlarını karşılaştırdığımızda Tango-Endo ve EndoEze Genius kullanıldığında taşan debris miktarı, TF Adaptive, Reciproc Blue, ProTaper Next kullanıldığında taşan debris miktarından istatistiksel olarak fazladır ( $p<0.05$ ). Fakat Tango-Endo ve EndoEze Genius kullanıldığında taşan debris miktarları arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Literatürde daha önce karşılaştırılmamış ve araştırılmamış Tango-Endo ve Endo-Eze Genius eğe sistemleri günümüzde kullanılan TF Adaptive, ProTaper Next ve Reciproc Blue eğe sistemlerine göre kanal yenileme sonrası daha fazla apikalden debris taşması göstermiştir. ProTaper Next eğe grubunda debris ve sıvı taşması, debris 'e göre diğer gruplarla karşılaştırıldığında daha fazladır, bu da apikalden taşan sıvının daha çok olduğunu gösterir. Bu sonuç diğer gruplara göre daha büyük taperlı 50/06 eğe sonrası irrigasyon sırasındaki sıvı taşmasıyla açıklanabilir.

Ayrıca daha önce kanal yenileme sonrası apikalden taşan debris açısından karşılaştırılmayan Reciproc Blue eğe sistemi TF Adaptive ve ProTaper Next ile benzer taşma miktarı göstermiştir. Yılmaz ve Özyürek ProTaper Next ve TF Adaptive eğe sistemlerini karşılaştırmışlar ve benzer etkinlik gösterdiklerini bulmuşlardır. Ayrıca çalışmalarında Reciproc'un ProTaper Next'ten anlamlı olarak daha fazla debris taşırdığını göstermiştir (27). Farklılığın nedeni Yılmaz ve Özyürek çalışmasında  $10^{-5}$  hassasiyetindeki teraziyi kullanırken bizim çalışmamızda  $10^{-4}$  hassasiyetteki

terazinin kullanılması olabilir. Ek olarak Nevares ve ark. (22) çalışmalarında Reciproc Blue'nun öncülü olan Reciproc ile ProTaper Next'i karşılaştırmış apikalden taşan debris yönünden anlamlı olarak fark bulamamıştır. Bu bulgu bizim çalışmamızla uyumludur.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, kök kanal dolgusunu uzaklaştırmada kullanılan tüm eğeler daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarıyla benzer olarak apikalden belli miktarda debris taşmasına neden olmuştur.



## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

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

1. Sıfır hipotezi reddedilmiştir.
2. Çalışmamızda kullanılan ege sistemlerinin kök kanal dolgusunu tam olarak uzaklaştıramadığı gözlemlenmiştir. Kanal dolgularının uzaklaştırılmasında daha etkin tekniklerin araştırılıp geliştirilmesi gerekmektedir.
3. Ege sistemlerin hepsi bir miktar apikalden debris taşması gösterdi. Kliniğe uyarlandığında postoperatif ağrı, şişlikle sonuçlanabilecek bu taşma miktarı daha çok araştırma yapılarak azaltılmaya çalışılmalıdır.
4. Kendine özgü resiprokasyon hareketi yapan Tango-Endo kanal dolgusunun uzaklaştırılmasını uzun sürede tamamlaması, her üç alanda da daha fazla kanal dolgusu bırakması ve apikalden taşan debris ve sıvı miktarının yüksek olması nedeniyle kök kanal yenilemede uygun bir ege sistemi olmayacağı öngörülebilir.
5. Asimetrik rotasyon hareketiyle kullanılan ProTaper Next kısa sürede dolguyu uzaklaştırırken geriye kalan dolgu miktarını kaldırmada etkindi ve debris taşması yönünden diğer ege sistemlerine benzerdi.
6. Adaptif hareket yapan TF Adaptive ege sistemi diğer kinematik hareketlere göre debris taşmasını azalttı fakat dolgu maddesini etkin olarak kaldıramadı.
7. Reciproc Blue (resiprokasyon) diğer ege sistemlerine göre bu parametreler açısından orta düzeydeydi.
8. Hibrit hareketle kullanılan Endo-Eze Genius ege sistemi kök kanal dolgu sökümünde etkindi fakat uzun sürede bu etkinliğini gerçekleştirebildi ve çalışmada kullanılan diğer sistemlere göre daha fazla debris ve sıvı taşması gösterdi.

## 9. KAYNAKLAR

1. Schilder H (1974). Cleaning and shaping the root canal. *Dental Clinics of North America* 18: 269-296.
2. Tabassum S, Khan FR (2016). Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *European Journal of Dentistry* 10(1): 144-147.
3. Nudera WJ (2015). Selective root retreatment: a novel approach. *Journal of Endodontics* 41(8): 1382-1388.
4. Siqueira J (2001). Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *International Endodontic Journal* 34(1): 1-10.
5. Song M, Kim H-C, Lee W, Kim E (2011). Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *Journal of Endodontics* 37(11): 1516-1519.
6. Alaçam T (2012). Endodonti. Birinci baskı. Özyurt Matbaacılık, 913-944.
7. Friedman S (1996). Retreatment of failures. *Principles and practice of endodontics* 2nd ed Philadelphia: WB Saunders, 337-343.
8. Nair PR, Sjögren U, Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist G (1990). 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* 16(12): 580-588.
9. Khedmat S, Azari A, Shamschiri AR, Fadae M, Fakhar HB (2016). Efficacy of ProTaper and Mtwo retreatment files in removal of gutta-percha and GuttaFlow from root canals. *Iranian Endodontic Journal* 11(3): 184-187.
10. Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B (1987). Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. *Journal of Endodontics* 13(9): 453-457.
11. Bergenholtz G, Lekholm U, Milthorpe R, Heden G, Ödesjö B, Engström B (1979). Retreatment of endodontic fillings. *European Journal of Oral Sciences* 87(3): 217-224.
12. Friedman S, Stabholz A (1986). Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 1: criteria for case selection. *Journal of Endodontics* 12(1): 28-33.
13. Nevaes G, Diana S, Freire LG, Romeiro K, Fogel HM, Dos Santos M, Cunha RS (2016). Efficacy of ProTaper Next compared with Reciproc in removing obturation material from severely curved root canals: a micro-computed tomography study. *Journal of Endodontics* 42(5): 803-808.



14. Siqueira JF, Araújo MC, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJS (1997). Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *Journal of Endodontics* 23(8): 499-502.
15. Özyürek T, Demiryürek EÖ (2016). Efficacy of different nickel-titanium instruments in removing gutta-percha during root canal retreatment. *Journal of Endodontics* 42(4): 646-649.
16. Paik S, Sechrist C, Torabinejad M (2004). Levels of evidence for the outcome of endodontic retreatment. *Journal of Endodontics* 30(11): 745-750.
17. Ruddle C (2002). Nonsurgical endodontic retreatment. *Pathways of the Pulp* (Ed: Cohen S, Burns RC). Mosby Elsevier, 875–929.
18. de Carvalho Maciel A, Zaccaro Scelza M (2006). Efficacy of automated versus hand instrumentation during root canal retreatment: an ex vivo study. *International Endodontic Journal* 39(10): 779-784.
19. Ferreira J, Rhodes J, Pitt Ford T (2001). The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *International Endodontic Journal* 34(4): 267-274.
20. Bueno CES, Delboni MG, Araújo RA, Carrara HJ, Cunha RS (2006). Effectiveness of rotary and hand files in gutta-percha and sealer removal using chloroform or chlorhexidine gel. *Brazilian Dental Journal* 17(2): 139-143.
21. Seltzer S, Naidorf IJ (1985). Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *Journal of Endodontics* 11(11): 472-478.
22. Nevaes G, Romeiro K, Albuquerque D, Xavier F, Fogel H, Freire L, Cunha R (2017). Evaluation of apically extruded debris during root canal retreatment using ProTaper Next and Reciproc in severely curved canals. *Iranian Endodontic Journal* 12(3): 323-328.
23. Seltzer S, Naidorf IJ (2004). Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *Journal of Endodontics* 30(7): 476-481.
24. Bürklein S, Schafer E (2012). Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *Journal of Endodontics* 38(6): 850-852.
25. Toyoğlu M, Altunbaş D (2017). Influence of different kinematics on apical extrusion of irrigant and debris during canal preparation using K3XF instruments. *Journal of Endodontics* 43(9): 1565-1568.
26. Delai D, Boijink D, Hoppe CB, Kopper PMP (2018). Apically extruded debris in filling removal of curved canals using 3 NiTi systems and hand files. *Brazilian Dental Journal* 29(1): 54-59.

27. Yılmaz K, Özyürek T (2017). Apically extruded debris after retreatment procedure with Reciproc, ProTaper Next, and Twisted File Adaptive Instruments. *Journal of Endodontics* 43(4): 648-651.
28. Pawar AM, Pawar M, Metzger Z, Thakur B (2016). Apical extrusion of debris by supplementary files used for retreatment: An ex vivo comparative study. *Journal of Conservative Dentistry* 19(2): 125-129.
29. Kuştaıcı A, Akpınar KE, Er K (2008). Apical extrusion of intracanal debris and irrigant following use of various instrumentation techniques. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 105(2): 257-262.
30. Türker S, Uzunoğlu E, Sağlam B (2015). Evaluation of the amount of apically extruded debris during retreatment of root canals filled by different obturation techniques. *Nigerian Journal of Clinical Practice* 18(6): 802-806.
31. Keskin C, Sarıyılmaz E, Sarıyılmaz O (2017). Effect of solvents on apically extruded debris and irrigant during root canal retreatment using reciprocating instruments. *International Endodontic Journal* 50(11): 1084-1088.
32. Huang X, Ling J, Wei X, Gu L (2007). Quantitative evaluation of debris extruded apically by using ProTaper Universal Tulsa rotary system in endodontic retreatment. *Journal of Endodontics* 33(9): 1102-1105.
33. Johnson WT (2006). Obturation of the cleaned and shaped root canal system. *Pathways of the Pulp*, 358-399.
34. Saunders W (2003). Root canal instrumentation. *Textbook of Endodontology*, 236-260.
35. Chugal N, Mallya SM, Kahler B, Lin LM (2017). Endodontic treatment outcomes. *Dental Clinics* 61(1): 59-80.
36. Strindberg L (1956). The dependence of the results of pulp therapy on certain factors. An analytic study based on radiographic and clinical follow-up examination. *Acta Odontologica Scandinavica* 14: 21.
37. Bender I, Seltzer S, Soltanoff W (1966). Endodontic success—A reappraisal of criteria: Part II. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 22(6): 790-802.
38. Friedman S, Mor C (2004). The success of endodontic therapy healing and functionality. *Journal of the California Dental Association* 32(6): 493-503.
39. Morris MF, Kirkpatrick TC, Rutledge RE, Schindler WG (2009). Comparison of nonsurgical root canal treatment and single-tooth implants. *Journal of Endodontics* 35(10): 1325-1330.
40. Lin LM, Skribner JE, Gaengler P (1992). Factors associated with endodontic treatment failures. *Journal of Endodontics* 18(12): 625-627.

41. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM (1986). The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Dental Traumatology* 2(1): 20-34.
42. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM (1987). Clinical performance of three endodontic sealers. *Dental Traumatology* 3(4): 178-186.
43. de Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S (2008). Treatment outcome in endodontics: the Toronto study—phase 4: initial treatment. *Journal of Endodontics* 34(3): 258-263.
44. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD (2008). A new periapical index based on cone beam computed tomography. *Journal of Endodontics* 34(11): 1325-1331.
45. Stabholz A, Friedman S (1988). Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 2: treatment planning for retreatment. *Journal of Endodontics* 14(12): 607-614.
46. Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Meyers J (2005). A 5 yr clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. *Journal of Endodontics* 31(4): 262-264.
47. Ingle JI, Simon JH, Machtou P, Bogaerts P (2002). Outcome of endodontic treatment and re-treatment. *Endodontics* 5: 747-768.
48. Sundqvist G, Figdor D (1998). Endodontic treatment of apical periodontitis. *Essential Endodontology*. Blackwell Science Ltd, Oxford, 242-277.
49. Saunders W, Saunders E (1994). Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Dental Traumatology* 10(3): 105-108.
50. Zillich R, Dowson J (1973). Root canal morphology of mandibular first and second premolars. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 36(5): 738-744.
51. Tronstad L, Asbjørnsen K, Døving L, Pedersen I, Eriksen H (2000). Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Dental Traumatology* 16(5): 218-221.
52. Seltzer S, Bender I, Smith J, Freedman I, Nazimov H (1967). Endodontic failures—an analysis based on clinical, roentgenographic, and histologic findings: part I. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 23(4): 500-516.
53. Cohen S, Hargreaves KM, Berman L (2011). *Cohen's Pathways of the Pulp*. Mosby Elsevier, 602-654.
54. Pitt Ford T (1997). *Harty's Endodontics in Clinical Practice*. Wright Oxford.
55. Kim S (2014). Prevalence of referral reasons and clinical symptoms for endodontic referrals. *Restorative Dentistry & Endodontics* 39(3): 210-214.

56. Martins JN, Mata A, Marques D, Anderson C, Caramês J (2016). Prevalence and characteristics of the maxillary C-shaped molar. *Journal of Endodontics* 42(3): 383-389.
57. Lopes HP, Vieira MV, Elias CN, Gonçalves LS, Siqueira JF, Moreira EJ, Vieira VT, Souza LC (2013). Influence of the geometry of curved artificial canals on the fracture of rotary nickel-titanium instruments subjected to cyclic fatigue tests. *Journal of Endodontics* 39(5): 704-707.
58. Siddiqui SH, Mohamed AN (2016). Calcific metamorphosis: a review. *International Journal of Health Sciences* 10(3): 437.
59. Ahmed H, Abbott P (2012). Accessory roots in maxillary molar teeth: a review and endodontic considerations. *Australian Dental Journal* 57(2): 123-131.
60. Harty F, Parkins B, Wengraf A (1970). Success rate in root canal therapy. A retrospective study of conventional cases. *British Dental Journal* 128(2): 65-70.
61. Nelson I (1982). Endodontics in general practice—a retrospective survey. *International Endodontic Journal* 15(4): 168-172.
62. Siren E, Haapasalo M, Ranta K, Salmi P, Kerosuo E (1997). Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. *International Endodontic Journal* 30(2): 91-95.
63. Simon S, Machtou P, Tomson P, Adams N, Lumley P (2008). Influence of fractured instruments on the success rate of endodontic treatment. *Dental Update* 35(3): 172-179.
64. Crump MC, Natkin E (1970). Relationship of broken root canal instruments to endodontic case prognosis: a clinical investigation. *The Journal of the American Dental Association* 80(6): 1341-1347.
65. Endo MS, Ferraz CC, Zaia AA, Almeida JF, Gomes BP (2013). Quantitative and qualitative analysis of microorganisms in root-filled teeth with persistent infection: Monitoring of the endodontic retreatment. *European Journal of Dentistry* 7(3): 302-309.
66. Kakehashi S, Stanley H, Fitzgerald R (1965). The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 20(3): 340-349.
67. Roda RS, BH G (2016). *Cohen's Pathways of the Pulp* (Ed: Hargreaves MK, Berman LH, I R). Mosby Elsevier, 324-386.
68. Simon JH, Chimenti RA, Mintz GA (1982). Clinical significance of the pulse granuloma. *Journal of Endodontics* 8(3): 116-119.

69. Nair PR, Sjögren U, Sundqvist G (1998). Cholesterol crystals as an etiological factor in non-resolving chronic inflammation, an experimental study in guinea pigs. *European Journal of Oral Sciences* 106(2p1): 644-650.
70. Song M, Chung W, Lee S-J, Kim E (2012). Long-term outcome of the cases classified as successes based on short-term follow-up in endodontic microsurgery. *Journal of Endodontics* 38(9): 1192-1196.
71. Setzer FC, Kohli MR, Shah SB, Karabucak B, Kim S (2012). Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature—part 2: comparison of endodontic microsurgical techniques with and without the use of higher magnification. *Journal of Endodontics* 38(1): 1-10.
72. Friedman S (1998). Treatment outcome and prognosis of endodontic therapy. *Essential endontology: prevention and treatment of apical periodontitis*.
73. Hülsmann M, Schafer E (2014). *Endodontide Problemler. Etiyoloji, Tanı ve Tedavi*. Çeviren: Şen BH, Quintessence Yayıncılık, İstanbul, 437-463.
74. Cavenago B, Ordinola-Zapata R, Duarte M, Carpio-Perochena A, Villas-Bôas M, Marciano M, Bramante C, Moraes I (2014). Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. *International Endodontic Journal* 47(11): 1078-1083.
75. Çalışkan M (2006). *Endodontide Tanı ve Tedaviler*. İkinci baskı. Nobel Tıp Kitabevleri, 579-600.
76. Friedman S, Stabholz A, Tamse A (1990). Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 3. Retreatment techniques. *Journal of Endodontics* 16(11): 543-549.
77. Allen RK, Newton CW, Brown Jr CE (1989). A statistical analysis of surgical and nonsurgical endodontic retreatment cases. *Journal of Endodontics* 15(6): 261-266.
78. Krell KV, Neo J (1985). The use of ultrasonic endodontic instrumentation in the re-treatment of a paste-filled endodontic tooth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 60(1): 100-102.
79. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U (1998). Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 85(1): 86-93.
80. Nguyen T (1994). Obturation of the root canal system. *Pathways of the Pulp* 6: 219-271.
81. Gutmann J, Rakusin H (1987). Perspectives on root canal obturation with thermoplasticized injectable gutta-percha. *International Endodontic Journal* 20(6): 261-270.

82. Betti L, Bramante C (2001). Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *International Endodontic Journal* 34(7): 514-519.
83. Hülsmann M, Stotz S (1997). Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *International Endodontic Journal* 30(4): 227-233.
84. Friedman S, Rotstein I, Shar-Lev S (1989). Bypassing gutta-percha root fillings with an automated device. *Journal of Endodontics* 15(9): 432-437.
85. Duncan HF, Chong BS (2008). Removal of root filling materials. *Endodontic Topics* 19(1): 33-57.
86. Kaplowitz GJ (1990). Evaluation of gutta-percha solvents. *Journal of Endodontics* 16(11): 539-540.
87. Tamse A, Unger U, Metzger Z, Rosenberg M (1986). Gutta-percha solvents—a comparative study. *Journal of Endodontics* 12(8): 337-339.
88. Wennberg A, Ørstavik D (1989). Evaluation of alternatives to chloroform in endodontic practice. *Dental Traumatology* 5(5): 234-237.
89. Schafer E, Zandbiglari T (2002). A comparison of the effectiveness of chloroform and eucalyptus oil in dissolving root canal sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 93(5): 611-616.
90. Emboava JDPJC, Barbin SEL (1993). In vitro study on the softening of gutta-percha cones in endodontic retreatment. *Brazilian Dental Journal* 504(1): 43-47.
91. Ring J, Murray PE, Namerow KN, Moldauer BI, Garcia-Godoy F (2009). Removing root canal obturation materials: a comparison of rotary file systems and re-treatment agents. *The Journal of the American Dental Association* 140(6): 680-688.
92. Rehman K, Khan FR, Aman N (2013). Comparison of orange oil and chloroform as gutta-percha solvents in endodontic retreatment. *The Journal of Contemporary Dental Practice* 14(3): 478-482.
93. Imura N, Kato A, Hata GI, Uemura M, Toda T, Weine F (2000). A comparison of the relative efficacies of four hand and rotary instrumentation techniques during endodontic retreatment. *International Endodontic Journal* 33(4): 361-366.
94. Capar I, Arslan H (2016). A review of instrumentation kinematics of engine-driven nickel–titanium instruments. *International Endodontic Journal* 49(2): 119-135.
95. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics* 10(1): 30-76.

96. Aşçı SK (2014). Endodonti. (Ed: Özer SY). Quintessence Yayıncılık, 385-405.
97. Diemer F, Michetti J, Mallet J-P, Piquet R (2013). Effect of asymmetry on the behavior of prototype rotary triple helix root canal instruments. *Journal of Endodontics* 39(6): 829-832.
98. Prichard J (2012). Rotation or reciprocation: a contemporary look at NiTi instruments? *British Dental Journal* 212: 345–346.
99. Weine FS, Kelly RF, Bray KE (1976). Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. *Journal of Endodontics* 2(10): 298-303.
100. Yared G (2008). Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *International Endodontic Journal* 41(4): 339-344.
101. Gambarini G, Glassman G (2013). TF Adaptive: A Novel Approach to Nickel-Titanium Instrumentation “Rotary when you want it, Reciprocation when you need it”. *Oral Health Dental Journal* 22: 30.
102. Endo-Eze Genius brochure. Available from: <https://www.ultradent.com/SiteCollectionImages/Multi-Media-Tab/Brochures/Endodontics/Documents/Genius-Files-Brochure.pdf>. [Accessed in June 2017].
103. Cavalli D, Toia CC, Orozco EIF, Khoury RD, da Rosa Cardoso FG, Alves MC, Carvalho CAT, Valera MC (2017). Effectiveness in the removal of endotoxins and microbiological profile in primary endodontic infections using 3 different instrumentation systems: A randomized clinical study. *Journal of Endodontics* 43(8): 1237-1245.
104. Özyürek T, Gündoğar M, Yılmaz K, Uslu G (2017). Bending resistance and cyclic fatigue life of Reciproc Blue, WaveOne Gold, and Genius files in a double (S-shaped) curved canal. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects* 11(4): 241-246.
105. Çitak M, Özyürek T (2017). Effect of different nickel-titanium rotary files on dentinal crack formation during retreatment procedure. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects* 11(2): 90-95.
106. Özyürek T, Demiryürek ÖE (2017). Efficacy of ProTaper Next and ProTaper Universal retreatment systems in removing gutta-percha in curved root canals during root canal retreatment. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry* 51(2): 7-13.
107. Ruddle CJ, Machtou P, West JD (2013). The shaping movement 5th generation technology. *Dentistry Today* 32(4): 94-99.
108. ProTaper Next brochure. Available from: [http://dentsplymea.com/sites/default/files/ProTaper%20NEXT%20brochure\\_0.pdf](http://dentsplymea.com/sites/default/files/ProTaper%20NEXT%20brochure_0.pdf). [Accessed in September 2014].

109. Martins MP, Duarte MAH, Cavenago BC, Kato AS, da Silveira Bueno CE (2017). Effectiveness of the ProTaper Next and Reciproc systems in removing root canal filling material with sonic or ultrasonic irrigation: A micro-computed tomographic study. *Journal of Endodontics* 43(3): 467-471.
110. Myers GL, Montgomery S (1991). A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *Journal of Endodontics* 17(6): 275-279.
111. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G (2017). Cyclic fatigue resistance of Reciproc Blue and Reciproc files in an S-shaped canal. *Journal of Endodontics* 43(10): 1679-1682.
112. Gündoğar M, Özyürek T (2017). Cyclic fatigue resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue nickel-titanium instruments. *Journal of Endodontics* 43(7): 1192-1196.
113. Özyürek T, Gündoğar M, Uslu G, Yılmaz K, Staffoli S, Grande N, Plotino G, Polimeni A (2018). Cyclic fatigue resistances of Hyflex EDM, WaveOne Gold, Reciproc Blue and 2shape NiTi rotary files in different artificial canals. *Odontology*: 1-6.
114. Uslu G, Özyürek T, Yılmaz K, Gündoğar M, Plotino G (2018). Apically extruded debris during root canal instrumentation with Reciproc Blue, HyFlex EDM, and XP-endo Shaper Nickel-Titanium files. *Journal of Endodontics* 44(5): 856–859
115. Alcalde MP, Duarte MAH, Bramante CM, de Vasconcelos BC, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, Pinto JC, Só MVR, Vivan RR (2017). Cyclic fatigue and torsional strength of three different thermally treated reciprocating nickel-titanium instruments. *Clinical Oral Investigations* 22(4): 1865–1871.
116. De-Deus G, Silva EJNL, Vieira VTL, Belladonna FG, Elias CN, Plotino G, Grande NM (2017). Blue thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the Reciproc files. *Journal of Endodontics* 43(3): 462-466.
117. Reciproc Blue brochure. Available from: <https://www.vdw-dental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Reziproke-Aufbereitung/RECIPROC-blue/VDW-Dental-Reciprocblue-brochure-EN.pdf> . [Accessed in March 2017].
118. Keskin C, Inan U, Demiral M, Keleş A (2017). Cyclic fatigue resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold reciprocating instruments. *Journal of Endodontics* 43(8): 1360-1363.
119. Ertaş H, Çapar İD, Arslan H (2016). Cyclic fatigue resistance of ProTaper Universal, Twisted File Adaptive, Reciproc and WaveOne systems. *Turkish Endodontic Journal* 1(1):30–34



120. Plotino G, Grande N, Testarelli L, Gambarini G (2012). Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *International Endodontic Journal* 45(7): 614-618.
121. Lu Y, Wang R, Zhang L, Li H, Zheng Q, Zhou X, Huang D (2013). Apically extruded debris and irrigant with two Ni-Ti systems and hand files when removing root fillings: a laboratory study. *International Endodontic Journal* 46(12): 1125-1130.
122. Tango-Endo brochure. Available from: <http://www.edsdental.com/productpdfs/TangoProfile.pdf>. [Accessed in Mar 2017].
123. Yılmaz K, Özyürek T (2017). Cyclic fatigue life of Tango-Endo, WaveOne Gold, and Reciproc NiTi instruments. *Restorative Dentistry & Endodontics* 42(2): 134-139.
124. Glassman G, Gambarini G, Rosler S (2016). Twisted Files and adaptive motion technology: A winning combination for safe and predictable root canal shaping. *Roots* 3: 14-20.
125. Karataş E, Arslan H, Kırıcı D, Alsancak M, Çapar I (2016). Quantitative evaluation of apically extruded debris with Twisted File Adaptive instruments in straight root canals: reciprocation with different angles, adaptive motion and continuous rotation. *International Endodontic Journal* 49(4): 382-385.
126. Twisted File Adaptive brochure. Available from: <http://www.mbconsult2000.net/image/data/Products/Preparacia/tf%20adaptive/TF%20Adaptiv.pdf>. [Accessed in February 2015].
127. Akbulut MB, Akman M, Terlemez A, Magat G, Sener S, Shetty H (2016). 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* 35(1): 126-131.
128. Imura N, Zuolo ML, Ferreira MOF, Novo NF (1996). Effectiveness of the Canal Finder and hand instrumentation in removal of gutta-percha root fillings during root canal retreatment. *International Endodontic Journal* 29(6): 382-386.
129. Bramante C, Betti L (2000). Efficacy of Quantec rotary instruments for gutta-percha removal. *International Endodontic Journal* 33(5): 463-467.
130. Mollo A, Botti G, Principi Goldoni N, Randellini E, Paragliola R, Chazine M, Ounsi H, Grandini S (2012). Efficacy of two Ni-Ti systems and hand files for removing gutta-percha from root canals. *International Endodontic Journal* 45(1): 1-6.

131. Somma F, Cammarota G, Plotino G, Grande NM, Pameijer CH (2008). The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *Journal of Endodontics* 34(4): 466-469.
132. Silva EJNL, Orłowsky NB, Herrera DR, Machado R, Krebs RL, Coutinho-Filho TS (2015). Effectiveness of rotatory and reciprocating movements in root canal filling material removal. *Brazilian Oral Research* 29(1): 01-06.
133. Ladley RW, Campbell AD, Hicks ML, Li S-H (1991). Effectiveness of halothane used with ultrasonic or hand instrumentation to remove gutta-percha from the root canal. *Journal of Endodontics* 17(5): 221-224.
134. Üstün Y, Çanakçı B, Dinçer A, Er O, Düzgün S (2015). Evaluation of apically extruded debris associated with several Ni-Ti systems. *International Endodontic Journal* 48(7): 701-704.
135. Topçuoğlu HS, Aktı A, Tuncay Ö, Dinçer AN, Düzgün S, Topçuoğlu G (2014). Evaluation of debris extruded apically during the removal of root canal filling material using ProTaper, D-RaCe, and R-Endo rotary nickel-titanium retreatment instruments and hand files. *Journal of Endodontics* 40(12): 2066-2069.
136. Küçükylmaz E, Savaş S, Saygılı G, Uysal B (2015). Assessment of apically extruded debris and irrigant produced by different nickel-titanium instrument systems. *Brazilian Oral Research* 29(1): 1-6.
137. Bürklein S, Benten S, Schafer E (2014). Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *International Endodontic Journal* 47(5): 405-409.
138. Altundaşar E, Nagaş E, Uyanık O, Serper A (2011). Debris and irrigant extrusion potential of 2 rotary systems and irrigation needles. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology* 112(4): 31-35.
139. Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA, Thomas DD (2002). The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *Journal of Endodontics* 28(5): 386-390.
140. Mitchell RP, Yang SE, Baumgartner JC (2010). Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *Journal of Endodontics* 36(2): 338-341.
141. Ghivari SB, Kubasad GC, Deshpande P (2012). Comparative evaluation of apical extrusion of bacteria using hand and rotary systems: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry* 15(1): 32-35.
142. Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G (2005). The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *Journal of Endodontics* 31(7): 533-535.

143. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayırlı G (2006). Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 101(2): 250-257.
144. Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S (1987). The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *Journal of Endodontics* 13(3): 102-108.
145. Ruiz Hubbard EE, Gutmann JL, Wagner MJ (1987). A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques. *Journal of Endodontics* 13(12): 554-558.
146. Kalra P, Rao A, Suman E, Shenoy R, Suprabha BS (2017). Evaluation of conventional, ProTaper hand and ProTaper rotary instrumentation system for apical extrusion of debris, irrigants and bacteria-An in vitro randomized trial. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* 9(2): 254-258.
147. Sağsen B, Üstün Y, Er Ö (2009). Evaluation of the efficacy of retreatment procedures which performed with three different rotary system and hand files using in two different root canal filling materials. *Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences* 15(2): 73-80.
148. Abramovitz I, Relles-Bonar S, Baransi B, Kfir A (2012). The effectiveness of a self-adjusting file to remove residual gutta-percha after retreatment with rotary files. *International Endodontic Journal* 45(4): 386-392.
149. Ersev H, Yılmaz B, Dinçol M, Dağlaroğlu R (2012). The efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment instrumentation to remove single gutta-percha cones cemented with several endodontic sealers. *International Endodontic Journal* 45(8): 756-762.
150. Kaşıkçı Bilgi I, Köşeler I, Güneri P, Hülsmann M, Çalışkan M (2017). Efficiency and apical extrusion of debris: a comparative ex vivo study of four retreatment techniques in severely curved root canals. *International Endodontic Journal* 50(9): 910-918.
151. Gergi R, Sabbagh C (2007). Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an ex vivo study. *International Endodontic Journal* 40(7): 532-537.
152. Schirmermeister J, Hermanns P, Meyer K, Goetz F, Hellwig E (2006). Detectability of residual Epiphany and gutta-percha after root canal retreatment using a dental operating microscope and radiographs—an ex vivo study. *International Endodontic Journal* 39(7): 558-565.

153. Vale MS, Moreno MS, Silva PMF, Botelho TCF (2013). Endodontic filling removal procedure: an ex vivo comparative study between two rotary techniques. *Brazilian Oral Research* 27(6): 478-483.
154. Schirrmeister JF, Wrbas KT, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig E (2006). 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 Endodontics* 101(4): 542-547.
155. Taşdemir T, Er K, Yıldırım T, Çelik D (2008). Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. *International Endodontic Journal* 41(3): 191-196.
156. Akpınar KE, Altunbaş D, Kuştarıcı A (2012). The efficacy of two rotary NiTi instruments and H-files to remove gutta-percha from root canals. *Medicina Oral Patologia Oral y Cirugia Bucal* 17(3): 506-511.
157. Robertson D, Leeb IJ, Mckee M, Brewer E (1980). A clearing technique for the study of root canal systems. *Journal of Endodontics* 6(1): 421-424.
158. Taşdemir T, Yıldırım T, Çelik D (2008). Comparative study of removal of current endodontic fillings. *Journal of Endodontics* 34(3): 326-329.
159. Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XY (2008). Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *International Endodontic Journal* 41(4): 288-295.
160. Schirrmeister JF, Wrbas KT, Meyer KM, Altenburger MJ, Hellwig E (2006). Efficacy of different rotary instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Journal of Endodontics* 32(5): 469-472.
161. Xu L, Zhang L, Zhou X, Wang R, Deng Y, Huang D (2012). Residual filling material in dentinal tubules after gutta-percha removal observed with scanning electron microscopy. *Journal of Endodontics* 38(3): 293-296.
162. Simsek N, Keles A, Ahmetoglu F, Ocak MS, Yologlu S (2014). Comparison of different retreatment techniques and root canal sealers: a scanning electron microscopic study. *Brazilian Oral Research* 28(1): 1-7.
163. Bernardes R, Duarte M, Vivan R, Alcalde M, Vasconcelos B, Bramante C (2016). Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *International Endodontic Journal* 49(9): 890-897.
164. Rodrigues CT, Duarte MAH, Guimarães BM, Vivan RR, Bernardineli N (2017). Comparison of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment. *Brazilian Oral Research* 31: 113-120

165. Deus GA, Gurgel Filho ED, Maniglia-Ferreira C, Coulinho-Filho T (2004). 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* 30(1): 23-28.
166. Kim S, Baek S (2004). The microscope and endodontics. *Dental Clinics of North America* 48(1): 11-18.
167. Saunders WP, Saunders EM (1997). Conventional endodontics and the operating microscope. *Dental Clinics of North America* 41(3): 415-428.
168. Chauhan R, Tikku A, Chandra A (2012). 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* 15(3): 218-222.
169. Yılmaz Z, Karapınar SP, Özçelik B (2011). Efficacy of rotary Ni-Ti retreatment systems in root canals filled with a new warm vertical compaction technique. *Dental Materials Journal* 30(6): 948-953.
170. de Souza PF, Goncalves LCO, Marques AAF, Junior ECS, Garcia LFR, de Carvalho FMA (2015). Root canal retreatment using reciprocating and continuous rotary nickel-titanium instruments. *European Journal of Dentistry* 9(2): 234-239.
171. de Azevêdo Rios M, Villela AM, Cunha RS, Velasco RC, De Martin AS, Kato AS, da Silveira Bueno CE (2014). Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *Journal of Endodontics* 40(4): 543-546.
172. Colombo APM, Fontana CE, Godoy A, De Martin AS, Kato AS, Rocha DG, Pelegri RA, Bueno CE (2016). Effectiveness of the waveone and protaper D systems for removing gutta-percha with or without a solvent. *Acta Odontologica Latino Americana* 29(3): 262-267.
173. Pawley J (1990). *Handbook of biological confocal microscopy*. Plenum Press, New York, 232: 150-152.
174. Rached-Júnior F, Sousa-Neto M, Bruniera J, Duarte M, Silva-Sousa Y (2014). Confocal microscopy assessment of filling material remaining on root canal walls after retreatment. *International Endodontic Journal* 47(3): 264-270.
175. Kok D, Rosa RA, Barreto MS, Busanello FH, Santini MF, Pereira JR, Só MVR (2014). Penetrability of AH plus and MTA fillapex after endodontic treatment and retreatment: A confocal laser scanning microscopy study. *Microscopy Research and Technique* 77(6): 467-471.
176. Gharib SR, Tordik PA, Imamura GM, Baginski TA, Goodell GG (2007). A confocal laser scanning microscope investigation of the epiphany obturation system. *Journal of Endodontics* 33(8): 957-961.

177. Kim H, Kim E, Lee SJ, Shin SJ (2015). Comparisons of the retreatment efficacy of calcium silicate and epoxy resin-based sealers and residual sealer in dentinal tubules. *Journal of Endodontics* 41(12): 2025-2030.
178. Chandra SS, Shankar P, Indira R (2012). Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal tubules: a confocal microscopic study. *Journal of Endodontics* 38(10): 1412-1416.
179. Weis MV, Parashos P, Messer H (2004). Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *International Endodontic Journal* 37(10): 653-663.
180. Marques da Silva B, Baratto-Filho F, Leonardi D, Henrique Borges A, Volpato L, Branco Barletta F (2012). Effectiveness of ProTaper, D-RaCe, and Mtwo retreatment files with and without supplementary instruments in the removal of root canal filling material. *International Endodontic Journal* 45(10): 927-932.
181. Betti LV, Bramante CM, de Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB (2009). Efficacy of Profile. 04 taper series 29 in removing filling materials during root canal retreatment—an in vitro study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 108(6): 46-50.
182. Betti LV, Bramante CM, de Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB (2010). 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 Endodontics* 110(5): 675-680.
183. Madani ZS, Simdar N, Moudi E, Bijani A (2015). CBCT Evaluation of the root canal filling removal using D-RaCe, ProTaper retreatment Kit and hand files in curved canals. *Iranian Endodontic Journal* 10(1): 69-74.
184. Yadav P, Bharath MJ, Sahadev CK, Ramachandra PKM, Rao Y, Ali A, Mohamed S (2013). An in vitro CT comparison of gutta-percha removal with two rotary systems and hedstrom files. *Iranian Endodontic Journal* 8(2): 59-64.
185. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N (2008). Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. *Journal of Endodontics* 34(11): 1370-1373.
186. Pawar AM, Thakur B, Metzger Z, Kfir A, Pawar M (2016). The efficacy of the Self-Adjusting File versus WaveOne in removal of root filling residue that remains in oval canals after the use of ProTaper retreatment files: A cone-beam computed tomography study. *Journal of Conservative Dentistry* 19(1): 72-76.
187. Marfisi K, Mercade M, Plotino G, Duran-Sindreu F, Bueno R, Roig M (2010). Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and Resilon from root canals. *International Endodontic Journal* 43(11): 1022-1028.

188. Yürüker S, Görduysus M, Küçükkaya S, Uzunoğlu E, Ilgın C, Gülen O, Tuncel B, Görduysus MÖ (2016). Efficacy of combined use of different nickel-titanium files on removing root canal filling materials. *Journal of Endodontics* 42(3): 487-492.
189. Rödiger T, Hausdörfer T, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M (2012). Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals—a micro-computed tomography study. *International Endodontic Journal* 45(6): 580-589.
190. Rödiger T, Kupis J, Konietschke F, Dullin C, Drebenstedt S, Hülsmann M (2014). Comparison of hand and rotary instrumentation for removing gutta-percha from previously treated curved root canals: a microcomputed tomography study. *International Endodontic Journal* 47(2): 173-182.
191. Rödiger T, Wagner J, Wiegand A, Rizk M (2018). Efficacy of the ProTaper retreatment system in removing Thermafil, GuttaCore or vertically compacted gutta-percha from curved root canals assessed by micro-CT. *International Endodontic Journal* 51(7): 808–815
192. Rosa RA, Santini MF, Cavenago BC, Pereira JR, Duarte MAH, Só MVR (2015). Micro-CT evaluation of root filling removal after three stages of retreatment procedure. *Brazilian Dental Journal* 26(6): 612-618.
193. Silva EJNL, Belladonna FG, Zuolo AS, Rodrigues E, Ehrhardt IC, Souza EM, De-Deus G (2018). Effectiveness of XP-endo Finisher and XP-endo Finisher R in removing root filling remnants: a micro-CT study. *International Endodontic Journal* 51(1): 86-91.
194. Rödiger T, Reicherts P, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M (2014). Efficacy of reciprocating and rotary NiTi instruments for retreatment of curved root canals assessed by micro-CT. *International Endodontic Journal* 47(10): 942-948.
195. Crozeta BM, Silva Sousa YTC, Leoni GB, Mazzi Chaves JF, Fantinato T, Baratto Filho F, Sousa-Neto MD (2016). Micro-computed tomography study of filling material removal from oval-shaped canals by using rotary, reciprocating, and adaptive motion systems. *Journal of Endodontics* 42(5): 793-797.
196. Khalilak Z, Vatanpour M, Dadresanfar B, Moshkelgosha P, Nourbakhsh H (2013). In vitro comparison of Gutta-Percha removal with H-File and ProTaper with or without chloroform. *Iranian Endodontic Journal* 8(1): 6-9.
197. Voet KC, Wu M-K, Wesselink PR, Shemesh H (2012). Removal of gutta-percha from root canals using the self-adjusting file. *Journal of Endodontics* 38(7): 1004-1006.
198. Capar ID, Gok T, Orhan E (2015). Comparison of retreatment ability of full-sequence reciprocating instrumentation and 360° rotary instrumentation. *Clinical Oral Investigations* 19(9): 2219-2222.

199. Kasam S, Mariswamy AB (2016). Efficacy of different methods for removing root canal filling material in retreatment-an in-vitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 10(6): 6-10.
200. Bhagavaldas MC, Diwan A, Kusumvalli S, Pasha S, Devale M, Chava DC (2017). 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* 20(1): 12-16.
201. Duarte MAH, Só MVR, Cimadon VB, Zucatto C, Vier Pelisser FV, Kuga MC (2010). Effectiveness of rotary or manual techniques for removing a 6-year-old filling material. *Brazilian Dental Journal* 21(2): 148-152.
202. Akhavan H, Azdadi YK, Azimi S, Dadresanfar B, Ahmadi A (2012). Comparing the efficacy of Mtwo and D-RaCe retreatment systems in removing residual Gutta-Percha and sealer in the root canal. *Iranian Endodontic Journal* 7(3): 122-126.
203. Zarei M, Shahrami F, Vatanpour M (2009). Comparison between gutta-percha and Resilon retreatment. *Journal of Oral Science* 51(2): 181-185.
204. Kanaparthi A, Kanaparthi R (2016). The comparative efficacy of different files in the removal of different sealers in simulated root canal retreatment-an in-vitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 10(5): 130-133.
205. Joseph M, Ahlawat J, Malhotra A, Rao M, Sharma A, Talwar S (2016). In vitro evaluation of efficacy of different rotary instrument systems for gutta percha removal during root canal retreatment. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* 8(4): 355-360.
206. Schneider SW (1971). A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 32(2): 271-275.
207. Alaçam T (2012). Endodonti. Birinci baskı. Özyurt Matbaacılık, No:7, Ankara; 405-412.
208. Schirrmeister J, Meyer K, Hermanns P, Altenburger M, Wrbas KT (2006). Effectiveness of hand and rotary instrumentation for removing a new synthetic polymer-based root canal obturation material (Epiphany) during retreatment. *International Endodontic Journal* 39(2): 150-156.
209. Nair P (2006). On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *International Endodontic Journal* 39(4): 249-281.
210. Ricucci D, Siqueira JF (2010). Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *Journal of Endodontics* 36(8): 1277-1288.



211. Katebzadeh N, Sigurdsson A, Trope M (2000). Radiographic evaluation of periapical healing after obturation of infected root canals: an in vivo study. *International Endodontic Journal* 33(1): 60-65.
212. Su Y, Wang C, Ye L (2011). Healing rate and post-obturation pain of single-versus multiple-visit endodontic treatment for infected root canals: a systematic review. *Journal of Endodontics* 37(2): 125-132.
213. Tsesis I, Faivishevsky V, Fuss Z, Zukerman O (2008). Flare-ups after endodontic treatment: a meta-analysis of literature. *Journal of Endodontics* 34(10): 1177-1181.
214. Siqueira J (2003). Microbial causes of endodontic flare-ups. *International Endodontic Journal* 36(7): 453-463.
215. Tanalp J, Güngör T (2014). Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *International Endodontic Journal* 47(3): 211-221.
216. Kum KY, Spångberg L, Cha BY, Il-Young J, Seung-Jong L, Chan-Young L (2000). Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *Journal of Endodontics* 26(12): 719-723.
217. Craig R, Gehring P, Peyton F (1959). Relation of structure to the microhardness of human dentin. *Journal of Dental Research* 38(3): 624-630.
218. Zuolo A, Mello J, Cunha R, Zuolo M, Bueno C (2013). Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *International Endodontic Journal* 46(10): 947-953.
219. Liu M, Xiong S, Tan F, Liu Y (2017). Less extrusion debris during the retreatment of curved canals using twisted files with higher rotational speeds: an ex vivo study. *BMC Oral Health* 17(1): 45-50.
220. Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G (2007). Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. *Brazilian Dental Journal* 18(1): 16-19.
221. Psimma Z, Boutsoukis C, Kastrinakis E, Vasiliadis L (2013). Effect of needle insertion depth and root canal curvature on irrigant extrusion ex vivo. *Journal of Endodontics* 39(4): 521-524.
222. Çanakçı BC, Üstün Y, Er Ö, Sen ÖG (2016). Evaluation of apically extruded debris from curved root canal filling removal using 5 nickel-titanium systems. *Journal of Endodontics* 42(7): 1101-1104.
223. McKendry DJ (1990). Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. *Journal of Endodontics* 16(1): 24-27.

224. Uzunoglu E, Turker SA (2016). Impact of different file systems on the amount of apically extruded debris during endodontic retreatment. *European Journal of Dentistry* 10(2): 210-214.
225. Jacobsen E, BeGole E (1992). A comparison of four root canal obturation methods employing gutta-percha: A computerized analysis of the internal structure. *Dental Traumatology* 8(5): 206-212.
226. Weller RN, Kimbrough WF, Anderson RW (1997). A comparison of thermoplastic obturation techniques: adaptation to the canal walls. *Journal of Endodontics* 23(11): 703-706.
227. Robberecht L, Colard T, Claisse-Crinquette A (2012). Qualitative evaluation of two endodontic obturation techniques: tapered single-cone method versus warm vertical condensation and injection system an in vitro study. *Journal of Oral Science* 54(1): 99-104.
228. Dincer A, Er O, Canakci B (2015). Evaluation of apically extruded debris during root canal retreatment with several NiTi systems. *International Endodontic Journal* 48(12): 1194-1198.
229. AH Plus Jet brochure. Available from: <http://dentsply.com.tr/%C3%BCr%C3%BCnler/endodonti/k%C3%B6k-kanal%C4%B1-dolgusu/ah-plus-jet>. [Accessed in December 2017].
230. Altunbas D, Kutuk B, Toyoglu M, Kutlu G, Kustarci A, Er K (2016). Reciproc versus Twisted file for root canal filling removal: assessment of apically extruded debris. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry* 50(2): 31-37.
231. Hassanloo A, Watson P, Finer Y, Friedman S (2007). Retreatment efficacy of the Epiphany soft resin obturation system. *International Endodontic Journal* 40(8): 633-643.
232. Silva EJNL, Sá L, Belladonna FG, Neves AA, Accorsi Mendonça T, Vieira VT, De-Deus G, Moreira EJ (2014). Reciprocating versus rotary systems for root filling removal: assessment of the apically extruded material. *Journal of Endodontics* 40(12): 2077-2080.
233. Buchanan L (1987). Working length and apical patency: the control factors. *The Endodontic Report*: 16-20.
234. Vera J, Hernández EM, Romero M, Arias A, van der Sluis LW (2012). Effect of maintaining apical patency on irrigant penetration into the apical two millimeters of large root canals: an in vivo study. *Journal of Endodontics* 38(10): 1340-1343.
235. Vera J, Arias A, Romero M (2012). Dynamic movement of intracanal gas bubbles during cleaning and shaping procedures: the effect of maintaining apical patency on their presence in the middle and cervical thirds of human root canals—an in vivo study. *Journal of Endodontics* 38(2): 200-203.

236. Deonizio MDA, Sydney GB, Batista A, Pontarolo R, Guimarães PRB, Gavini G (2013). Influence of apical patency and cleaning of the apical foramen on periapical extrusion in retreatment. *Brazilian Dental Journal* 24(5): 482-486.
237. Mohammadi Z, Jafarzadeh H, Shalavi S, Kinoshita J (2017). Establishing apical patency: to be or not to be? *The Journal of Contemporary Dental Practice* 18(4): 326-329.
238. Arias A, Azabal M, Hidalgo JJ, José C (2009). Relationship between post endodontic pain, tooth diagnostic factors, and apical patency. *Journal of Endodontics* 35(2): 189-192.
239. Lambrianidis T, Tosounidou E, Tzoanopoulou M (2001). The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. *Journal of Endodontics* 27(11): 696-698.
240. Sedgley C, Nagel A, Hall D, Applegate B (2005). Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging in vitro. *International Endodontic Journal* 38(2): 97-104.
241. Ezzie E, Fleury A, Solomon E, Spears R, He J (2006). Efficacy of retreatment techniques for a resin-based root canal obturation material. *Journal of Endodontics* 32(4): 341-344.
242. Tachinami H, Katsuumi I (2010). Removal of root canal filling materials using Er: YAG laser irradiation. *Dental Materials Journal* 29(3): 246-252.
243. Hülsmann M, Bluhm V (2004). Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *International Endodontic Journal* 37(7): 468-476.
244. de Oliveira DP, Barbizam JVB, Trope M, Teixeira FB (2006). Comparison between gutta-percha and resilon removal using two different techniques in endodontic retreatment. *Journal of Endodontics* 32(4): 362-364.
245. Capar ID, Arslan H, Akcay M, Ertas H (2014). An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex instruments. *Journal of Endodontics* 40(10): 1638-1641.
246. Silva EJNL, Hecksher F, dos Santos Antunes H, De-Deus G, Elias CN, Vieira VTL (2018). Torsional fatigue resistance of blue-treated reciprocating instruments. *Journal of Endodontics* 44(6): 1038-1041
247. Kirchhoff AL, Fariniuk LF, Mello I (2015). Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *Journal of Endodontics* 41(2): 237-241.

248. Kuştarıcı A, Er K (2015). Efficacy of laser activated irrigation on apically extruded debris with different preparation systems. *Photomedicine and Laser Surgery* 33(7): 384-389.
249. Gungor OE, Kustarci A (2016). Evaluation of apically extruded debris using two NiTi systems associated with two irrigation techniques in primary teeth. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 40(6): 490-495.
250. Dincer AN, Guneser MB, Arslan D (2017). Apical extrusion of debris during root canal preparation using a novel nickel-titanium file system: WaveOne Gold. *Journal of Conservative Dentistry* 20(5): 322-325.
251. Gergi R, Arbab-Chirani R, Osta N, Naaman A (2014). Micro-computed tomographic evaluation of canal transportation instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium instruments. *Journal of Endodontics* 40(8): 1223-1227.
252. Silva E, Pacheco P, Pires F, Belladonna F, De-Deus G (2017). Microcomputed tomographic evaluation of canal transportation and centring ability of ProTaper Next and Twisted File Adaptive systems. *International Endodontic Journal* 50(7): 694-699.
253. Gergi RM, Osta NE, Naaman AS (2015). Dentinal crack formation during root canal preparations by the Twisted File Adaptive, Reciproc and WaveOne instruments. *European Journal of Dentistry* 9(4): 508-512.
254. Zhou X, Jiang S, Wang X, Wang S, Zhu X, Zhang C (2015). Comparison of dentinal and apical crack formation caused by four different nickel-titanium rotary and reciprocating systems in large and small canals. *Dental Materials Journal* 34(6): 903-909.
255. Karataş E, Gündüz HA, Kırıcı DÖ, Arslan H, Topçu MÇ, Yeter KY (2015). Dentinal crack formation during root canal preparations by the Twisted File Adaptive, ProTaper Next, ProTaper Universal, and WaveOne instruments. *Journal of Endodontics* 41(2): 261-264.
256. Higuera O, Plotino G, Tocci L, Carrillo G, Gambarini G, Jaramillo DE (2015). Cyclic fatigue resistance of 3 different nickel-titanium reciprocating instruments in artificial canals. *Journal of Endodontics* 41(6): 913-915.
257. Tocci L, Plotino G, Al-Sudani D, Rubini AG, Sannino G, Piasecki L, Putorti E, Testarelli L, Gambarini G (2015). Cutting efficiency of instruments with different movements: a comparative study. *Journal of Oral & Maxillofacial Research* 6(1):6-10.
258. Pedrinha VF, da Silva Brandão JM, Pessoa OF, de Almeida Rodrigues P (2018). Influence of file motion on shaping, apical debris extrusion and dentinal defects: A critical review. *The Open Dentistry Journal* 12: 189-201.

259. Gergi R, Osta N, Bourbouze G, Zgheib C, Arbab-Chirani R, Naaman A (2015). Effects of three nickel titanium instrument systems on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *International Endodontic Journal* 48(2): 162-170.
260. Scelza MFZ, Coil JM, Maciel ACC, Oliveira LRL, Scelza P (2008). Comparative SEM evaluation of three solvents used in endodontic retreatment: an ex vivo study. *Journal of Applied Oral Science* 16(1): 24-29.
261. Barreto MS, Santini MF, Cavenago BC, Duarte MAH, Bier CAS, So MVR (2016). 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* 24(1): 37-44.
262. Oyama KON, Siqueira EL, Santos M (2002). In vitro study of effect of solvent on root canal retreatment. *Brazilian Dental Journal* 13(3): 208-211.
263. Capar I, Arslan H, Ertas H, Gök T, Saygılı G (2015). Effectiveness of ProTaper Universal retreatment instruments used with rotary or reciprocating adaptive motion in the removal of root canal filling material. *International Endodontic Journal* 48(1): 79-83.
264. Rossi-Fedele G, Ahmed HMA (2017). Assessment of root canal filling removal effectiveness using micro-computed tomography: a systematic review. *Journal of Endodontics* 43(4): 520-526.
265. Çiçek E, Koçak MM, Koçak S, Sağlam BC (2016). Comparison of the amount of apical debris extrusion associated with different retreatment systems and supplementary file application during retreatment process. *Journal of Conservative Dentistry* 19(4): 351-354.
266. Cakici F, Cakici EB, Küçükekenci FF (2016). Evaluation of apically extruded debris during root canal retreatment with two different rotary systems followed by a self-adjusting file. *The International Journal of Artificial Organs* 39(2): 68-71.
267. Delvarani A, Akhlaghi NM, Aminirad R, Savadkouhi ST, Vahdati SA (2017). In vitro comparison of apical debris extrusion using rotary and reciprocating systems in severely curved root canals. *Iranian Endodontic Journal* 12(1): 34-37.
268. Bonaccorso A, Cantatore G, Condorelli GG, Schäfer E, Tripi TR (2009). Shaping ability of four nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *Journal of Endodontics* 35(6): 883-886.
269. Salzgeber RM, Brilliant JD (1977). An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *Journal of Endodontics* 3(10): 394-398.
270. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E (2009). Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: a computational fluid dynamics study. *International Endodontic Journal* 42(2): 144-155.

271. Ferraz C, Gomes N, Gomes B, Zaia A, Teixeira F, Souza-Filho F (2001). Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *International Endodontic Journal* 34(5): 354-358.
272. Silva PB, Krolow AM, Pilownic KJ, Casarin RP, Lima RKP, Leonardo RT, Pappen FG (2016). Apical extrusion of debris and irrigants using different irrigation needles. *Brazilian Dental journal* 27(2): 192-195.
273. Karamifar K, Mehrasa N, Pardis P, Saghiri MA (2017). Cleanliness of canal walls following gutta-percha removal with hand files, RaCe and RaCe plus XP-Endo Finisher instruments: A photographic in vitro analysis. *Iranian Endodontic Journal* 12(2): 242-247.
274. Hayakawa T, Tomita F, Okiji T (2010). Influence of the diameter and taper of root canals on the removal efficiency of Thermafil Plus plastic carriers using ProTaper retreatment files. *Journal of Endodontics* 36(10): 1676-1678.

## 10. ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER:

**T.C.Kimlik No:** 24926119172

**Soyadı, Adı:** KOŞAR, TUĞBA

**Uyruğu:** T.C.

**Doğum tarihi ve yeri:** 07.11.1989- GÖLCÜK/İZMİR

**Medeni hali:** Bekar

**Telefon:** 0462 377 47 75

**E-posta :** tugbakosar07@gmail.com / tugbakosar@ktu.edu.tr

**Yazışma adresi:** KTÜ Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı,  
Trabzon

### EĞİTİM BİLGİLERİ

**Yüksek Lisans:** Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi/ İZMİR (2013)

**Lise:** Hulusi Uçaçelik Anadolu Lisesi (2007)

### AKADEMİK/MESLEKİ DENEYİMİ

Araştırma Görevlisi K.T.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi 2014-2018

### YABANCI DİL

İngilizce

### UZMANLIK ALANI

Endodonti