



**EĞRİ KANALLARDA DEVAMLI İRRİGASYON
İLE KÖK KANAL ŞEKİLENDİRMESİNİN MİKRO
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Özgen KIRMIZİBEKMEZ

Endodonti Anabilim Dalı

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Ertuğrul KARATAŞ**

Uzmanlık Tezi-2021

**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**EĞRİ KANALLARDA DEVAMLİ İRRİGASYON İLE KÖK
KANAL ŞEKİLLENDİRMESİNİN MİKRO
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Özgen KIRMIZİBEKMEZ

**Endodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Ertuğrul KARATAŞ**

**ERZURUM
2021**

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ.....	XI
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1.Endodontide Ni-Ti Aletler	4
2.1.1.Konvansiyonel Ni-Ti Alaşımı	6
2.1.2.Elektropolisaj Yüzey İşlemi Yapılan Ni-Ti Alaşımlar	6
2.1.3.M-Wire Isıl İşlem Görmüş Ni-Ti Alaşımlar	6
2.1.4.R-Faz Isıl İşlem Görmüş Ni-Ti Alaşımlar	7
2.1.5.Kontrollü Hafıza (CM-Wire) Ni-Ti Alaşımlar	7
2.1.6.Blue Wire-Gold Wire Ni-Ti Alaşımlar	8
2.1.7.MaxWire Ni-Ti Alaşımlar	9
2.1.8.T-Wire ve C. Wire Ni-Ti Alaşımlar	9
2.1.9.Elektriksel Deşarj İşlemi (EDM) İçeren Ni-Ti Alaşımlar.....	9
2.2.Çalışmamızda Kullanılan Ni-Ti Döner Eğe Sistemleri	10

2.2.1.WaveOne Gold	10
2.2.2.Hyflex EDM.....	12
2.3.Kanal Şekillendirme Yeteneğinin Değerlendirilmesi.....	14
2.3.1.Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT , μ BT).....	17
2.4.Kök Kanal Şekillendirilmesi Esnasında Karşılaşılan İşlemsel Hatalar	19
2.4.1.Çalışma Uzunluğu Kaybı	19
2.4.2.Alet Kırılması.....	19
2.4.3.Basamak Oluşumu	20
2.4.4.Perforasyon	20
2.4.5.Strip Perforasyon	21
2.4.6.Dirsek.....	21
2.4.7.Apikal Transportasyon (AT)	21
2.5.Endodontide İrrigasyon.....	22
2.5.1.Manuel Aktivasyon Teknikleri.....	23
2.5.1.1.İğneler/Kanüller ile Şırınga İrrigasyonu	23
2.5.1.2.Fırçalar	23
2.5.1.3.Manuel Dinamik Aktivasyon	24
2.5.2.Makine Destekli Aktivasyon Sistemleri	24
2.5.2.1.Döner Fırçalar.....	24
2.5.2.2.Sonik İrrigasyon	25
2.5.2.3.Ultrasonik Sistemler	26
2.5.2.4.Endovac Sistemi	27
2.5.2.5.Rinsendo Sistemi	28
2.5.2.6.Lazerle Aktive Edilmiş İrrigasyon.....	28

2.5.2.7.Rotary Enstrümantasyon Sırasında Devamlı İrrigasyon.....	29
3.MATERYAL VE METOT.....	31
3.1.Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi	31
3.2.Çalışma Örneklerinin Seçimi	31
3.2.1.Dişlerin Dahil Edilme ve Hariç Tutulma Kriterleri.....	31
3.3.Örneklerin Hazırlanması.....	32
3.4.Grup Oluşturulması	32
3.5.Şekillendirmeden Önce Mikro-BT ile Görüntüleme	33
3.6.Çalışma Boyu Tespiti	34
3.7.Kök Kanallarının Şekillendirilmesi.....	35
3.7.1.Devamlı İrrigasyon ve WaveOne Gold Primary ile Kanal Şekillendirmesi	35
3.7.2.Devamlı İrrigasyon ve HyFlex EDM OneFile ile Kanal Şekillendirmesi	37
3.7.3.Geleneksel İrrigasyon ve WaveOne Gold Primary ile Kanal Şekillendirmesi	37
3.7.4.Geleneksel İrrigasyon ve HyFlex EDM OneFile ile Kanal Şekillendirmesi	38
3.8.Şekillendirmeden Sonra Mikro-BT ile Görüntüleme	38
3.9.Apikal Transportasyon ve Kanal Merkezleme Yeteneğinin Değerlendirilmesi	39
3.10.İstatiksel Analiz	41
4. BULGULAR.....	43
5.TARTIŞMA	51
6.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	58

KAYNAKLAR	59
EKLER	80
EK-1. ETİK KURUL ONAY FORMU.....	80



TEŞEKKÜR

Uzmanlık sürem boyunca tüm bilgisini, tecrübelerini benimle paylaşan, yardım ve desteklerini esirgemeyen, danışman hocam Doç. Dr. Ertuğrul KARATAŞ'a,

Bilgi ve tecrübelerini benimle cömertçe paylaşan Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyeleri Prof. Dr. Mustafa KÖSEOĞLU'na, Prof. Dr. K. Meltem ÇOLAK'a, Prof. Dr. M. Sinan EVCİL'e, Prof. Dr. Hakan ARSLAN'a, Dr. Öğr. Üyesi Aziz Şahin ERDOĞAN'a, Dr. Öğr. Üyesi Halit ALADAĞ'a, Dr. Öğr. Üyesi Meltem SÜMBÜLLÜ'ye, aynı ortamda çalışmaktan keyif aldığım her ihtiyaç duyduğumda yanımda olan asistan arkadaşlarıma ve tüm mesai arkadaşlarıma, eğitim hayatım boyunca her koşulda yanımda olan, sevgi ve özverileri ile bana güç veren, hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen eşime ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Özgen KIRMIZIBEKMEZ

ÖZET

Eğri Kanallarda Devamlı İrrigasyon İle Kök Kanal Şekillendirmesinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi İle Değerlendirilmesi

Amaç: Bu çalışmanın amacı mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-BT) kullanılarak iki farklı eğe sistemi (rotasyonel ve resiprokal) ile eğri kök kanallı dişlerin kök kanal preparasyonu sırasında geleneksel şırınga irrigasyonu ve devamlı irrigasyon tekniklerinin kanal şekillendirme yeteneği üzerine etkisini araştırmaktır.

Materyal ve Metot: Bu çalışmada kanal eğriliği 25-35° arasında olan mandibular molar dişlerin 40 adet mezial kanalları (20 diş) kullanıldı. Dişler şekillendirilmeden önce Mikro-BT ile taranmıştır. Dişler rastgele 4 gruba ayrılmıştır.

Grup 1: Devamlı İrrigasyon Tekniği ile WaveOne Gold Primary Ege (DWOG)

Grup 2: Devamlı İrrigasyon Tekniği ile Hyflex EDM OneFile (DHEDM)

Grup 3: Geleneksel Şırınga İrrigasyon Tekniği ile WaveOne Gold Primary Ege (GWOG)

Grup 4: Geleneksel Şırınga İrrigasyon Tekniği ile Hyflex EDM OneFile (GHEDM)

Self-Adjusting File sisteminin irrigasyon pompası kullanılarak 10 ml/dk akış hızında devamlı irrigasyon yapıldı. Tüm gruplarda oda sıcaklığında %2.5 NaOCI kullanıldı. Devamlı irrigasyon gruplarındaki kanallar 30 saniyede şekillendirildi. Son irrigasyon 5 ml %2.5 NaOCI ile tamamlandı. Geleneksel şırınga irrigasyon gruplarında da toplamda 10 ml %2.5 NaOCI kullanıldı. Kök kanalları şekillendirme öncesi ve sonrası mikro-BT ile tarandı ve apikal foramenden 1, 2, 3, 5 ve 7 mm'lik aksiyal kesitler ile apikal transportasyon ve merkezleme yeteneğindeki değişiklikler değerlendirildi. Çıkarılan dentin miktarı da Mikro-BT ile değerlendirildi.

Bulgular: Çalışmamızın sonuçlarına göre DWOG grubu, GWOG grubuna kıyasla bukko-lingual 7 mm'de daha az apikal transportasyona neden olmuştur. Ayrıca bukko-lingual 7 mm'de DHEDM grubu, GWOG grubuna kıyasla daha az apikal transportasyon ve daha iyi merkezde kalma yeteneği göstermiştir. Çıkarılan dentin miktarına ait anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Sonuç: Çalışmamızın sonuçlarına göre devamlı irrigasyon grupları bukko-lingual 7 mm'de geleneksel irrigasyon gruplarına göre daha az apikal transportasyon ve daha iyi kanal merkezleme yeteneği göstermiştir. Aynı zamanda gruplar arasında çıkarılan dentin miktarına ait anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Apikal Transportasyon, Devamlı İrrigasyon, Kanal Merkezleme Yeteneği, Mikro Bilgisayarlı Tomografi

ABSTRACT

Evaluation of the Preparation of Curved Root Canals Under Continuous Irrigation Using Micro Computed Tomography

Aim: The aim of this study was to investigate the effect of conventional syringe irrigation and continuous irrigation techniques during root canal preparation of teeth with curved root canals by two different file system (rotational and reciprocal) using micro-computed tomography (micro-CT).

Material and Method: In this study, 40 piece mesial canals (20 teeth) of mandibular molars with canal curvature between 25-35° were used. The teeth were scanned with Micro-CT before shaping. They were randomly divided into 4 groups.

Group 1: WaveOne Gold Primary File with Continuous Irrigation Technique

Group 2: Hyflex EDM OneFile with Continuous Irrigation Technique

Group3: WaveOne Gold Primary File with Conventional Syringe Irrigation Technique

Group 4: Hyflex EDM OneFile with Conventional Syringe Irrigation Technique

Continuous irrigation was performed at a flow rate of 10 ml/min using the irrigation pump of the Self-Adjusting File system. 2.5% NaOCI was used at room temperature in all groups. The canals in the continuous irrigation groups were prepared for 30 seconds. The final irrigation was performed with 5 ml of 2.5% NaOCI. A total of 10 ml of 2.5% NaOCI was used in the conventional syringe irrigation groups. Root canals were scanned with micro-CT before and after shaping, and changes in apical transport and centering ability were evaluated through axial sections at the level of 1, 2, 3, 5 and 7 mm from the apical foramen. The amount of dentin removed was also analyzed by using micro-CT.

Results: According to the results of our study, the Group 1 resulted in less apical transportation than the Group 3 at 7 mm level of buccolingual direction. Additionally, Group 2 resulted in less apical transportation and better centering ability when compared to the Group 3 at the bucco-lingual 7 mm level. There was no significant difference in the amount of dentin removed.

Conclusion: According to the results of our study, continuous irrigation groups demonstrated less apical transportation and better canal centering ability than conventional syringe irrigation groups at buccolingual 7 mm levels. In addition, there was no significant difference among the groups in terms of the amount of dentin removed.

Keywords: Apical transportation, Centering Ability, Continuous Irrigation, Micro-Computed Tomography

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	:	Yüzde
=	:	Eşittir
~	:	Yaklaşık
<	:	Küçüktür
>	:	Büyüktür
°C	:	Santigrat Derece
μ	:	Mikro
#	:	Numara
°	:	Derece
±	:	Tolerans

Af	:	Ostenit Bitiş Sıcaklığı
Ark.	:	Arkadaşları
As	:	Ostenit Başlangıç Sıcaklığı
AT	:	Apikal Transportasyon
BT	:	Bilgisayarlı Tomografi
CHX	:	Klorheksidin
CM	:	Control Memory (Kontrollü Hafıza)
EDM	:	Elektriksel Deşarj İşlemi (Electrical Discharge Machining)
EDTA	:	Etilendiamin Tetraasetik Asit
EP	:	Elektropolisaj
Er:YAG	:	Erbium: Yttrium-Aluminum-Garnet
G	:	Gauge
GPa	:	Gigapaskal
HEDM	:	Hyflex EDM
HOCl	:	Hipokloröz Asit
Hz	:	Hertz
H₂O₂	:	Hidrojen Peroksit
IPI	:	İyodin Potasyum İyodid
ISO	:	Uluslararası Standartlar Teşkilatı
kHz	:	Kilohertz
KIBT	:	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
kV	:	Kilovolt
Mf	:	Martensit Bitiş Sıcaklığı
mikro-BT	:	Mikro Bilgisayarlı Tomografi
ml	:	Mililitre
mm	:	Milimetre
Ms	:	Martensit Başlangıç Sıcaklığı
MTAD	:	Mixture of Tetracycline, Acid And Detergant
MY	:	Merkezeleme Yeteneği
NaOCl	:	Sodyum Hipoklorit
Ncm	:	Newton Santimetre
Ni-Ti	:	Nikel Titanyum
nm	:	Nanometre

OCl⁻	:	Hipoklorit İyonu
P	:	İstatistiksel Anlamlılık Derecesi
pH	:	Hidrojenin Gücü (Power of Hydrogen)
PIPS	:	Photon Induced Photoacoustic Streaming
PUI	:	Pasif Ultrasonik İrrigasyon
Rpm	:	Dakikadaki Devir Sayısı (Revolutions Per Minute)
Sn	:	Saniye
Std	:	Standart
WOG	:	WaveOne Gold
μA	:	Mikroamper
μBT	:	Mikro Bilgisayarlı Tomografi
μL	:	Mikrolitre
3B	:	3 Boyutlu



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Martensit Dönüşüm ve Histerezis	6
Şekil 2. 2. WaveOne Gold Primary Eğesinin Çapraz Kesiti	11
Şekil 2. 3. Çalışmamızda Kullanılan WaveOne Gold Primary Eğesi	12
Şekil 2. 4. HyFlex EDM OneFile Eğesinin Çapraz Kesiti	13
Şekil 2. 5. Çalışmamızda Kullanılan Hyflex EDM One File Eğesi	14
Şekil 2. 6. BT Görüntüsünün Temsili Çizimi	15
Şekil 3. 1. Bruker Skyscan 1272 Model Mikro-BT Cihazı	33
Şekil 3. 2. Şekillendirme Öncesine Ait Örnek Mikro-BT Görüntüleri	34
Şekil 3. 3. Çalışmamızda Kullanılan Devamlı İrrigasyon Sistemi	36
Şekil 3. 4. Devamlı İrrigasyon Sistemine Ait Endomotor Başlığı	36
Şekil 3. 5. Şekillendirme Sonrasına Ait Örnek Mikro-BT Görüntüleri	39
Şekil 3. 6. Şekillendirme Öncesi ve Sonrası Örnek Ölçümler	40
Şekil 3. 7. Çalışmamızda Kullanılan Dişlerin Temsili 3B Rekonstrüksiyonu	40

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4. 1. Mezio-distal yönde apikal 1 mm’de transportasyona ait istatistikler	44
Tablo 4. 2. Mezio-distal yönde apikal 2 mm’de transportasyona ait istatistikler	44
Tablo 4. 3. Mezio-distal yönde apikal 3 mm’de transportasyona ait istatistikler	44
Tablo 4. 4. Mezio-distal yönde apikal 5 mm’de transportasyona ait istatistikler	45
Tablo 4. 5. Mezio-distal yönde apikal 7 mm’de transportasyona ait istatistikler	45
Tablo 4. 6. Bukko-lingual yönde apikal 1 mm’de transportasyona ait istatistikler	45
Tablo 4. 7. Bukko-lingual yönde apikal 2 mm’de transportasyona ait istatistikler	46
Tablo 4. 8. Bukko-lingual yönde apikal 3 mm’de transportasyona ait istatistikler	46
Tablo 4. 9. Bukko-lingual yönde apikal 5 mm’de transportasyona ait istatistikler	46
Tablo 4. 10. Bukko-lingual yönde apikal 7 mm’de transportasyona ait istatistikler	47
Tablo 4. 11. Mezio-distal yönde merkezleme yeteneğinin 1 mm’ye ait istatistikler	47
Tablo 4. 12. Mezio-distal yönde merkezleme yeteneğinin 2 mm’ye ait istatistikler	47
Tablo 4. 13. Mezio-distal yönde merkezleme yeteneğinin 3 mm’ye ait istatistikler	48
Tablo 4. 14. Mezio-distal yönde merkezleme yeteneğinin 5 mm’ye ait istatistikler	48
Tablo 4. 15. Mezio-distal yönde merkezleme yeteneğinin 7 mm’ye ait istatistikler	48
Tablo 4. 16. Bukko-lingual yönde merkezleme yeteneğinin 1 mm’ye ait istatistikler	49
Tablo 4. 17. Bukko-lingual yönde merkezleme yeteneğinin 2 mm’ye ait istatistikler	49
Tablo 4. 18. Bukko-lingual yönde merkezleme yeteneğinin 3 mm’ye ait istatistikler	49
Tablo 4. 19. Bukko-lingual yönde merkezleme yeteneğinin 5 mm’ye ait istatistikler	50
Tablo 4. 20. Bukko-lingual yönde merkezleme yeteneğinin 7 mm’ye ait istatistikler	50
Tablo 4. 21. Çıkarılan dentin miktarına ait istatistikler	50

1.GİRİŞ

Pulpanın ve nekrotik doku kalıntılarının temizlenmesi, kanal içi dezenfeksiyon, biyomekanik şekillendirme ve hermetik kök kanal dolumu endodontik tedavinin başarısı için önemlidir.¹ Kök kanalının morfolojisi de kanal tedavisinin başarısında kritiktir.² Kök kanalının eğriliği, başarılı kanal tedavisini zorlaştıran bir etkidir.³ Schneider 1971’de eğriliği tanımlayan en yaygın yöntemi bildirdi. Eğriliği derecesine göre üç şekilde sınıflandırdı: düz (5° veya daha az), orta (10-20°) ve şiddetli (25-70°).⁴ Eğri kök kanalının şekillendirmesi sırasında apikal transportasyon (AT), basamak oluşumu, perforasyon ile kanal merkezlemesinde başarısızlık gibi iatrojenik hatalar gözlenebilir.⁵ Kanal eğriliğinin derecesi arttıkça ve eğriliğe ait yarıçap azaldıkça, kanalın düzleşme eğilimi ve transportasyon riski artar.⁶ Bu kanal tedavisinin başarısızlığına neden olabilir.⁷ Bunun gibi prosedürel hataları engelleyebilmek adına yüksek esnekliğe ve yüksek döngüsel yorulma direncine sahip endodontik eğeler geliştirilmiştir.⁸ Kök kanal eğeleri genel olarak paslanmaz çelik ve Nikel-Titanyum (Ni-Ti) alaşımlardan üretilmektedir. Motorla çalışan yüksek esnekliğe sahip Ni-Ti eğeleri ile bu başarısızlıkların engellemesi amaçlanmıştır. Ni-Ti eğelerin süperelastisitesi östenit ve martensit fazları arasındaki tersine çevrilebilir faz dönüşümü ile ilişkilidir. Bu ilişki sayesinde ısı işlemleri ile süperelastisite kolayca değiştirilebilir.⁹ Eğri kök kanallarının şekillendirmesi sırasında ortaya çıkması muhtemel olan komplikasyonları, en aza indirebilmek için daha esnek olan Ni-Ti alaşımlı kök kanal eğelerinin kullanılması önerilmiştir.^{10, 11} Ni-Ti alaşımlı döner alet sistemleri süper-elastik ve şekil hafızası özelliklerine sahip olmaları ile orijinal kök kanal eğriliğine sadık kalarak; basamak oluşumu ve perforasyon gibi iatrojenik hatalara daha az izin vermektedir.^{10, 12, 13}

Sodyum hipoklorit (NaOCI) endodontide en sık kullanılan irrigasyon solüsyonu haline gelmiştir.¹⁴ Etkili bir irrigasyon tekniği, kök kanal sisteminin erişilemeyen

bölgelerine antimikrobiyal ajanların verilmesine, biyofilm ve smear tabakasına nüfuz etmesine ve kanaldan çıkarılmasına yardımcı olabilir.¹⁵ Eğimli kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında, orijinal kök kanal seyri, eğimin dış duvara doğru kayması sonucu kök kanal duvarının konkav kısmından uzaklaştırılamayan enfekte doku artıkları ve bakteriler eğimli kök kanallarında tedavinin başarısızlığına neden olabilmektedir.¹⁶ Bu nedenle antimikrobiyal ve doku çözücü solüsyonlarla irrigasyon ve irrigasyon ajitasyon teknikleri, kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu için önemlidir.¹⁷⁻¹⁹ Halen kök kanal tedavisinde kullanılan irrigasyon ajanlarının smear tabakasını gidermekte olan yetersizliğini ele alarak, araştırmacılar yeni sistemlerin etkinliği yönünde çalışmaktadırlar.^{20, 21} Yakın zamanda irrigasyon ajanlarının aktive edilmesiyle smear tabakası ile debrislerin daha etkili bir şekilde uzaklaştırılabileceğini gösteren çalışmalar vardır.^{22, 23} Aktif şekillendirme sırasında devamlı irrigasyon solüsyonu aktarımı, artan miktarda irrigant oluşturacak, irrigant temas süresini artıracak ve kök kanalı içine daha fazla irrigant penetrasyonunu kolaylaştırarak, daha etkili bir kanal debridmanı ile sonuçlanacağını akla getirmektedir. Kanal içine devamlı olarak irrigasyon solüsyonu veren Self-Adjusting File (SAF; ReDent-Nova, Ra'anana, İsrail) sisteminin, debris artıklarının uzaklaştırılmasında etkin olduğu bulunmuştur.²⁴ Endodontik tedavide devamlı irrigasyon tekniği ile ilgili az çalışma vardır.²⁵⁻³⁰ Literatürdeki mevcut bu çalışmalar ise devamlı irrigasyon tekniğinin kök kanal şekillendirmesi üzerine etkisini incelememiştir. Çalışmamızın amacı eğri kök kanal sistemine sahip dişlerde, iki farklı hareket prensibiyle (rotasyonel ve resiprokal) çalışan kanal eğeleriyle, geleneksel şırınga irrigasyon ve devamlı irrigasyon tekniğinin kök kanal şekillendirmesi üzerine etkisini mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-BT) ile incelemektir.

2.GENEL BİLGİLER

Kök kanal tedavisi; kanalların mekanik olarak şekillendirilmesi, kimyasal ajanlar ile dezenfekte ederek organik ve inorganik doku kalıntılarının temizlenmesi ve kök kanal sisteminin üç boyutlu olarak hermetik şekilde doldurulmasından oluşan 3 aşamalı işlemler bütünüdür.⁵

Kök kanallarını şekillendirmek için endodontide bu zamana kadar çok sayıda alet ve teknik geliştirilmiştir.³¹ Ni-Ti aletlerin piyasaya sürülmesi ile birlikte, paslanmaz çelik aletlere kıyasla artan esneklikleri nedeniyle kök kanal şekillendirme kalitesi önemli ölçüde artırılmıştır.³² Ayrıca bu aletlerin modifiye edilmesinin ve iyileştirilmesinin bir diğer amacı, temizleme ve şekillendirme aşamasını basitleştirmek ve hazırlanan kök kanallarının orijinal şeklini korumakla birlikte alet kullanım sayısını azaltmaktır.⁵ Bugün, Ni-Ti alaşımlarının ısıtılma işlemi, kök kanal aletlerinin mekanik özelliklerini optimize etmemize ve esnekliğini artırmamıza yardımcı oluyor.³³

Tek ege döner sistemlerde, tam tur rotasyon ve resiprokasyon hareketiyle çalışan eğeler mevcuttur.³⁴ Mevcut olarak piyasada bulunan kanal eğelerinin çoğu, tam tur rotasyon hareketini kullanmaktadır. Tam tur rotasyon hareketini kullanan ege sistemleri, daha küçük çaplı ve daha eğri kanallarda daha yüksek verimliliğe sahip olma avantajına sahiptir.³⁵ Fakat bu, tork ve döngüsel yorgunluk direnci ile ilişkili potansiyel risklerle dengelenmelidir.³⁵ Tam tur rotasyon hareketiyle çalışan kanal eğeleri, kök kanalındaki artıkları koronal yönde toplama ve çıkarma özelliğine sahiptir. Aynı zamanda kanal şekillendirmesinde daha düzgün koniklik sağlar.³⁶

Resiprokasyon hareketi ile çalışan Ni-Ti eğeleri, artan performans ve güvenlik avantajı ile geliştirilmiştir. Resiprokasyon hareketin neden olduğu daha düşük stres ile endodontistin tüm kök kanal sistemini şekillendirmek için tek ege sistemini kullanmasına olanak sağlar.³⁵ Ege dentin veya kök kanal dolgu malzemesinde sıkışırsa, motor artan

stres nedeniyle hareketini resiprokasyon hareketi olarak değiştirir. Resiprokasyon hareketi, saat yönünün tersine harekete (kesme yönü) ve saat yönünde harekete (eğenin bırakılması) dayanır.³⁷ Tam tur rotasyon hareketi ile çalışan eğelere göre resiprokasyon hareketiyle çalışan eğelerin bazı avantajları şunlardır; torsiyonel stresi azaltır, şekillendirme yaparken kök kanalı içindeki döngü sayısının azalmasıyla eğe üzerinde daha az eğilme baskısı, daha az eğe kırılma riski gösterir.³⁸⁻⁴¹ Literatürde kök kanal şekillendirilmesinde tam tur rotasyon hareketinin, resiprokasyon hareketle çalışan eğelere kıyasla daha az apikal transportasyon oluşturduğunu gösteren çalışmalar vardır.⁴²⁻⁴⁶ Aynı zamanda resiprokasyon hareketinin, tam tur rotasyon hareketine kıyasla kök kanal anatomisi daha iyi koruduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur.⁴⁷⁻⁵² Ayrıca kök kanal şekillendirmesinde tam tur rotasyon ve resiprokasyon hareketlerinin etkisinin olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur.⁵³⁻⁶⁵

Ayrıca bazı araştırmacılar çok eğeli rotasyonel hareketle çalışan eğelerin, resiprokasyon hareketiyle çalışan tek eğe sistemlerine göre daha az dentin çatlağına neden olduğunu bildirdi.^{66, 67}

Dikkatli yapılan kök kanal şekillendirmesinden sonra bile bakteri, smear tabakası, dentin artıkları ve pulpa dokusu kanal içinden tamamen giderilemeyebilir.⁶⁸⁻⁷¹ Kök kanalı şekillendirmesi yapılırken artıkları temizlemek, organik dokuyu çözmek, mikropları öldürmek ve smear tabakasını uzaklaştırmak için etkili bir irrigasyon sistemi gereklidir.⁷² Eğer irrigasyon sistemi smear tabakasını uzaklaştıramazsa bakteriler dentin tübüllerinde kalıp yaşayabilir ve çoğalabilir.^{73, 74} Ayrıca smear tabakası, kanal içi ilaçların ve kanal patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunu engeller.⁷⁵

2.1.Endodontide Ni-Ti Aletler

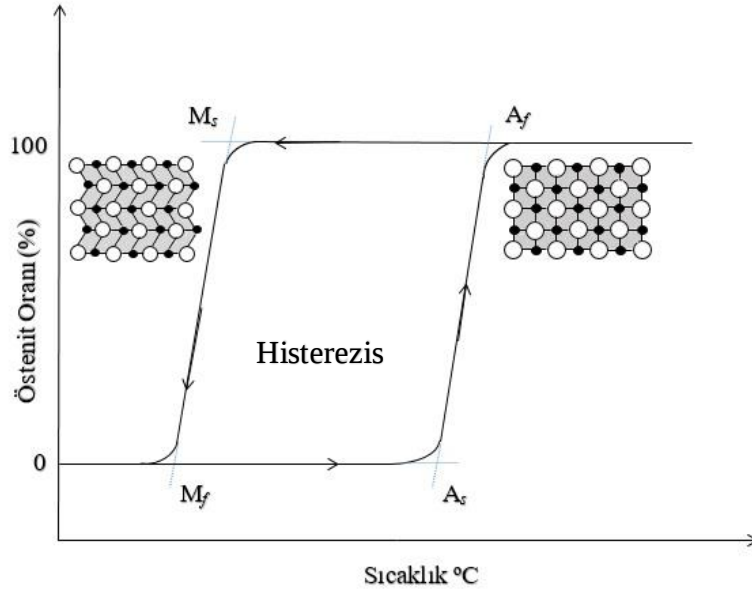
Ni-Ti alaşımı ilk kez 1963 yılında ABD uzay programı için geliştirildi ve “Nitinol” adı verildi.⁷⁶ Diş hekimliğinde ise düşük elastisite modülü, şekil hafızası ve

esnekliği nedeniyle ilk kez ortodontik tellerin üretiminde kullanılmıştır.⁷⁷ Endodontide ilk kez Ni-Ti alaşıımını Civjan ve ark.⁷⁸ kavramsallaştırdı. İlk el tipi Ni-Ti endodontik aleti ortodontik tellerin işlenmesiyle 1988’de yapıldı.⁷⁹ Gelişen teknoloji ile birlikte Ni-Ti aletlerin üretiminde önemli değışiklikler ile üretilme sürecine izin verildi.⁸⁰

Belirli limitler dahilinde çoğu metalik malzeme, oluşan deformasyon uygulanan kuvvetle doğru orantılı şekilde elastik davranış sergiler. Bu ilişki Hooke Yasası olarak bilinmektedir. Eğer uygulanan kuvvet belirli bir limiti aşarsa malzemenin kalıcı deformasyonuna (plastik deformasyon) neden olur. Hooke Yasasına göre, çoğu metal alaşıım, elastik sınırlarının veya akma mukavemetinin ötesinde % 0.1 veya 0.2’ye kadar elastik olarak deforme olabilir. Akma noktası olarak bilinen bu sınırın üzerindeki herhangi bir deformasyon kalıcı olacaktır.⁸¹ Süper esneklik, belirli malzemelerin, akma dayanımlarının ötesinde deforme olduklarında bile uygulanan kuvvet kaldırıldıktan sonra orijinal şekillerini geri kazanma kabiliyeti olarak tanımlanabilir.⁸²

Ni-Ti alaşıımı, östenit (yüksek sıcaklık veya ana faz) ve martensit (düşük sıcaklık) fazı olarak adlandırılan iki farklı sıcaklığa bağlı kristal yapıda bulunabilir ve süperelastisite ve şekil hafızası etkisi olan tipik özelliklere sahiptir. Bu özellikler, stres veya sıcaklıkla indüklenebilen östenitten martensite geçişin (martensitik dönüşüm) bir sonucu olarak ortaya çıkar ([Şekil 2.1.](#)).⁸³ Belirli koşullar altında, martensite dönüşümden önce bir faz (R fazı) görünebilir.⁸⁴ Martensit faz (yaklaşık 30-40 GPa), östenit fazdan (yaklaşık 80-90 GPa) daha düşük bir elastik modül sergiler ve R-fazının elastik modülü martensit fazından bile daha düşüktür.^{85, 86}

Sıcaklık östenit bitiş sıcaklığının (Af) üzerindeyse, alaşıım östenitik durumdadır. Sıcaklık martensit bitiş sıcaklığının altındaysa, Ni-Ti alaşıımı martensitik durumdadır.⁸⁷ İkiz faz yapısının yeniden oryantasyon kapasitesi nedeniyle martensit, östenite kıyasla üstün bir döngüsel yorulma direncine sahiptir.^{88, 89}



Şekil 2. 1. Martensit Dönüşüm ve Histerezis

2.1.1.Konvansiyonel Ni-Ti Alaşımı

Geleneksel Ni-Ti endodontik enstrümanlar ağırlıkça yaklaşık olarak %56 nikel ve % 44 titanyum içerir.⁸⁰ Östenit bitiş sıcaklığı vücut sıcaklığının altındadır.^{90, 91} Bu nedenle, geleneksel Ni-Ti endodontik aletler esas olarak östenit fazından oluşur ve süper elastik özelliklere sahiptir. Bu aletlerin bükülmek yerine frezlenerek işlenmesi gerekir.⁸⁰ İşlenme süreci, Ni-Ti aletlerinin yüzeyinde kırılma direnci, kesme verimliliği ve korozyona dirençle ilgili olumsuz etkilere yol açabilir.^{80, 92-95}

2.1.2.Elektropolisaj Yüzey İşlemi Yapılan Ni-Ti Alaşımlar

Elektropolisaj (EP), yüzey malzemesinin kontrollü bir elektrokimyasal olarak çıkarılmasına olanak tanıyan ve artan parlaklık ile daha pürüzsüz bir yüzeye yol açan son yüzey parlatma işlemidir.⁹⁶⁻⁹⁸ Ni-Ti endodontik aletlerin üretimi sırasında, önceki zımparalama işleminin neden olduğu yüzey düzensizliklerini, çatlakları ve rezidüel stresi gidermek için EP kullanılır. Bunun kırılma direncini, kesme verimliliğini ve korozyona karşı direnci iyileştirdiği varsayılmaktadır.^{92, 96, 99}

2.1.3.M-Wire Isıl İşlem Görmüş Ni-Ti Alaşımlar

2007 yılında Sportswire LLC (Langley, OK, USA) tarafından yeni geliştirilen, arttırılmış döngüsel yorulma direncine sahip daha esnek Ni-Ti alaşımı M-Wire olarak adlandırıldı.¹⁰⁰ M-Wire'in ısıtma işlemi için başlangıç malzemesi, ağırlıkça %55.8 $\pm$ 1.5 nikel, ağırlıkça %44.2 $\pm$ 1.5 titanyum ve ağırlıkça % 1'den az eser elementlerden oluşan bir Nitinol bileşimidir.¹⁰¹ Çeşitli metalurjik laboratuvar teknikleri, M-Wire'in vücut sıcaklığında az miktarda martensit ve R fazı içeren östenit fazı içerdiğini ortaya çıkardı.^{91,}
^{102, 103} Bu nedenle, M-Wire süper elastik durumunu korur.¹⁰⁴

M-Wire, geleneksel olarak işlenmiş Ni-Ti telinden daha fazla esneklik sergilemektedir.^{91, 105-107} M-Wire'in geliştirilmiş esnekliği, martensit ve R fazın varlığına bağlanabileceği bildirilmiştir.⁸³

2.1.4.R-Faz Isıl İşlem Görmüş Ni-Ti Alaşımlar

R fazı, martensitik ve östenitik fazlar arasındaki ısıtma veya soğutma eğrisi üzerinde çok dar bir sıcaklık aralığı boyunca meydana gelir.¹⁰⁸ Bu alaşımla üretilen aletler, geleneksel Ni-Ti eğelerinden daha fazla esnekliğin yanı sıra döngüsel yorgunluğa karşı daha fazla dirence sahiptir.¹⁰⁹ Bükme yöntemi kullanılarak üretilen Twisted-File eğesi (SybronEndo, Orange, CA, ABD) bu fazda üretilen bir egedir. Temel östenit fazı, ısıtma ve soğutma ile R fazına dönüştürülür. Seri ısıtma ve soğutma, bükülmüş R-fazını, stres altındayken süperelastik hale gelen östenit fazına geri dönüştürecek. ¹⁰⁸ Literatür, R-fazı cihazının geleneksel Ni-Ti eğelerinden daha düşük bir torsiyonel güce sahip olduğunu bildirmektedir.¹¹⁰⁻¹¹³

2.1.5.Kontrollü Hafıza (CM-Wire) Ni-Ti Alaşımlar

2010 yılında kontrollü hafıza (CM-Wire) isimli, esnek özelliklere sahip Ni-Ti alaşımı tanıtıldı. CM-Wire alaşımı işlenen Nitinol SE508 alaşımına ısıtma ve soğutma gibi termomekanik işlemler uygulanarak, şekil hafıza, esneklik ve daha fazla yorulma direnci gibi özelliklerle elde edildi. Bu özellikler eğelere ön eğim verilebilmesini sağlar

ve böylece daha az miktarda AT ile daha merkezi bir kanal şekillendirilmesini sağlar.^{88, 114, 115} CM-Wire alaşımları geleneksel Ni-Ti alaşımlarına (%54-%57) kıyasla daha az nikel (%52) içermektedir.¹¹⁶ Son çalışmalara göre Hyflex CM (Coltene, Whaledent, Altstatten, İsviçre) eğelerinin östenit bitiş sıcaklığı 47 °C'dir.⁸⁹ Bu durum, eğenin oda sıcaklığında, tamamen östenit olan geleneksel Ni-Ti eğelerin aksine, östenit, martensit ve R-fazı bileşiminden oluşabileceğini göstermektedir.^{89, 117} Eğimli kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında östenit Ni-Ti eğelere kıyasla CM-Wire eğeler tam olarak düzleşme eğiliminde değildirler.⁸³

2.1.6. Blue Wire-Gold Wire Ni-Ti Alaşımlar

Dentsply Tulsa Dental , 2011 yılında mavi renkli yeni ilk endodontik kök kanal eğesi olan ProFile Vortex Blue'yu tanıttı. İki tane Gold ısıtma işlemi ve iki tane Blue ısıtma işlemi görmüş Ni-Ti sistemi vardır. Gold ısıtma işlemi görmüş olanlar Protaper Gold (Dentsply Sirona Endodontics) ve WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) eğeleridir. Blue ısıtma işlemi görmüş eğeler ise ProFile Vortex Blue ve Reciproc Blue (VDW, Münih, Almanya) eğeleridir. Bunlardan Protaper Gold ve ProFile Vortex Blue eğeleri tam tur rotasyon hareketiyle çalışırken, Resiproc Blue ve WaveOne Gold eğeleri ise resiprokasyon hareketiyle çalışmaktadır. Bu eğeler ayrıca kontrollü hafıza etkisi sergiler ve deforme olabilmektedirler.^{83, 118}

Vortex Blue eğelerinin mavi renkte görünmesinden, ısıtma işlemi sonucunda oluşan titanyum oksit tabakasının sorumlu olduğu düşünülmektedir.¹¹⁹ Gold ısıtma işlemi görmüş eğelerin kendine özgü renginden bir yüzey tabakası sorumlu olabilir. Tüm Gold ve Blue ısıtma işlemi görmüş enstrümanlar, geleneksel Ni-Ti ve M-Wire enstrümanlara kıyasla daha gelişmiş esneklik ve yorulma direnci göstermiştir. Bu durum martensit durumlarına atfedilmiştir.⁸³ Bu Gold ve Blue işlem görmüş dört Ni-Ti eğe sistemi, şiddetli eğriliğe sahip kök kanallarında bile iyi merkezlenmiş şekillendirme sağlar.^{114, 120-123}

2.1.7.MaxWire Ni-Ti Alaşımlar

Son zamanlarda FKG Dentaire, klinik uygulamada hem şekil hafızası etkisini hem de süperelastisiteyi birleştiren ilk endodontik Ni-Ti alaşımı olan MaxWire (Martensit-Östenit-elektropolish-fileX) adlı başka bir tescilli termomekanik işlem görmüş Ni-Ti alaşımını tanıttı. Max Wire teknolojisi ile üretilmiş iki eğe vardır. Bunlar; XP-endo Shaper (FKG Dentaire) ve XP-endo Finisher (FKG Dentaire) eğeleridir. Bu iki eğe oda sıcaklığında martensit durumunda nispeten düz iken, kanal içi sıcaklıkla karşılaştığında östenit faza geçerek kavisli bir hal almaktadırlar. Bu eğeleri bu nedenden ötürü kanala yerleştirildiğinde şekil hafızası sergiler ve şekillendirme esnasında süper esnekliğe sahiptir. Bu kavisli şekil ile kompleks kök kanal anatomisine sahip dişlerin şekillendirme esnasında kanal düzensizliklerine uyum sağladığı düşünülmektedir.⁸³

2.1.8.T-Wire ve C. Wire Ni-Ti Alaşımlar

MicroMega firması, Ni-Ti alaşımlara uygulanan özel ısıl işlem ile oluşturduğu T-Wire alaşımlarının kırılma direncinin %40 oranında arttığını ve aynı zamanda daha fazla esneklik sunduğunu iddia etmektedir. 2Shape kanal eğeleri, T-Wire ısıl işlem teknolojisi ile üretilmiştir. MicroMega firması 2Shape eğelerin her kullanımdan sonra ilk şekillerine dönebildiğini belirtmiştir.^{124, 125}

C. Wire, Micro-Mega tarafından OneCurve eğeleri için özel olarak geliştirilen patentli bir ısıl işlemdir. Eğeye ilk olarak elektrokimyasal parlatma işlemi ve ikinci olarak ısıl işlem uygulanır. C.Wire ısıl işlemi eğeye kontrollü hafıza özelliği ve ön eğim verme imkanı sağlamaktadır.^{126, 127}

2.1.9.Elektriksel Deşarj İşlemi (EDM) İçeren Ni-Ti Alaşımlar

EDM, geleneksel tekniklerle işlenmesi zor olan parçaların imalatı için mühendislikte kullanılan temassız bir işleme prosedürüdür. EDM için hem işleme parçası (elektrot) hem de çalışılacak parçanın elektriksel olarak iletken olması gerekir.¹²⁸

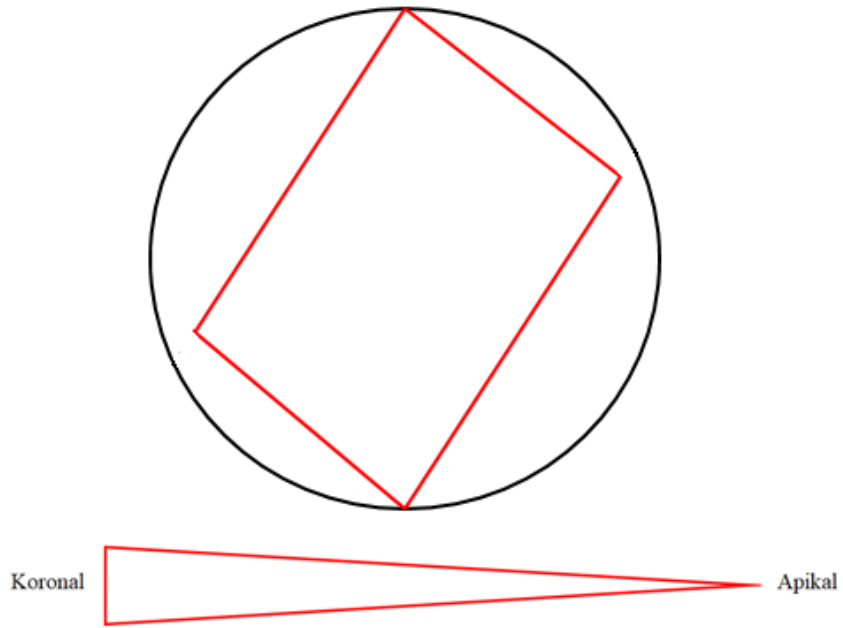
Dielektrik bir sıvının içine gömülü olan işleme parçası, boşluk yeterince küçük olana kadar çalışılacak parçaya doğru hareket ettirilir, böylece uygulanan voltaj dielektrik sıvıyı iyonize edebilir. Ortaya çıkan kıvılcım, çalışılacak parçadan, dielektrik sıvıda yeniden katılaşan ve daha sonra temizlenen küçük parçacıkları buharlaştırır.¹²⁹ EDM, çalışılacak parça ile doğrudan temas gerektirmez, bu sayede geleneksel taşlama işleminde olduğu gibi mekanik gerilim olasılığını ortadan kaldırır.¹³⁰

Coltene/Whaledent (Altstätten, İsviçre), CM Wire'dan üretilen bir başka rotary Ni-Ti sistemi olan Hyflex EDM'yi piyasaya sürdü. Hyflex EDM, bir elektriksel deşarj işleme (EDM) yoluyla üretilen ilk kanal eğesidir.¹³¹ Hyflex EDM'nin optik metalografik analizi, büyük düz tanelerle (östenit olduğu varsayılır) temel olarak mercek biçiminde tanelerden (martensit olduğu varsayılır) oluşan bir mikro yapı ortaya çıkardı.¹³¹ Ayrıca, XRD analizi, Hyflex EDM'nin martensit ve önemli miktarda R fazından oluştuğunu, Hyflex CM'nin ise martensit ve östenit karışımı olduğunu ortaya çıkardı.¹³² Hyflex EDM eğelerinde östenitin olmaması, Hyflex CM'ye (21°C) kıyasla östenit başlangıç sıcaklığının (~42 ° C) oda veya vücut sıcaklığında östenit oluşumunu engellemesi ile açıklanabilir.^{89, 132} Birkaç çalışma, Hyflex EDM'nin Hyflex CM, M-Wire ve geleneksel Ni-Ti cihazlarına kıyasla önemli ölçüde artırılmış döngüsel yorgunluk direnci sergilediğini kanıtlamıştır.¹³¹⁻¹³⁶ Hyflex CM, Hyflex EDM ile kıyaslandığında şiddetli eğri kanalların şekillendirilmesinden sonra daha yüksek yüzey değişiklikleri gösterdi.¹³⁷ Hyflex EDM'nin orijinal kök kanal anatomisine bağlı kalarak merkezlenmiş kök kanal şekillendirmesi yaptığı bildirilmiştir.^{114, 123, 138}

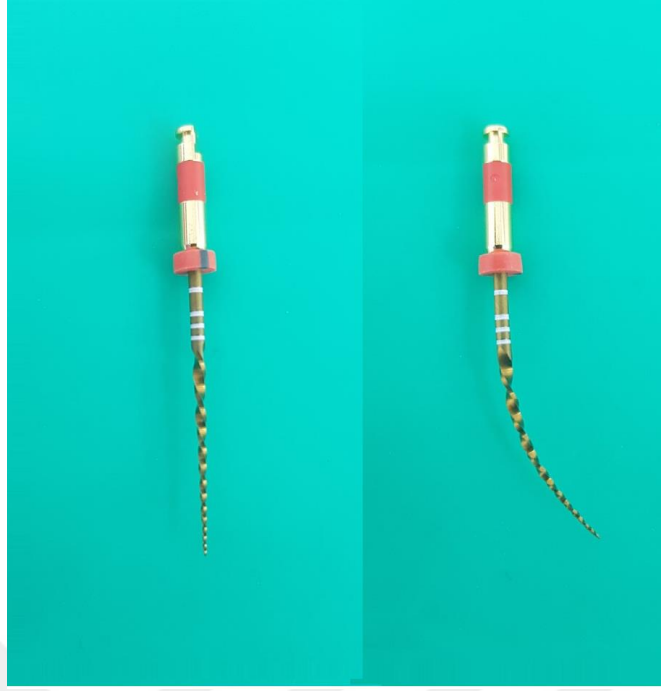
2.2.Çalışmamızda Kullanılan Ni-Ti Döner Eğe Sistemleri

2.2.1.WaveOne Gold

WaveOne Gold (WOG) eğesi, Gold ısıt işlem görmüş tek eğe resiprokasyon sistemidir.^{83, 139} WOG iki kesme kenarına ve merkez dışı tasarım özelliğine sahiptir. Bu tasarıma ‘paralelogram’ adı verilir ([Şekil 2.2.](#)).¹⁴⁰ Bu paralelkenar tasarımı, eğenin dentin ile temasını bir ya da iki noktada sınırlı kılarak eğenin diş üzerindeki vida etkisini azaltır.¹⁴¹ WaveOne Gold farklı boyutlardaki kanallar için 4 farklı boyutta kanal aletine sahiptir. Bunlar; sarı renkli Small (20/.07), kırmızı renkli Primary (25/.07) ([Şekil 2.3.](#)), yeşil renkli Medium (35/.06) ve beyaz renkli Large (45/.05) eğeleridir. Aletler üzerindeki koniklik açıları değişkendir.¹⁴² WOG eğeleri saat yönünün tersine 150° ve saat yönünde 30° hareketle çalışır.^{141, 143} WOG'un ucu ogivaldir, yuvarlak şekilde koniktir ve yarı aktiftir, ucun merkezinin kütesini azaltmak ve doğrulanmış, pürüzsüz ve tekrarlanabilir bir glide path ile herhangi bir güvenli kanala penetrasyonunu iyileştirmek için modifiye edilmiştir.¹⁴³



Şekil 2. 2. WaveOne Gold Primary Eğesinin Çapraz Kesiti

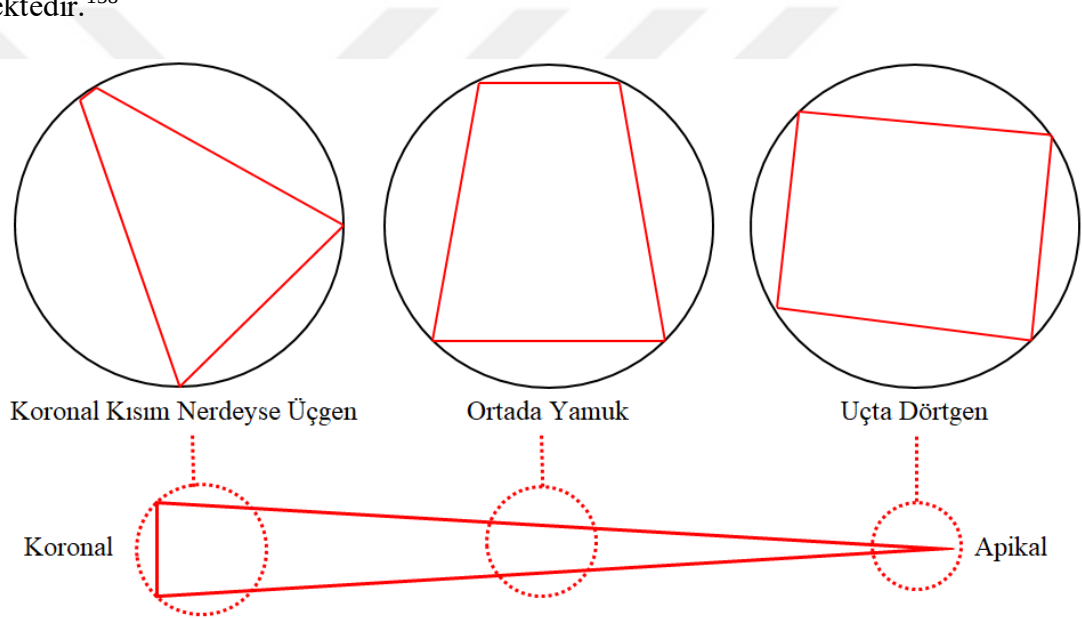


Şekil 2. 3. Çalışmamızda Kullanılan WaveOne Gold Primary Eğesi

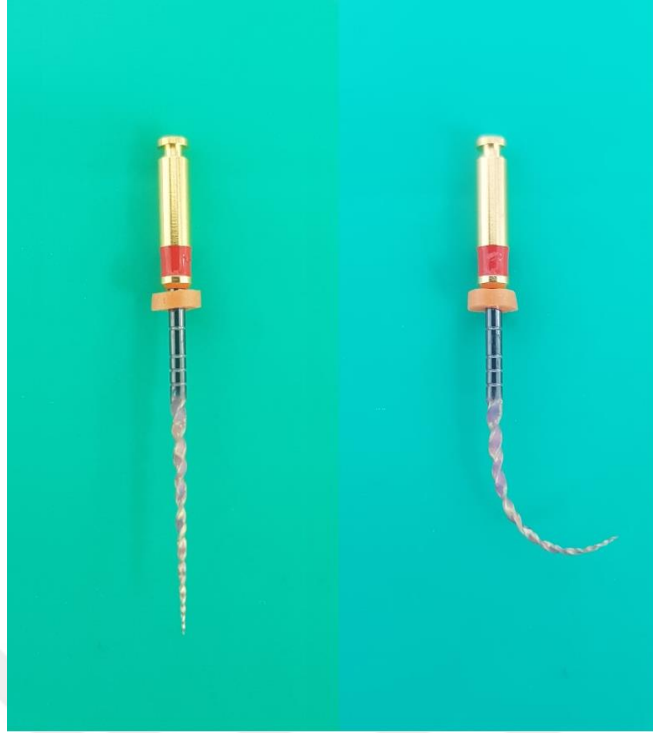
2.2.2.Hyflex EDM

2016 yılında Coltene/Whaledent (Altstätten, İsviçre) Hyflex CM eğesinde kullandığı Ni-Ti CM 495 alaşımı ve mühendislikte sıkça kullanılan kıvılcım erozyon teknolojisini kullanarak Hyflex EDM (HEDM) eğesini üretmiştir.¹³¹ EDM işlemi ile birlikte Ni-Ti alaşımının yüzeyi eritilir ve metalin küçük kısımları kısmen buharlaştırılarak geride aşınmış yüzey bırakılır.¹⁴⁴ Ardından enstrüman, ultrasonik temizlik ve asit banyosundan önce veya sonra 300 ile 600 ° C arasındaki sıcaklıklarda 10 dakika ila 5 saat süreyle ısıtılma işlemine tabi tutulur.¹⁴⁵ EDM üretim yöntemi, döngüsel yorgunluk direncini oda veya vücut sıcaklığında % 700'den fazla artırarak aletin kırılma mukavemetini optimize ediyor gibi görünmektedir.^{131, 132, 134, 146} EDM eğelerinin, Hyflex CM ile karşılaştırıldığında daha iyi yapısal koruma sağladığı, şekillendirmeden sonra daha az değiştirilmiş yüzey sergilediği gösterilmiştir.¹³⁷ Hyflex EDM'nin sap kısmına yakın kısmı üçgen, orta kısmı yamuk şeklinde ve uç kısmı ise dörtgendir ([Şekil 2.4.](#)). Orta kısmının bu tasarımı daha fazla direnç ve daha fazla debris çıkarılmasını sağlar. Uç kısmının tasarımı ile eğenin penetrasyonu kolaylaşır ve kırılma riski azalır.⁸¹ HyFlex EDM

eğelerinin Af sıcaklığı 52 °C'den büyüktür.¹⁴⁷ CM-Wire telinden üretilen eğeler geleneksel Ni-Ti alaşımları ile kıyaslandığı zaman daha düşük oranda nikel içeriğine (%52) sahiptir. Nikel içeriğinin azalması, daha yumuşak bir metal oluşmasına ve sertliğin düşmesine neden olur. Daha yumuşak bir metal dentini kesmede daha az agresiftir ancak şekillendirme esnasında daha iyi bir kanal merkezlenmesi sağlamaktadır.¹⁴⁸ HyFlex EDM eğeleri 25/.12 (Orifice Opener), 10/.05 (Glidepath File), 25/0.8 (OneFile) ([Şekil 2.5.](#)), 40/0.4, 50/0.3 ve 60/0.2 boyutlarında üretilmektedir. HyFlex EDM OneFile eğesi, apikal 4 mm'de .08 konikliğe sahiptir. Bu oran eğenin sapına doğru azalarak .04'e düşmektedir.¹³⁸



Şekil 2. 4. HyFlex EDM OneFile Eğesinin Çapraz Kesiti



Şekil 2. 5. Çalışmamızda Kullanılan Hyflex EDM One File Eğesi

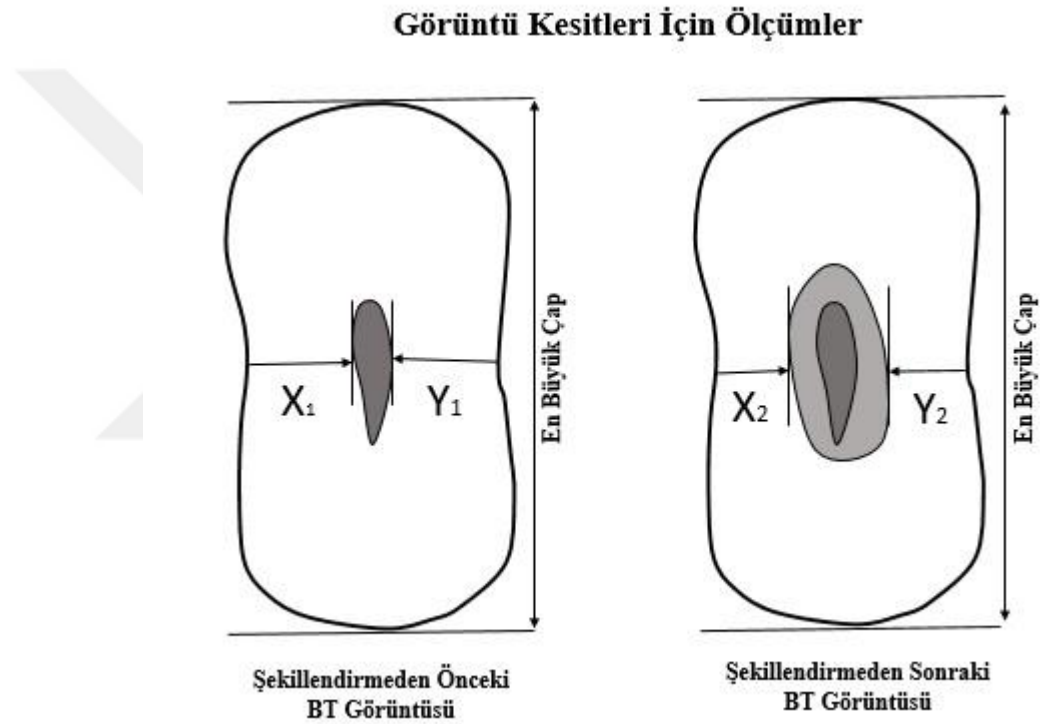
2.3.Kanal Şekillendirme Yeteneğinin Değerlendirilmesi

Apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği endodontik eğelerin orijinal kök kanal geometrisini koruyabilmelerini araştırmak için en sık kullanılan parametrelerdendir.⁵

Kanal transportasyonunun miktarı ve yönü, şekillendirilmemiş kanalın kenarından dışın kenarına kadar hem mezial hem de distal yöndeki en kısa mesafe ölçülerek ve ardından şekillendirilmiş görüntülerden alınan aynı ölçümlerle karşılaştırılarak belirlenir. Transportasyon hesaplaması için $(X_1 - X_2) - (Y_1 - Y_2)$ formülü kullanılmaktadır. X_1 , şekillendirilmeden önce mesial yönde kanal ile kökün dış sınırı arasındaki en kısa mesafeyi temsil ediyordu. Y_1 , şekillendirilmeden önce distal yönde kanal ile kökün dış sınırı arasındaki en kısa mesafeyi temsil ediyordu. X_2 , şekillendirildikten sonra mesial yönde kanal ile kökün dış sınırı arasındaki en kısa mesafeyi temsil ediyordu. Y_2 , şekillendirildikten sonra distal yönde kanal ile kökün dış sınırı arasındaki en kısa mesafeyi temsil ediyordu ([Şekil 2.6.](#)). Kanal transportasyon

formülünden alınan 0 sonucu, kanal transportasyonu olmadığını gösterir. Eğer sonuç pozitif çıkarsa mesial yönde, negatif çıkarsa distal yönde transportasyonu gösterir.¹⁴⁹

Ortalama merkezleme oranı, aletin kanalda merkezde kalma yeteneğinin bir ölçüsüdür. Bu oranın, hesaplanmasında $(X_1 - X_2) / (Y_1 - Y_2)$ formülü kullanılır. Bu formülde $(X_1 - X_2)$ veya $(Y_1 - Y_2)$ sayıları eşit değilse, pay olarak küçük olan belirlenmektedir. Bu formül kullanıldığında, sonucun 1 çıkması mükemmel merkezlemenin olduğunu gösterir.¹⁴⁹



Şekil 2. 6. BT Görüntüsünün Temsili Çizimi

Kök kanal şekillendirmesinin etkinliğini değerlendirilen çalışmaların amacı, orijinal kök kanal anatomisine sadık bir şekillendirme yapıp yapılmadığının incelenmesi ve şekillendirme sırasında meydana gelen iatrojenik hataların meydana gelme sıklığı ve derecesinin tespit edilmesidir.⁵ Bu alandaki çalışmalar çekilmiş dişler ve kök kanalını simüle eden rezin bloklar üzerinde gerçekleştirilmiştir.^{56, 150-154} Weine ve ark. 1975'te, kök kanal şekillendirmesi sırasında meydana gelen iatrojenik hataları incelemek için rezin

bloklar üretmiş ve kullanmışlardır. Bu yöntem daha sonra kanal şekillendirmesini değerlendiren birçok çalışmada kullanılmıştır. Rezin bloklar kanal formunu, eğimini ve boyutlarını standardize etmektedir. Aynı zamanda rezin bloklar işlem sırasında direkt gözlem yapılmasına olanak sağlamaktadır.¹⁵⁵ Ancak, dentin ve rezin arasındaki sertlik farklılıkları konusunda bazı endişeler dile getirilmiştir. Dentin mikro sertliği pulpa boşluğunun yakınında 35–40 kg / mm² olarak ölçülürken, simüle edilmiş kök kanalları için kullanılan rezin malzemelerinin sertliğinin kullanılan materyale bağlı olarak 20 ile 22 kg / mm² arasında olduğu tahmin edilmektedir.¹⁵⁶⁻¹⁵⁹ Doğal dentinin çıkarılması için rezine göre iki kat kuvvet uygulanması gerekiyordu.¹⁶⁰ Ayrıca rezin ve doğal dentin kalıntılarının boyutlarının aynı olmayabileceği ve bunun sonucunda apikal kanal boşluğunda sık sık tıkanmalara ve rezin kanaldaki birikintilerin çıkarılmasında zorluklara neden olur.^{156, 160} Sonuç olarak, rezin blokları kullanan çalışmalardan elde edilen çalışma süresi ve çalışma güvenliği hakkındaki veriler klinik durumu yansıtmayabilir.⁵

Çekilmiş dişlerde, üç boyutlu kök kanal morfolojisindeki çok çeşitli varyasyonlar standardizasyonu zorlaştırmaktadır. Değişkenler arasında kök kanal uzunluğu ve genişliği, dentin sertliği, düzensiz kalsifikasyonlar, pulpa taşları, apikal daralımın boyutu ve konumu, kanal eğriliklerinin açısı, yarıçapı, uzunluğu ve konumu bulunur.⁵

Mandibular molar dişlerin mesial kökleri mesio-distal olarak eğim gösterdiğinden kök kanal şekillendirmesinin değerlendirilmesi için çoğu durumda kullanılır.¹⁶¹

Boyama ve şeffaflaştırma, kopya model oluşturma, taramalı elektron mikroskobu, dişlerden seri kesit alınması ve radyolojik karşılaştırma yöntemleri kök kanal şekillendirmesinde meydana gelen değişimleri belirleyebilmek için kullanılan yöntemlerdir.^{68, 162-168}

Gelişen teknoloji ile bilgisayarlı tomografi (BT), konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) ve mikro-BT gibi yeni yöntemler de kullanılmaya başlanmıştır.¹⁶⁹⁻¹⁷¹

2.3.1.Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT , μ BT)

Klinik BT tarayıcıları tipik olarak 1 mm³ volume ögelerinden (vokseller) oluşan görüntüler üretirken, 1980'lerin başında geliştirilen X-ışını mikrobilgisayarlı tomografi (Mikro-BT veya μ BT) sistemleri çok daha iyi uzamsal çözünürlüğe sahipti ve 5–50 μ m aralığında vokseller ürettiyordu veya volume olarak BT voksellerinden yaklaşık 1.000.000 kat daha küçüktü.^{172, 173} Görüntüleme süreci tahribatsız olduğundan, farklı koşullar altında aynı numuneden birçok taramanın yapılmasına izin verir.¹⁷⁴ Bir mikro-BT taramasından büyük miktarda bilgi elde edilebilir. Dilimler herhangi bir düzlemde yeniden oluşturulabilir ve veriler 2 boyutlu veya 3 boyutlu görüntüler olarak kaydedilebilir. Elde edilen veriler nitel veya nicel analizler için kullanılabilir.¹⁷⁵

Bilgisayarlı tomografide x-ışını kaynağı ve dedektör, örnek etrafında döndürülürken, mikro-BT cihazında numune, sabit bir x-ışını kaynağı sistemi içinde kendi vertikal eksen etrafında döndürülerek taranmaktadır. Sabit x ışını kaynağı sayesinde titreşim azaltılmış olur ve çözünürlük artar.¹⁷⁶

Diş, kemik gibi mineralize dokular ve seramik, polimerler, biyomateryal iskeleler gibi materyaller dahil olmak üzere çok çeşitli örnekler doğrudan Mikro-BT kullanılarak incelenebilir. Mikro-BT görüntüleme ile dokulardan daha yüksek yoğunluğa sahip kontrast madde infiltre edilerek yumuşak dokular da incelenebilir. En yeni nesil mikro-BT sistemleri, küçük canlı hayvanların *in vivo* görüntülenmesine izin verir.^{177, 178}

Mikro-BT diş hekimliğinde mine kalınlığı ve diş ölçülmesinde, kök kanal morfolojisinin analizinde, kök kanal şekillendirilmesinin değerlendirilmesinde, kraniofasiyal iskelet gelişimi ve yapısının incelenmesinde, biyomekanik çalışmalarda, doku mühendisliğinde, dişlerin mineral konsantrasyonlarının değerlendirilmesinde, implant ve implant çevresindeki kemiğin incelenmesinde kullanılmaktadır.¹⁷⁵

Pulpa boşluğu ve kök kanal morfolojisinin araştırılması için hem kalitatif hem de kantitatif sonuç ölçümleri oluşturmak için mikro-BT kullanılmaktadır. Kök kanal aletlerinin ilerlemesiyle, kök kanal şekillendirme etkinliği büyük ölçüde iyileştirilmiştir, ancak farklı aletlerin performansını tam olarak değerlendirmek ve karşılaştırmak kolay değildir. Bununla birlikte, mikro-BT sistemleri ile kanal şekillendirmesinin 3 boyutlu değerlendirilmesi kolay ve rahat hale getirilmiştir.^{175, 179} Mikro-BT ile kök kanal şekillendirme öncesinde ve sonrasında kanalın yüzey alanı ve hacmi, çıkarılan dentin miktarı, kanal çapı, şekillendirilmemiş yüzey, eğim, kanal transportasyonu, yapı model indeksi, kütle merkezlerinin transportasyonu, kanal düzleştirme oranı, kanal merkezleme oranı, C şekilli kanal anatomisi, dentinal çatlak oluşumu değerlendirilebilir.^{175, 180}

Şu anda, bu görüntüleme tekniği zaman alıcıdır ve bu nedenle klinik için uygun değildir.¹⁸¹

Literatürde WOG ve HEDM eğelerinin kök kanal şekillendirme yeteneğini değerlendiren çalışmalar vardır.^{123, 147, 182} Aynı zamanda çeşitli irrigasyon yöntemlerinin kök kanal şekillendirme yeteneği üzerine etkilerini değerlendiren çalışmalar da mevcuttur.¹⁸³⁻¹⁸⁶ Ancak literatürde devamlı irrigasyon tekniğinin kök kanal şekillendirme yeteneği üzerine etkisini değerlendiren hiçbir çalışma yoktur. Amacımız iki farklı hareket prensibiyle (rotasyonel ve resiprokal) çalışan kanal eğeleriyle, geleneksel şırınga irrigasyon ve devamlı irrigasyon tekniğinin kök kanal şekillendirmesi üzerine etkisini mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-BT) ile incelemektir. Bu çalışmada devamlı irrigasyon ve geleneksel irrigasyon yöntemleri ile WaveOne Gold Primary ve HyFlex EDM OneFile eğelerinin kök kanal şekillendirme özellikleri mikro-BT ile taranarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın mikro-BT taramaları Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Uygulama Araştırma Merkezinde yapılmıştır.

2.4.Kök Kanal Şekillendirilmesi Esnasında Karşılaşılan İşlemsel Hatalar

Kök kanal tedavisinin başarısında pek çok faktör rol oynasa da en önemli adımlardan birisi şekillendirme. Şekillendirme, sonraki prosedürlerin etkinliğini de belirlediği için önemlidir.¹⁸⁷ Maalesef şekillendirme oldukça değişken kök kanal anatomisinden olumsuz etkilenir.¹⁸⁸⁻¹⁹⁰ En iyi tedavi sonucunu elde etmek için, kök kanalının konik preparasyonu, merkezi orijinal kanal yolunu izlemelidir. Ancak eğelerin düz şeklini geri kazanma eğilimi nedeniyle, özellikle eğimli kök kanallarında bu hedefe ulaşmak zordur.^{31, 191} Bu genellikle çalışma uzunluğu kaybı, alet kırılması, dirsek, basamak, perforasyon, strip perforasyon, apikal transportasyon gibi prosedürel hatalara yol açar.¹⁹²

2.4.1.Çalışma Uzunluğu Kaybı

Kök kanal şekillendirmesi sırasında çalışma boyunda meydana gelen değişiklik, ya taşkın bir kök kanal dolgusuna ya da eksik ve yetersiz bir doluma sebep olacak, bu şekilde başarısız bir kök kanal tedavisini beraberinde getirecektir.¹⁹³ Kök kanalının irrigasyonu yeterli miktar ve sürede yapılmadığı zaman, apikal bölgede biriken debris kalıntıları, kök kanalında kısmen tıkanmalara neden olabilir. Bu tıkanmalar sonucunda da çalışma uzunluğunda kayıp görülebilir.¹⁹⁴

2.4.2.Alet Kırılması

Endodontik aletlerin kök kanalı içinde kırılması, kök kanal prosedürlerini engelleyebilecek ve sonucu etkileyebilecek talihsiz bir olaydır. Alet kırılmasına birçok faktör katkıda bulunsa da, kesin kırılma sebebi tam olarak anlaşılmamıştır.¹⁹⁵ Eğelerin önerilenden fazla kullanılması, eğenin yanlış kullanımı ve kalsifiye kanallarda uygulanan fazla kuvvet gibi sebeplerle eğeler kırılmaktadır.⁷ Kırık alet, kök kanalında daha fazla temizlik ve şekillendirmeyi engelleyen ve böylece başarılı klinik sonuçlardan ödün veren mekanik tıkanmaya yol açar.¹⁹⁶

Klinik olarak, kırılmış aletin yanından geçmek veya çıkartmak için her türlü girişimde bulunulmalıdır. Bu tedavi seçeneklerinin uygulanabilirliği pulpa vitalitesi, kök kanal anatomisi, kırık aletin konumu, tipi ve çıkarılması sırasında kalan diş yapısına verilecek hasar miktarından etkilenir.¹⁹⁷ İdeal olarak, aletin çıkarılması, mümkün olduğunca orijinal kanal şeklini korurken, dişe ve çevresindeki dokulara minimum hasarla gerçekleştirilmelidir.¹⁹⁸

2.4.3.Basamak Oluşumu

Kanal tedavisinin karmaşıklığı göz önüne alındığında, kanal şekillendirmesi sırasında en sık bildirilen komplikasyon, kanalların eğriliğinden sapmasıdır. Bu sapma sonucunda, basamak oluşumu adı verilen pratik bir hata ortaya çıkar.¹⁹⁹ Bu genellikle, hekim, eğeleri çalışma boyunun altında çalıştığında ve kanal bu "kısa noktada" tıkanığında ortaya çıkar. Bu bir basamak oluşturabilir veya kök kanalının gerçek yoluna teğet olan yeni bir yol oluşturmaya başlayabilir.¹⁸⁹ Bir basamağın varlığı, ideal çalışma uzunluğuna ulaşan, yeterince şekillendirilmiş bir kanal preparasyonu elde etme olasılığını ortadan kaldırabilir ve bu kök kanal sisteminin eksik şekillendirilmesine ve dezenfeksiyonuna ve ayrıca kanalın eksik dolmasına neden olabilir. Basamaklar sıklıkla endodontik tedaviden sonra devam eden periapikal patozise neden olur. Sonuç olarak, basamak oluşumu ile olumsuz endodontik tedavi sonuçları arasında nedensel bir ilişki olabilir.¹⁹⁹

2.4.4.Perforasyon

Kök perforasyonu, kök kanal sistemi ile eksternal diş yüzeyi arasındaki iletişim ile karakterize bir durumdur.²⁰⁰ Bu sorun patolojik bir süreçten (diş çürükleri, kök rezorpsiyonu) veya operasyonla ilgili bir prosedürel bir kazadan kaynaklanabilir. İyatrojenik kök perforasyonları kavite açılması sırasında, kök kanal şekillendirmesi sırasında veya şekillendirme sonrasında ortaya çıkabilir.²⁰¹⁻²¹⁰ Pulpa taşları,

kalsifikasyon, yaygın çürükler, internal kök rezorpsiyonu, kök kanalının yanlış tanımlanması, kanal içi postların varlığı, kök kanal erişimini zorlaştıran ve kök perforasyonuna yatkın hale getiren faktörlerdir.²⁰⁰

2.4.5.Strip Perforasyon

Strip perforasyon, özellikle eğimli kanalların orta bölümünde, kök kanal şekillendirmesi sırasında iç duvarın aşırı şekillendirilmesi ile oluşan perforasyondur. Strip perforasyon, eğimli bir duvarın incelmelerini ve sonunda perforasyonu ifade etmektedir. Bu perforasyondan kanal dolgu malzemeleri taşıyabilir ve sonucunda endodontik kaynaklı bir lezyon ve kemik kaybı görülebilir.²¹¹ Strip perforasyonun neden olduğu lateral lezyonun, genellikle kısıtlı erişim nedeniyle geleneksel cerrahi yaklaşımlarla tedavisi zordur.²¹¹

2.4.6.Dirsek

Apikalde eğimin dış duvarında, koronalde eğimin iç duvarında yapılan düzensiz genişletme neticesinde oluşan, maksimum eğrilik noktasındaki kök kanalının en dar bölgesini göstermektedir. Dirsek oluşumu ile meydana gelen düzensiz ve yetersiz koniklik, kök kanalının apikal bölümünün iyi bir şekilde temizlenmesini ve doldurulmasını tehlikeye atabilir.⁵

2.4.7.Apikal Transportasyon (AT)

Kanalın orijinal şeklinin ve apikal foramenin pozisyonunun korunması, kök kanal şekillendirmesinde temel gerekliliklerdir.¹⁸² Ancak kavisli kanallarda bu hedefe ulaşmak zordur çünkü şekillendirme eğeleri ve yöntemleri kanalı orijinal ekseninden uzaklaştırabilir. Bu da apikal transportasyon, basamak oluşumu, alet kırılması gibi prosedürel hataların görülme olasılığını arttırmaktadır.^{212, 213} Temizleme ve şekillendirme sırasında AT, debrislerin eksik çıkarılmasına neden olabilir ve tedavinin sonucunu tehlikeye atabilir.²¹⁴ Dentinin bir noktadan agresif bir şekilde çıkarılması veya dentinin

ana diş ekseninden dengesiz bir şekilde çıkarılması AT'ye yol açar.²¹⁵ Kanal transportasyonu için bazı risk faktörleri vardır. Yetersiz giriş kavitesi aılması¹⁹⁹, hekime bağlı faktrler¹⁸⁷, kanal eğriliğinin derecesi ve yarıapı¹⁸⁷, yetersiz ve yanlış irrigasyon²¹⁶, esnek olmayan eğelerin kullanılması^{217, 218}, çeşitli biyomekanik şekillendirme teknikleri^{5, 217, 219}, eğe üretiminde kullanılan alařımlar²¹⁶, eğelerin çapraz kesit tasarımları²¹⁶, kesme ucu aktif eğelerin kullanılması²¹⁶, radyografilerle kanal eğriliğinin yanlış yorumlanması²¹⁶ bunlara örnektir.

Eğri kanalların düzleştirilmesi nedeniyle apikalde direnç ve sızdırmazlık kaybı, kanalın uzun aksında değişim ve sapma, orijinal kanal eğiminin kaybı ve tüm bu değişikliklerin sonucunda irrigasyon solüsyonlarının, kanal dolgu materyallerinin apikalden taşması AT'nin sonucunda istenmeyen durumlara örnek verilebilir.⁵

AT, fizyolojik foramenin pozisyonunun yer değiştirilmesinin şiddetine göre sırasıyla Tip I (küçük), Tip II (orta) ve Tip III (şiddetli) olarak kategorize edilebilir. Fizyolojik foramenin pozisyonunun küçük yer değiştirmesini temsil eden Tip I sınıfında, yeterli rezidüel dentin korunabiliyorsa ve foramen üzerindeki preparasyon dzeltilebiliyorsa kanallar tamamen temizlenebilir, şekillendirilebilir ve doldurulabilir. Orta derecedeki yer değiştirmeyi temsil eden Tip II sınıfında, kanamayı kontrol etmek için bariyer yerleştirilerek tedavi edilir. şiddetli derecedeki yer değiştirmeyi temsil eden Tip III sınıfında, bariyer uygulanması genellikle mümkün değildir, mümkün olan en iyi şekilde dolum sağlanır ve ardından düzeltici cerrahi gereklidir.²²⁰

Kanal aletleri AT'de rol oynamaktadır. Bu rol eğenin kesitine, konikliğine, ucuna ve eğenin üretildiği alaşım türüne bağlı olarak değişmektedir.²¹⁶

2.5.Endodontide İrrigasyon

şıringa irrigasyonu standart prosedürdür, ancak irrigasyon solüsyonlarının etkinliği şekillendirilen kanalın apikal üçte birinde sınırlı kalır.⁷¹ şıringa irrigasyonu

yaygın olarak kabul gören teknik olmaya devam etmektedir.¹⁸⁷ Ancak kanal eğriliği, irrigasyon iğnelerinin penetrasyon derinliği nedeniyle irrigasyon solüsyonlarının apikal üçlüye iletilmesini güçleştirmektedir. Sürekli olarak kök kanal irrigasyonu için, daha etkili irrigasyon ajitasyon sistemlerini geliştirebilmek adına çaba harcanmaktadır. Bu sistemler iki geniş kategoriye ayrılabilir: manuel ajitasyon teknikleri ve makine destekli ajitasyon teknikleri.²²¹

2.5.1.Manuel Aktivasyon Teknikleri

2.5.1.1.İğneler/Kanüller ile Şırınga İrrigasyonu

Şırıngalar ile geleneksel irrigasyon, pasif ultrasonik aktivasyonun ortaya çıkmasına kadar etkili olarak irrigasyon solüsyonu salınım yöntemi olarak savunulmuştur.²²² Bu teknik hem pratisyen diş hekimleri hem de endodontistler tarafından halen yaygın olarak kullanılmaktadır. Teknik bir irrigasyon ajanının pasif veya ajite edilerek değişken ölçülü iğneler/kanüller yoluyla kanala dağıtılmasını içerir. Daha sonra iğne kanal boşluğunda yukarı ve aşağı hareket ettirilerek elde edilir. Bu iğnelerden bazıları irrigasyonu en uzak uçlardan dağıtmak için, bazıları ise kapalı uçları ile yandan perfore kanallarla irrigasyonu yana vermek adına tasarlanmıştır.²²³ Şırınga irrigasyonunun avantajlarından biri, kanala iğne penetrasyon derinliğinin ve kanaldaki irrigasyon solüsyon hacminin nispeten kolay kontrolüne izin vermesidir.²²² Bir çalışma göstermiştir ki, geleneksel şırınga irrigasyonu ile solüsyon iğnenin ucundan yalnızca 1 mm daha derine verildiğini göstermiştir.²²⁴ Bu rahatsız edici bir durumdur. Çünkü iğnenin ucu genellikle dar bir kanalın koronal üçlüsünde veya orta üçlüsünde bulunur.²²⁵

2.5.1.2.Fırçalar

Fırçalar doğrudan kanal boşluklarına irrigasyon solüsyonları dağıtmak için kullanılmaz. Kanal duvarının debridmanı veya irrigasyon ajitasyonu için tasarlanmış

yardımcı materyallerdir. Kanal boşluğu içinde irrigasyon solüsyonlarının dağıtılmasına dolaylı olarak katkıda bulunabilirler.

Yakın zamanlarda fırça ile kaplı 30 gauge (G) irrigasyon iğnesi (NaviTip FX; Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) piyasaya sürüldü.²²¹ Fırçaya sahip NaviTip FX iğnesi, fırçasız tipteki NaviTip iğnesine göre yalnızca koronal üçlüde daha anlamlı temizlik gösterdi.²²⁶

Endobrush (C&S Microinstruments Ltd, Markham, Ontario, Kanada), naylon kıllara sahip bükülmüş tellere yerleştirilmiş, nispeten sabit bir çapa sahip endodontik amaçlı kullanım için tasarlanmış bir fırçadır. Keir ve ark. yaptıkları çalışmada tek başına şekillendirmeye göre Endobrush ile birlikte yapılan şekillendirmede debridmanın daha etkili olduğunu göstermiştir.²²⁷

2.5.1.3.Manuel Dinamik Aktivasyon

Araştırmalar, güzel bir tug-back hissine sahip ana kon güta perkasının şekillendirilmiş kök kanalı içinde kısa 2-3 mm'lik hareketlerle (manuel dinamik aktivasyon) yukarı ve aşağı hareket ettirmenin verilen irrigasyon ajanının yer değiştirilmesiyle hidrodinamik etki oluşturabileceğini göstermiştir.^{228, 229} Manuel dinamik aktivasyon, basit ve ucuz olmasıyla kök kanal irrigasyon yöntemi olarak savunulsa da, otomatik bir sistem olmamasından dolayı, rutin klinik pratikte uygulanmasını engellemektedir.²²¹

2.5.2.Makine Destekli Aktivasyon Sistemleri

2.5.2.1.Döner Fırçalar

Ruddle şekillendirilmiş kök kanalından debris ve smear tabakasını kaldırmak için döner aletlere takılabilen bir mikro fırça kullanmıştır.²³⁰ Fırçanın şaft ve konik bir fırça kısmı vardır. Merkezdeki telden çok sayıda radyal olarak uzanan kıl çıkmaktadır. Mikro fırça yaklaşık 300 rpm'de döner. Fırça debris ve smear artıklarının koronal yönde

çıkartılmasını sağlar. 2001’de patenti alınan ürünü ticari olarak bulmak mümkün değildir.²³¹

CanalBrush (Coltene Whaledent, Langenau, Almanya) son zamanlarda ticari olarak satışa sunulan endodontik mikro fırçadır. Polipropilenden oluşan bu mikro fırça oldukça esnektir. 600 rpm’de çalışan anguldruva ile kullanıldığında daha etkilidir.²²¹ Bir çalışma simüle edilmiş kanal uzantılarından ve düzensizliklerinden debrisini etkili bir şekilde uzaklaştırdığını göstermiştir.²³²

2.5.2.2.Sonik İrrigasyon

Endodontide sonik enstrüman 1985 yılında Tronstad ve ark. tarafından ilk kez bildirildi.²³³ Ultrasonik irrigasyona göre sonik irrigasyon daha düşük frekansta (1-6 kHz) çalışır ve daha düşük kesme özelliği vardır.²³⁴ Frekans arttıkça ileri-geri genlik hareketi sonik sistemlerde artmaktadır. Sonik sistemler güçlü hidrodinamik fenomen oluşturmak için kısa yukarı-aşağı vertikal vuruşlarla solüsyonun etkinliğini artırır.^{235, 236}

Sonik aktivasyon ile kök kanalları etkili bir şekilde dezenfekte edilebilir.²³⁷ Ultrasonik sistemlerin, daha az güçlü sonik irrigasyon sistemlerine göre daha fazla dentin debrisini çıkarttığı tahmin edilmektedir.^{238, 239} Bu üstünlük, akustik akış hızı ve frekans arasındaki pozitif ilişki ile açıklanabilir.²²¹ Başka bir çalışma bu iki ajitasyon yöntemleri arasında kalan debris açısından anlamlı bir farklılık gözlenmedi.²⁴⁰ Ancak bu çalışmada ön şekillendirme bilgisinden bahsedilmemiş ve diğer çalışmalarda 30-60 saniye (sn) olan kullanım süresini 3 dakika olarak belirlemişlerdir ve bunlar da bulgularını açıklayabilir.

EndoActivator Sistemi (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) portatif bir başlık ve değişken boyutlara sahip üç tip tek kullanımlık polimer uçlardan oluşur. Bu farklı boyutlarda olan polimer uçlar kök dentinini kesmez. Tasarımı ile güçlü aktivasyon ve güçlü ajitasyon sağlar.²⁴¹ İrrigasyon ajanlarının apikal dentin tübüllerine üstün

penetrasyonunu sağlar.²⁴² Dentin kalıntılarının çıkarılmasını ve smear tabakasının çözünmesini sağlar.²⁴³

Vibringe (Cavex Holland BV, Haarlem, Hollanda), irrigasyon solüsyonunun manuel olarak verilmesi ve sonik aktivasyonu birleştiren bir irrigasyon sistemidir.²⁴⁴ Vibringe, düşük frekansta (2–3 kHz) irrigasyon solüsyonunun sonik aktivasyonunu sağlayan tek kullanımlık 10 mL Luer-Lock şırıngaya sığan kablosuz portatif alettir. Irrigasyon solüsyonunu devamlı olarak atımlı bir şekilde doğrudan kök kanalına iletir. Akustik akışla birleştirilmiş sonik akış teknolojisini kullanmaktadır.²⁴⁵ Geleneksel şırınga irrigasyonu ile karşılaştırıldığında apikal bölgede Vibringe sisteminin kanal ve isthmus debridman etkinliğinde eşit performansa sahip oldukları gösterilmiştir.²⁴⁶ Aynı zamanda geleneksel şırınga sistemine göre kanal patının penetrasyonunu önemli ölçüde değiştirmedir.²⁴⁷ Ayrıca yakın zamanda yapılan başka bir çalışma ile Vibringe sisteminin geleneksel şırınga irrigasyon sistemine kıyasla daha fazla debris çıkarttığı sonucuna varmıştır.²⁴⁸

2.5.2.3.Ultrasonik Sistemler

Sonik enerjiye göre ultrasonik enerji daha yüksek frekans daha düşük genlikler üretir.²⁴⁹ Eğeler, insanın işitsel algı sınırının (>20 kHz) ötesinde olan 25-30 kHz'lik ultrasonik frekanslarda çalışacak şekilde üretilmiştir.²²¹ Literatürde iki tip ultrasonik irrigasyon tanımlamaktadır. Birincisi enstrümantasyonun ve ultrasonik irrigasyonun eşzamanlı kombinasyonudur. İkincisi enstrümantasyon olmadan çalışır ve pasif ultrasonik irrigasyon (PUI) olarak bilinir.²⁵⁰

Kaldırılan dentin miktarının kontrolünün zorluğu ve şekillendirilen kanalın anormal biçimde olma ihtimali nedeniyle birinci tip ultrasonik irrigasyon hemen hemen klinik kullanımdan kaldırılmıştır. Ultrasonik olarak aktive edilmiş eğeler özellikle eğri

kanallarda kullanıldığında kanaldan sapmalar, apikal zipping oluşumu ve radiküler perforasyon gibi iatrojenik hatalara neden olabilir.²⁵¹

Literatürde bazı çalışmalar pasif ultrasonik irrigasyonun daha avantajlı olduğunu göstermiştir.^{252, 253} Kesmeyen teknoloji ile pasif ultrasonik irrigasyon kök kanal sisteminde anormal şekiller oluşturma riskini azaltır. PUI sırasında enerji, iki fiziksel fenomeni tetikleyen ultrasonik dalgalar vasıtasıyla bir eğeden veya düz salınımlı telden irrigasyona iletilir: irrigasyon çözeltisinin akışı ve kavitasyonu. Akustik akım, irrigasyon solüsyonun titreşimli ege etrafında dairesel veya girdap şeklinde hızlı hareketi olarak tanımlanabilir. Kavitasyon, buhar kabarcıklarının oluşması veya bir sıvıda önceden var olan kabarcıkların genişlemesi, büzülmesi ve/veya bozulması olarak tanımlanır.²⁵⁴ Pasif ultrasonik irrigasyon, sonik irrigasyona kıyasla daha güçlü ve daha fazla debris kaldırdığı için sonik irrigasyona göre verimli olduğu öne sürülmektedir.²⁵⁵

2.5.2.4.Endovac Sistemi

EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA, ABD) irrigasyon solüsyonlarını kök kanal sistemindeki apikal alanlara ve ulaşılamayan kısımlara güvenli bir şekilde ileten apikal bir negatif basınç sistemidir.²⁵⁶ EndoVac sisteminde, bir makrokanül veya mikrokanül, hortum yoluyla bir irrigant şırıngasına ve bir dental ünitenin yüksek hızlı sakşına bağlanır.²⁵⁷ Plastik makrokanül, #55 boyutunda .02 koniklikte açık uca sahiptir. Makrokanül titanyum sapa tutturulmuştur ve kanalın koronal üçlüsünde başlangıç irrigasyonu için kullanılır. #32 numaralı eğeye denk gelen çap boyutu ile paslanmaz çelikten üretilmiş mikrokanül, kapalı uca ve lazer kesimli, yanal olarak konumlandırılmış 12 adet ofset deliğe sahiptir. Bu, kanalın apikal kısmının çalışma uzunluğunda konumlandırılarak irrigasyonu için titanyum parmak parçasına tutturulur. Mikrokanül, 35 veya daha büyük boyuta genişletilmiş kanallarda kullanılabilir. Irrigasyon sırasında, ana dağıtıcı ucu, pulpa odasına irrigasyon sağlar ve taşmayı önlemek için fazla irrigasyonu

çeker. Kanalin içindeki kanül eşzamanlı negatif basınç uygulayarak irrigasyon solüsyonunu haznedeki taze kaynağından kanülün ucuna, kanülün içine ve sakşın hortumundan dışarıya çeker. Bu sayede çalışma uzunluğunda negatif basınçla sabit irrigasyon solüsyonu akışı sağlanır.²²¹

2.5.2.5.Rinsendo Sistemi

RinsEndo sistemi (Dürr Dental GmbH & Co KG, Bietigheim-Bissingen, Almanya), basınçlı emme teknolojisine sahip başka bir kök kanal irrigasyon sistemidir.^{258,}
²⁵⁹ RinsEndo, takılı bir şırıngadan 1.6 Hz frekansta salınan 65 µL irrigasyon solüsyonu çekilir ve adapte edilmiş bir kanül aracılığıyla kök kanalına taşınır. Emme esnasında, kullanılan solüsyon ve hava kök kanalından çekilir ve otomatik olarak taze irrigasyon solüsyonuyla birleştirilir. Basınç-emme döngüleri dakikada yaklaşık 100 kere değişir.²²¹

2.5.2.6.Lazerle Aktive Edilmiş İrrigasyon

İrrigasyon ajanlarının etkinliğini arttırmak için lazer cihazlarının kullanılması önerilmiştir. ²²¹ Er: YAG lazer dalga boyu (2940 nm), suda en yüksek absorpsiyona ve hidroksiapatite olan yüksek afinitesi sebebiyle kök kanal tedavisinde kullanıma uygundur. ²⁶⁰ Etki mekanizması, sıvıların genişlemesi ve ardışık patlamasıyla sekonder kavitasyon etkisinin oluşmasına dayanmaktadır.²⁶¹

Son yıllarda Er:YAG lazer sistemi ile birlikte özel fiber uçlar kullanılmaktadır. Photon Induced Photoacoustic Streaming (PIPS) adı verilen bu fiber uçlar irrigasyon solüsyonuyla dolu kök kanal sistemine yerleştirilerek temizlenmesinde, dezenfeksiyonunda ve şekillendirilmesinde kullanılmaktadır.^{262, 263} Lazerin her atışında, bu özel fiber uçlarla solüsyonda şok dalgaları oluşturulur ve ulaşılması güç alanlar dahil tüm kök kanal sisteminde kavitasyon etkisi meydana getirmesi hedeflenmektedir.^{263, 264} Bu hızlı irrigasyon solüsyonu hareketi ile birlikte kök kanalında etkin bir dezenfeksiyon sağlanmaktadır.^{263, 265}

2.5.2.7. Rotary Enstrümantasyon Sırasında Devamlı İrrigasyon

Quantec-E irrigasyon sistemi (SybronEndo, Orange, CA), Quantec-E Endo Sistemine bağlı, bağımsız bir sıvı dağıtım ünitesidir. Şekillendirme sırasında sürekli irrigasyon sağlamak için bir pompa konsolu, 2 irrigasyon rezervuarı ve tüp kullanır.²⁷ Aktif şekillendirme sırasında devamlı irrigant ajitasyonu, artan miktarda irrigant oluşturacak, irrigant temas süresini artıracak ve kök kanalı içine daha fazla irrigant penetrasyonunu kolaylaştıracaktır. Bu geleneksel şırınga ile irrigasyona göre daha etkili bir kanal debridmanı ile sonuçlanmalıdır. Ancak Setlock ve arkadaşlarının çalışması bu görüşü desteklemedi. Yalnızca koronal üçlüde daha temiz bir kanal duvarı sağladı.²⁸ Walters ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada kanal debridmanı açısından geleneksel şırınga irrigasyonu ve devamlı irrigasyon yöntemi arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.²⁷ Ağrı ve nöropeptid salınımı açısından devamlı irrigasyon ile kök kanal şekillendirmesi ve standart kök kanal şekillendirmesini karşılaştıran bir çalışmada anlamlı bir fark gözlenmemiştir.²⁵ Quantec-E sistemine benzer bir sistem oluşturan başka bir çalışmada, devamlı irrigasyon grubunun daha etkili debris uzaklaştırdığı bildirilmiştir.³⁰ Yapılan bir çalışmada, devamlı irrigasyon sistemine benzer bir sistem olan SAF sisteminin debridman etkinliğini ProTaper sistemi ile histolojik olarak karşılaştırmış ve SAF sisteminin debridmanda daha etkili olduğunu göstermişlerdir.²⁶⁶ Ayrıca bir başka çalışmada SAF sisteminin apikalde yetersiz irrigasyona neden olabileceği bildirilmiştir.²⁶⁷ Ancak literatürde devamlı irrigasyon tekniğinin kök kanal şekillendirme yeteneği üzerine etkisini değerlendiren hiçbir çalışma yoktur. Amacımız iki farklı hareket prensibiyle (rotasyonel ve resiprokal) çalışan kanal eğeleriyle, geleneksel şırınga irrigasyon ve devamlı irrigasyon tekniğinin kök kanal şekillendirmesi üzerine etkisini mikro-BT ile incelemektir. Sıfır hipotezimiz, geleneksel şırınga

irrigasyon ve devamlı irrigasyon grupları arasında kanal şekillendirme yeteneği açısından bir fark olmayacağı yönündedir.



3.MATERYAL ve METOT

Bu çalışmanın uygulanmasına Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı Etik Kurulu'nun 07/07/2020 tarih ve 23 numaralı kararı ile izin verilmiştir. Tez çalışmamız, Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklendi.

3.1.Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi

Yaptığımız in vitro çalışmada, örneklem büyüklüğü elde etmek için güç analizi yapıldı. Power=80, $\alpha=0.05$ ayarlarında, GPower 3.1.9.2 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen güç analizi, örneklem büyüklüğünü n=10 olarak verdi.

3.2.Çalışma Örneklerinin Seçimi

Çalışmamızda Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda periodontal nedenlerle çekilmiş 20 adet gelişimini tamamlamış mandibular 1.molar dişler kullanıldı.

3.2.1.Dişlerin Dahil Edilme ve Hariç Tutulma Kriterleri

Çalışmaya dahil edilecek dişler bilgisayarlı tomografi ile tek tek incelendi. Dişlerde çatlak, kırık, pulpa taşı, kalsifikasyon, rezorbsiyon varlığı gibi çalışmaya engel durumlar olmamasına dikkat edildi. Mezio-bukkal ve mezio-lingual kanal eğimi Schneider⁴ yöntemine göre şiddetli (25°-35°) eğrilik sınıfında yer alan dişler seçilmiştir.

Dahil Edilme Kriterleri:

1. Kök kanalının kalsifiye olmaması,
2. Dişte geniş restorasyon veya çürük olmaması,
3. Kök kanallarının kurvatürünün 25°-35° arasında olması
4. Daha önce kanal tedavisi yapılmamış olması,
5. Kökte rezorbsiyon olmaması,
6. Kökte kırık, çatlak vs. olmaması,

7. Pulpa taşı bulunmaması,
8. Apikal gelişimini tamamlaması,
9. Yeterli kök uzunluğuna sahip olmasıdır.

Hariç Tutulma Kriterleri:

1. Kök kanalının kalsifiye olması,
2. Protetik tedavi uygulanmış olması,
3. Düz köklere sahip olması,
4. Geniş kök kanal morfolojisine sahip olması,
5. Kökte rezorbsiyon olması,
6. Vertikal kök kırığı olması,
7. Pulpa taşı bulunması,
8. İmmatür köke sahip olması,
9. Kısa kök uzunluğuna sahip olmasıdır.

3.3.Örneklerin Hazırlanması

Seçilen örnekler debris ve yumuşak doku artıklarından mekanik ve ultrasonik olarak temizlenmiştir. Ardından %0.1 timol içeren solüsyonda dişler dezenfekte edilmiştir. Ardından serum fizyolojik içerisinde saklanmıştır. Dişlerin bukkal-lingual yönünü ayırt etmek için bukkal kısımlarına elmas frezlerle işaretleme yapılmıştır.

3.4.Grup Oluşturulması

Dişlere numara verilip, bir web sitesi (www.randomizer.org) kullanılarak 20 adet diş işleme başlamadan önce rastgele 4 gruba ayrıldı (n=5). Bu 5 diş (10 kanal) sahip 4 grup;

1. Devamlı irrigasyon ve WOG (DWO)
2. Devamlı irrigasyon ve Hyflex EDM (DHEDM)
3. Geleneksel irrigasyon ve WOG (GWOG)

4. Geleneksel irrigasyon ve Hyflex EDM (GHEDM)

3.5.Şekillendirmeden Önce Mikro-BT ile Görüntüleme

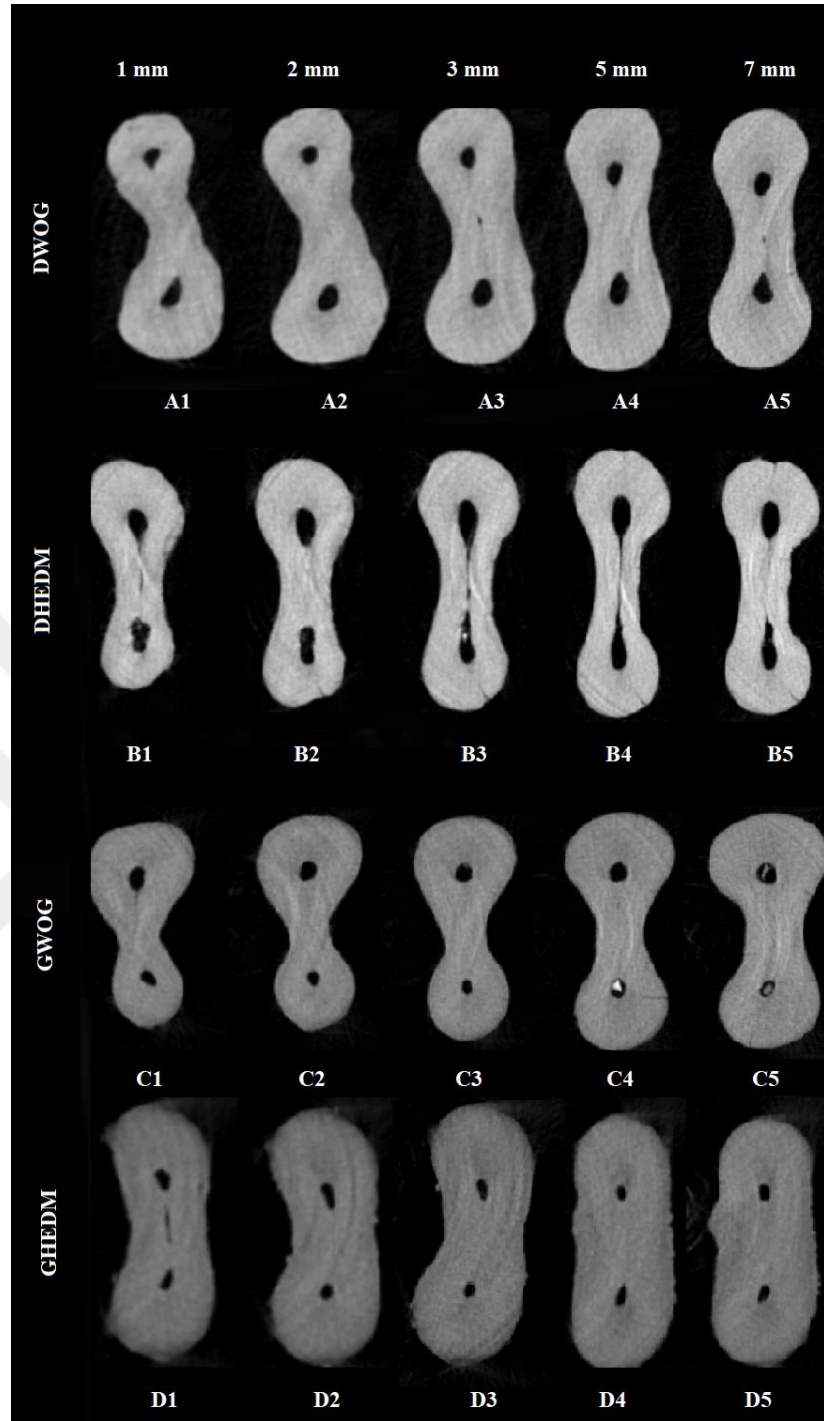
Dişler şekillendirmeden önce görüntülerin elde edilmesi için Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Uygulama Araştırma Merkezinde mikro-BT cihazıyla ([Şekil 3.1.](#)) (Bruker Skyscan 1272, Billerica, Massachusetts, ABD) taranmıştır.

92kV ve 108µA ayarı ile tarama yapılmıştır. Tarama dikey eksen etrafında 180° dönüş ile ve dönüş adımı 0.3 ° olarak yapılmıştır. Görüntülerin piksel boyutu 16 µm'dir. Her bir örneğin tarama süresi yaklaşık olarak 1 saat 20 dakika sürmüştür.



Şekil 3. 1. Bruker Skyscan 1272 Model Mikro-BT Cihazı

Her bir örnek için ortalama 1090 kesit elde edilmiştir ([Şekil 3.2.](#)). Yeniden yapılandırma için NRecon 1.7.4.2 (Bruker Mikro-BT) yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 3. 2. Şekillendirme Öncesine Ait Örnek Mikro-BT Görüntüleri

Apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği ölçümleri için şekillendirme öncesi 1 mm (A1,B1,C1,D1), 2 mm (A2,B2,C2,D2), 3 mm (A3,B3,C3,D3), 5 mm (A4,B4,C4,D4), 7 mm (A5,B5,C5,D5) aksiyal kesit görüntüleri

3.6.Çalışma Boyu Tespiti

Çalışma tek bir operatör tarafından yapılmıştır. Elmas rond frez ile geleneksel kavite açılmıştır. Ardından ISO #10 K-tipi el eğesinin ucu (Mani Inc., Tochigi-Ken,

Japonya) apikal foramenden görünene kadar kanal boyunca ilerletilmiştir. Eğenin görüldüğü yerde boyu ölçülmüştür ve çalışma boyu bu boydan 1 mm kısa olacak şekilde belirlenmiştir. Çalışmamızda kanal boyu tespiti sırasında DHEDM ve GWOG eğe gruplarında birer adet #15 K-tipi el eğesi (Mani Inc., Tochigi-Ken, Japonya) kırıldığı için çalışma dışı bırakılmıştır.

3.7.Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

3.7.1.Devamlı İrrigasyon ve WaveOne Gold Primary ile Kanal Şekillendirmesi

WOG Primary (25/.07) eğe sistemi kullanılan devamlı irrigasyon grubunda sırasıyla #10 ve #15 K-tipi el eğeleri kullanılarak giriş yolu oluşturulmuştur. Devamlı irrigasyon grubunda şekillendirme için Self-Adjusting File (SAF; ReDent-Nova, Ra'anana, İsrail) cihazının pompası endomotora sabitlenmiştir ([Şekil 3.3.](#) ve [Şekil 3.4.](#)). SAF cihazının akış hızı 10 ml/dk olacak şekilde ayarlanmıştır. Şekillendirme oda sıcaklığındaki NaOCI ile her kanal için 30 saniyede gerçekleştirilmiştir. Son irrigasyon oda sıcaklığındaki 5 ml NaOCI ile gerçekleştirildi. Toplam 10 ml NaOCI irrigasyon için kullanıldı. WOG Primary eğesi, VDW Silver Motor (VDW GmbH, Münih, Almanya) ile “WaveOne ALL” modunda kullanıldı. Her 3 gagalamadan sonra eğe temizlenmiştir. Çalışma boyuna ulaşmaya kadar bu işlemlere devam edilmiştir. Her eğe yalnızca 1 kere kullanılmıştır.



Şekil 3. 3. Çalışmamızda Kullanılan Devamlı İrrigasyon Sistemi



Şekil 3. 4. Devamlı İrrigasyon Sistemine Ait Endomotor Başlığı

3.7.2.Devamlı İrrigasyon ve HyFlex EDM OneFile ile Kanal Şekillendirmesi

Hyflex EDM OneFile (25/.08) eğe sistemi kullanılan devamlı irrigasyon grubunda sırasıyla #10 ve #15 K-tipi el eğeleri kullanarak giriş yolu oluşturulmuştur. Devamlı irrigasyon grubunda şekillendirme için SAF cihazının pompası endomotora sabitlenmiştir. SAF cihazının akış hızı 10 ml/dk olacak şekilde ayarlanmıştır. Şekillendirme oda sıcaklığındaki NaOCI ile her kanal için 30 saniyede gerçekleştirilmiştir. Son irrigasyon oda sıcaklığındaki 5 ml NaOCI ile gerçekleştirildi. Toplam 10 ml NaOCI irrigasyon için kullanıldı. HyFlex EDM OneFile eğesi, VDW Silver Motor ile 500 rpm ve 2.5 Ncm tork ayarlanarak tam tur rotasyon yapacak şekilde kullanılmıştır. Her 3 gagalamadan sonra eğe temizlenmiştir. Çalışma boyunca ulaşıncaya kadar bu işlemlere devam edilmiştir. Her eğe yalnızca 1 kere kullanılmıştır.

3.7.3.Geleneksel İrrigasyon ve WaveOne Gold Primary ile Kanal Şekillendirmesi

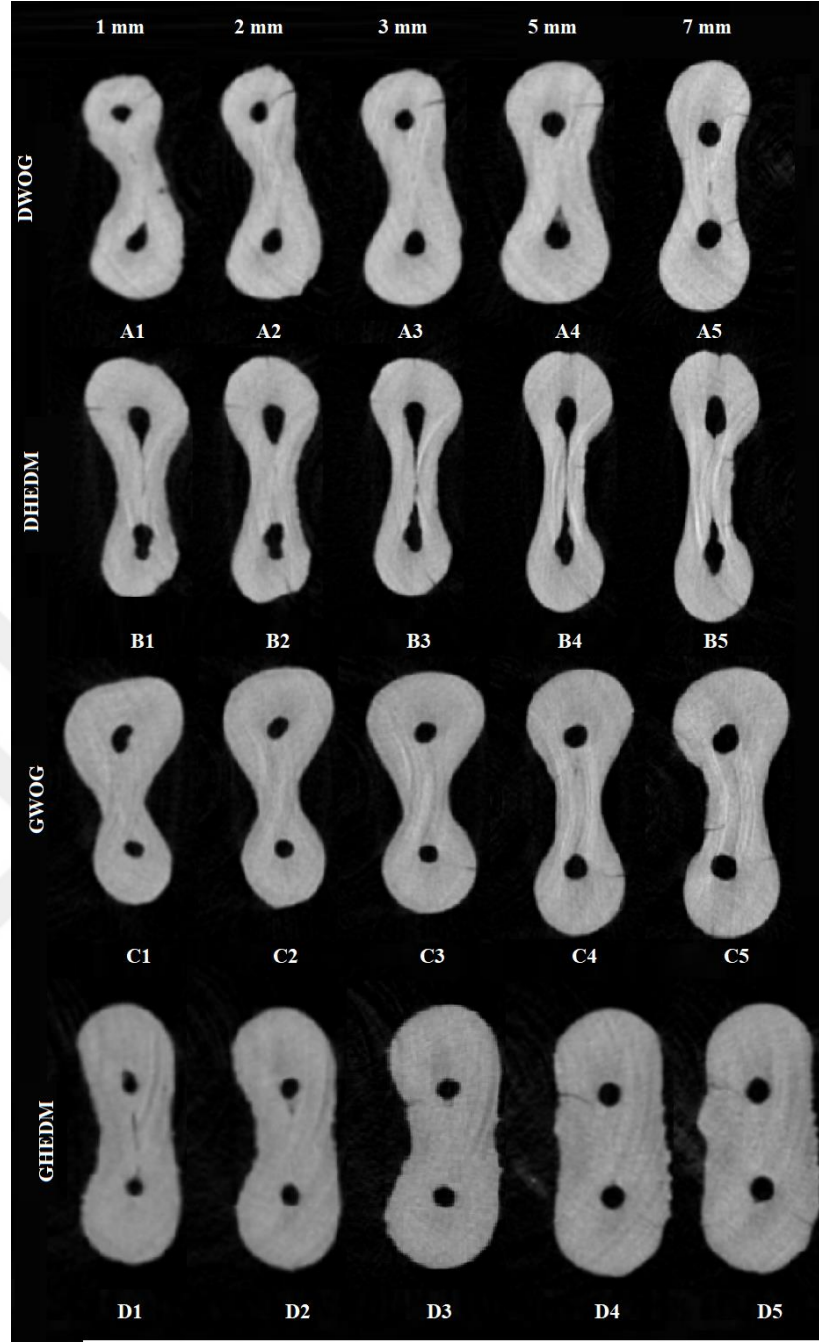
WOG Primary (25/.07) eğe sistemi kullanılan geleneksel irrigasyon grubunda sırasıyla #10 ve #15 K-tipi el eğeleri kullanarak giriş yolu oluşturulmuştur. WOG Primary eğesi, VDW Silver Motor ile “WaveOne ALL” modunda kullanıldı. Kanal içerisine her 3 gagalama hareketinden sonra 2 ml %2.5 NaOCI 31G tek kullanımlık yandan perfore iğne ucu ile irrigasyon yapılmıştır. Toplam 10 ml NaOCI ile irrigasyon tamamlanmıştır. Her kullanım sonrasında eğe temizlenmiştir. Enjektör ucu kök kanalı içerisinde ilerletilerek enjektör apikal ve koronal yönde hareket ettirilmiştir. NaOCI basınç uygulanmadan ve pasif olarak kanal içine uygulanmıştır. Çalışma boyunca ulaşıncaya kadar bütün bu işlemlere devam edilmiştir. Çalışma boyunca ulaşıncaya kadar, kanal apiko-koronal hareketle genişletildi. Her eğe yalnızca 1 kere kullanılmıştır.

3.7.4. Geleneksel İrrigasyon ve HyFlex EDM OneFile ile Kanal Şekillendirmesi

HyFlex OneFile (25/.08) eğe sistemi kullanılan geleneksel irrigasyon grubunda sırasıyla #10 ve #15 K-tipi el eğeleriyle giriş yolu oluşturulmuştur. HyFlex EDM OneFile eğesi, VDW Silver Motor ile 500 rpm ve 2.5 Ncm tork ayarlanarak tam tur rotasyon yapacak şekilde kullanılmıştır. Kanal içerisine her 3 gagalama hareketinden sonra 2 ml %2.5 NaOCI 31G tek kullanımlık yandan perfore iğne ucu ile irrigasyon yapılmıştır. Toplam 10 ml NaOCI ile irrigasyon tamamlanmıştır. Her kullanım sonrasında eğe temizlenmiştir. Enjektör ucu kök kanalı içerisinde apikal ve koronal yönde ilerletilerek hareket ettirilmiştir. NaOCI basınç uygulanmadan ve pasif olarak kanal içine uygulanmıştır. Çalışma boyuna ulaşınca kadar bütün bu işlemlere devam edilmiştir. Çalışma boyuna ulaşılınca kadar, kanal apiko-koronal hareketle genişletildi. Her eğe yalnızca 1 kere kullanılmıştır.

3.8. Şekillendirmeden Sonra Mikro-BT ile Görüntüleme

Kanallar şekillendirildikten sonra ilk taramaların yapıldığı parametreler ile Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Uygulama Araştırma Merkezinde tarama yapılarak ikinci görüntüler elde edilmiştir ([Şekil 3.5.](#)).

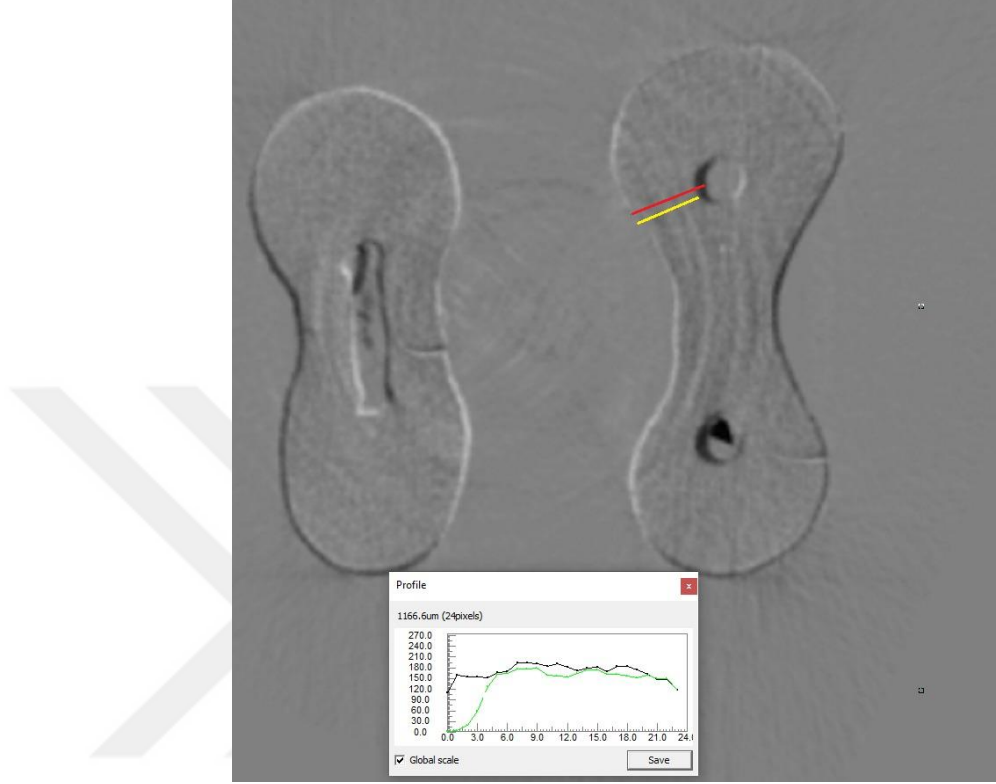


Şekil 3. 5. Şekillendirme Sonrasına Ait Örnek Mikro-BT Görüntüleri

Apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği ölçümleri için şekillendirme sonrası 1 mm (A1,B1,C1,D1), 2 mm (A2,B2,C2,D2), 3 mm (A3,B3,C3,D3), 5 mm (A4,B4,C4,D4), 7 mm (A5,B5,C5,D5) aksiyal kesit görüntüleri

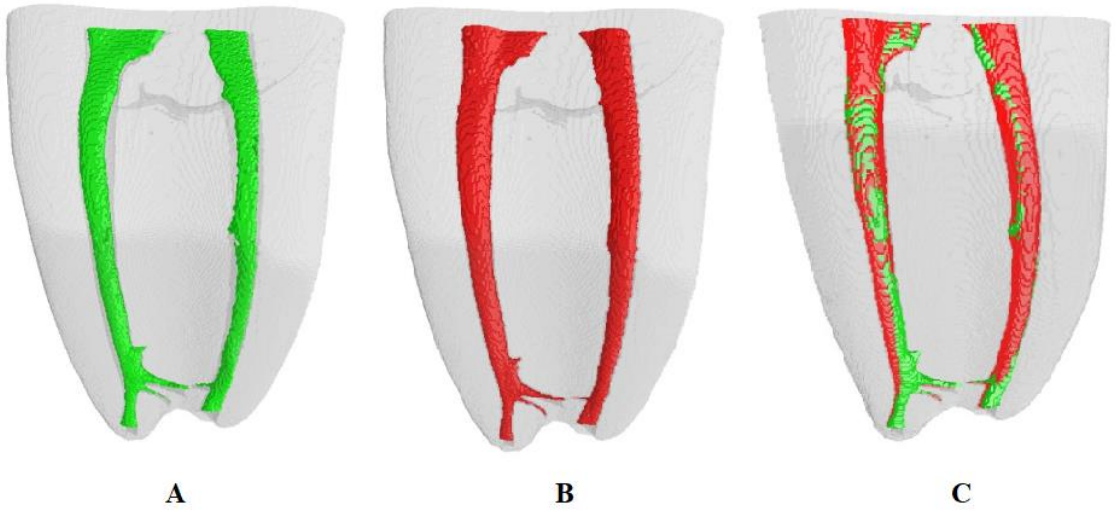
3.9.Apikal Transportasyon ve Kanal Merkezleme Yeteneğinin Değerlendirilmesi

Şekillendirme öncesi ve sonrasındaki görüntüler, DataViewer 1.5.4.0 yazılımının (Bruker mikro-BT) 3B kayıt fonksiyonu kullanılarak çakıştırılmıştır ([Şekil 3.6.](#) ve [Şekil 3.7.](#)).



Şekil 3. 6. Şekillendirme Öncesi ve Sonrası Örnek Ölçümler

Şekillendirme öncesi ve sonrası görüntülerin DataViewer 1.5.4.0 programı ile çakıştırılması, kırmızı çizgi D1 ve sarı çizgi D2 değerini göstermektedir.



Şekil 3. 7. Çalışmamızda Kullanılan Dişlerin Temsili 3B Rekonstrüksiyonu

A. Kök Kanal Genişletilmesi Yapılmadan Önce B. Kök Kanal Genişletilmesi Yapıldıktan Sonra C. Genişletilmeden Önceki ve Sonraki Görüntülerin Süperimpozisyonu

Apikal transportasyon değerlendirilmesi için apikalden 1, 2, 3, 5 ve 7 mm uzaktaki aksiyal kesitler kullanılmıştır. Şekillendirmeden önce, kanal ve dış duvar arasındaki mesafeden, şekillendirme sonrası kanal ve dış duvar arasındaki mesafe çıkartılarak kanalın apikal bölgesinde şekillendirmeye bağlı meydana gelen yer değiştirme miktarları hesaplanmıştır.

Merkezde kalma yeteneği yine apikalden 1, 2, 3, 5 ve 7 mm uzaktaki aksiyal kesitler kullanılarak değerlendirilmiştir. Şekillendirmeden önce kanal ve dış duvar arasındaki mesafe ile şekillendirme sonrası kanal ve dış duvar arasındaki mesafe oranlanarak kanal merkezleme yetenekleri değerlendirilmiştir.

Apikal transportasyon (AT) ve merkezleme yetenekleri (MY) için aşağıdaki şu formüller kullanılmıştır:

$$AT=(B1-B2)-(L1-L2) \text{ ve } (M1-M2)-(D1-D2)$$

$$MY=(B1-B2)/(L1-L2) \text{ ve } (M1-M2)/(D1-D2)$$

AT değerinin pozitif olması kanalın bukkal veya mezial yönde taşındığını, negatif olması ise kanalın ligual veya distal yönde taşındığını göstermektedir. AT değeri eğer sıfır bulunmuş ise kanalın her yönden eşit şekilde genişlediğini ifade eder.

MY değeri bir oran ifade eder. MY değeri hesaplanırken küçük olan sayı pay kısmına yazılır. Bu değer 0 ile 1 arasında değişir. Bu değer 0'a yakın olması merkezden saptığını, 1'e yakın olması merkezde kaldığını ifade eder.

3.10.İstatiksel Analiz

Çalışma verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 18.0 (SPSS Inc, Şikago, IL, ABD) istatistik paket programı kullanılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi ile yapılmıştır. Levene testinin sonucuna göre

homojen dağılım gösteren gruplar, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı açısından parametrik bir test olan tek yönlü Anova testi ile değerlendirilmiştir. Levene testinin sonucuna göre homojen dağılım göstermeyen gruplar, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı açısından non-parametrik bir test olan Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiştir. Tüm verilerin değerlendirilmesinde % 95 güven aralığı ($P=0.05$) uygulanmıştır.



4. BULGULAR

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre mezio-distal yönde gruplar arasında apikal transportasyon değerleri açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir (Tablo 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5). Bukko-lingual olarak 1,2,3 ve 5 mm’de apikal transportasyon açısından anlamlı bir fark gözlenmezken (Tablo 4.6, 4.7, 4.8, 4.9), bukko-lingual olarak 7 mm’de DWOG ve GWOG grupları arasında anlamlı fark gözlemlendi. DWOG grubu bukko-lingual 7 mm’de GWOG grubuna kıyasla anlamlı olarak daha az apikal transportasyona neden olmuştur. Aynı zamanda bukko-lingual olarak 7 mm’de DHEDM ve GWOG arasında anlamlı fark gözlemlendi ([Tablo 4.10](#)). DHEDM grubu bukko-lingual 7 mm’de GWOG grubuna kıyasla anlamlı olarak daha az apikal transportasyona neden olmuştur ([Tablo 4.10](#)).

Mezio-distal olarak gruplar arasında merkezleme yetenekleri açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir (Tablo 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15). Bukko-lingual olarak 1,2,3 ve 5 mm’de merkezleme yetenekleri açısından anlamlı bir fark gözlenmezken (Tablo 4.16, 4.17, 4.18, 4.19), bukko-lingual olarak 7 mm’de merkezleme yetenekleri açısından DHEDM ve GWOG arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ([Tablo 4.20](#)). DHEDM grubu bukko-lingual 7 mm’de GWOG grubuna kıyasla anlamlı olarak daha fazla merkezde kalabilmiştir ([Tablo 4.20](#)). Çıkarılan dentin hacimleri gruplar arasında birbirine benzerdi, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (Tablo 4.21).

Tablo 4. 1. Mezio-distal yönde apikal 1 mm’de transportasyona ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0080	.1594	.0453279	.051915	.062680
DHEDM	9	.0062	.1217	.0438681	.041670	.049756
GWOG	9	.0198	.2137	.0727871	.086810	.092832
GHEDM	10	.0045	.4296	.1597866	.027095	.115161
P Değeri .582						

Tablo 4. 2. Mezio-distal yönde apikal 2 mm’de transportasyona ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0052	.0880	.0304964	.041070	.042337
DHEDM	9	.0140	.1658	.0513094	.045890	.066068
GWOG	9	.0296	.1864	.0528466	.053660	.075986
GHEDM	10	.0175	.5329	.1556003	.049780	.103494
P Değeri .548						

Tablo 4. 3. Mezio-distal yönde apikal 3 mm’de transportasyona ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0026	.1486	.0482526	.053665	.060303
DHEDM	9	.0079	.1500	.0565498	.056906	.066181
GWOG	9	.0025	.1998	.0594456	.110050	.096072
GHEDM	10	.0062	.0840	.0253042	.031885	.040812
P Değeri .121						

Tablo 4. 4. Mezio-distal yönde apikal 5 mm’de transportasyona ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0144	.3125	.1065870	.058565	.113262
DHEDM	9	.0118	.2408	.0730673	.142580	.128273
GWOG	9	.0021	.1911	.0662389	.128170	.102161
GHEDM	10	.0422	.2689	.0656867	.088860	.104324
P Değeri .771						

Tablo 4. 5. Mezio-distal yönde apikal 7 mm’de transportasyona ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0475	.2587	.0697487	.112860	.135096
DHEDM	9	.0139	.3419	.1313026	.208210	.157372
GWOG	9	.1007	.3835	.1007704	.245770	.244168
GHEDM	10	.0129	.3141	.0955225	.116640	.143122
P Değeri .121						

Tablo 4. 6. Bukko-lingual yönde apikal 1 mm’de transportasyona ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0073	.1533	.0526271	.065330	.074820
DHEDM	9	.0035	.1911	.0605119	.069220	.081010
GWOG	9	.0003	.3232	.0977588	.115780	.107894
GHEDM	10	.0069	.1788	.0508107	.032535	.048154
P Değeri .347						

Tablo 4. 7. Bukko-lingual yönde apikal 2 mm’de transportasyona ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0069	.3057	.0867838	.086645	.094613
DHEDM	9	.0040	.1792	.0649191	.048630	.073162
GWOG	9	.0498	.1969	.0495740	.116440	.122507
GHEDM	10	.0064	.3430	.0969968	.071650	.099200
P Değeri .319						

Tablo 4. 8. Bukko-lingual yönde apikal 3 mm’de transportasyona ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0260	.2802	.0943470	.094115	.119074
DHEDM	9	.0097	.1784	.0501896	.102090	.101989
GWOG	9	.0188	.1118	.0306805	.061290	.067964
GHEDM	10	.0029	.2402	.0851595	.063460	.098802
P Değeri .576						

Tablo 4. 9. Bukko-lingual yönde apikal 5 mm’de transportasyona ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0078	.3784	.1204763	.103890	.136976
DHEDM	9	.0222	.1979	.0607428	.078900	.096403
GWOG	9	.0006	.4341	.1595576	.054330	.129956
GHEDM	10	.0230	.4388	.1312075	.103895	.141786
P Değeri .841						

Tablo 4. 10. Bukko-lingual yönde apikal 7 mm’de transportasyona ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0224	.1006	.0286652	.062025	.057715 ^a
DHEDM	9	.0039	.1919	.0575868	.069790	.073670 ^a
GWOG	9	.0373	.3671	.1072867	.249300	.211567 ^b
GHEDM	10	.0348	.5607	.1571431	.096645	.153769 ^{ab}
P Değeri .005						

Farklı üst simge harfler, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir.

Tablo 4. 11. Mezio-distal yönde merkezleme yeteneğinin 1 mm’ye ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0000	.8935	.3019429	.478659	.403646
DHEDM	9	.1245	.7280	.2149924	.314233	.424488
GWOG	9	.1236	.6550	.1983702	.250368	.328443
GHEDM	10	.0070	.9170	.3906724	.713773	.513688
P Değeri .548						

Tablo 4. 12. Mezio-distal yönde merkezleme yeteneğinin 2 mm’ye ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0755	.8791	.2987556	.659508	.574794
DHEDM	9	.0239	.8353	.2735236	.591099	.481918
GWOG	9	.0467	.7251	.2155459	.452109	.375626
GHEDM	10	.1758	.9131	.2833379	.514774	.532548
P Değeri .431						

Tablo 4. 13. Mezio-distal yönde merkezleme yeteneğinin 3 mm'ye ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.1943	.9836	.2271440	.497264	.493398
DHEDM	9	.0120	.9413	.3629486	.311815	.483834
GWOG	9	.0204	.9229	.3157902	.440235	.415615
GHEDM	10	.3302	.9585	.2261292	.808420	.735913
P Değeri .097						

Tablo 4. 14. Mezio-distal yönde merkezleme yeteneğinin 5 mm'ye ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.1249	.7933	.2443520	.443205	.454665
DHEDM	9	.0396	.8602	.2922862	.497512	.449519
GWOG	9	.0593	.9895	.3286343	.394715	.463191
GHEDM	10	.2255	.7159	.1927212	.605358	.529390
P Değeri .902						

Tablo 4. 15. Mezio-distal yönde merkezleme yeteneğinin 7 mm'ye ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0705	.7889	.2453276	.423626	.437497
DHEDM	9	.1184	.9275	.3320765	.420141	.505694
GWOG	9	.0464	.6946	.2117865	.295719	.322253
GHEDM	10	.2232	.9572	.2352519	.638178	.572569
P Değeri .263						

Tablo 4. 16. Bukko-lingual yönde merkezleme yeteneğinin 1 mm'ye ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0407	.8028	.2858398	.268256	.340174
DHEDM	9	.0555	.5646	.1629464	.184569	.277107
GWOG	9	.0367	.9147	.2996011	.432048	.467660
GHEDM	10	.0352	.8806	.2911730	.537172	.465321
P Değeri .336						

Tablo 4. 17. Bukko-lingual yönde merkezleme yeteneğinin 2 mm'ye ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0597	.8833	.2763020	.231183	.329337
DHEDM	9	.0655	.8994	.3163906	.654471	.521587
GWOG	9	.0958	.5771	.1940888	.251286	.288921
GHEDM	10	.1437	.9489	.2588850	.401207	.444291
P Değeri .314						

Tablo 4. 18. Bukko-lingual yönde merkezleme yeteneğinin 3 mm'ye ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.1270	.8970	.2525798	.217535	.325356
DHEDM	9	.0193	.5200	.1778561	.232980	.257010
GWOG	9	.2124	.8638	.2674535	.460250	.487189
GHEDM	10	.2125	.7148	.1738488	.456563	.471837
P Değeri .056						

Tablo 4. 19. Bukko-lingual yönde merkezleme yeteneğinin 5 mm'ye ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0462	.8252	.2618223	.308518	.358202
DHEDM	9	.0484	.6689	.2268762	.469928	.428711
GWOG	9	.1137	.9959	.2839342	.579977	.518670
GHEDM	10	.0248	.6453	.2401427	.385074	.368151
P Değeri .509						

Tablo 4. 20. Bukko-lingual yönde merkezleme yeteneğinin 7 mm'ye ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.0041	.7869	.2500006	.335955	.335595 ^{ab}
DHEDM	9	.3218	.9298	.2435130	.607519	.599139 ^a
GWOG	9	.0810	.6574	.1802767	.212460	.244876 ^b
GHEDM	10	.1072	.6411	.1882711	.349177	.383838 ^{ab}
P Değeri .025						

Farklı üst simge harfler, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir.

Tablo 4. 21. Çıkarılan dentin miktarına ait istatistikler

Gruplar	N	Minimum	Maksimum	Std Sapma	Ortanca Değer	Ortalama
DWOG	10	.1179	1.8494	.4566669	.789543	.852907
DHEDM	9	.7615	2.0012	.4106617	1.238313	1.297436
GWOG	9	.6238	1.6180	.3786624	1.374243	1.252018
GHEDM	10	.4685	2.0000	.5112065	1.003721	1.163534
P Değeri .138						

5.TARTIŞMA

Bu çalışmada geleneksel şırınga ve devamlı irrigasyon yöntemleriyle, iki farklı hareket prensibiyle çalışan Ni-Ti döner ege sistemlerinin kök kanal şekillendirme yetenekleri mikro-BT ile değerlendirilmiştir. Devamlı irrigasyon tekniği, geleneksel şırınga irrigasyon tekniğine kıyasla daha az apikal transportasyon ve daha iyi merkezde kalma yeteneği gösterdiği için sıfır hipotezimiz reddedilmiştir.

Kök kanal şekillendirilme yeteneğinin değerlendirildiği çalışmalarda, kanalın orijinal şeklinin korunup korunmadığı, kanal eğriliğinin düzleşme miktarı, apikal transportasyon, merkezde kalma yetenekleri değerlendirilmiştir.^{5, 47, 120, 123, 154, 268-270}

Eğri kanallar apikal transportasyon, basamak oluşumu, alet kırılması gibi prosedürel hataların görülme olasılığını arttırmaktadır.^{212, 213} Bu hatalar kanal tedavisinin başarısızlığına neden olabilir.⁷ Kanal eğriliğinin derecesi arttıkça ve eğriliğe ait yarıçap azaldıkça, kanalın düzleşme eğilimi ve transportasyon riski artar.⁶ Bu riskler eğin kesitine, konikliğine, ucuna ve eğin üretildiği alaşım türüne bağlı olarak değişmektedir.²¹⁶ Çalışmamızda, Schneider yöntemine göre eğimi 25°-35° arasında olan mandibular 1. molar dişlerin mezio-bukkal ve mezio-lingual kanalları kullanılmıştır. Çünkü bu kanallar genellikle dar ve eğri olduğu için şekillendirme işlemlerinin zorluğu artmaktadır.²⁷¹

Kök kanal egesinin şekillendirme yeteneği, kanalın koronal kısmından başlayarak apikale doğru sürekli daralan koniklikte genişletebilmesini belirtir. Merkezde kalma yeteneği kök kanal egesinin şekillendirme esnasında kanal ekseni ile aynı hizada kalabilmesini anlatmaktadır. Egeler bu özellikleri basamak veya perforasyon gibi hatalar oluşturmadan göstermelidir.²⁷² Çalışmamızda farklı ısı işlem görmüş ve farklı kinematiğe sahip egelerin, iki farklı irrigasyon yöntemi ile kanal şekillendirme

yeteneklerini değerlendirmek için apikal transportasyon ve merkezde kalma yetenekleri karşılaştırılmıştır.

Kök kanalının genişletilmesi sırasında irrigasyonun apikal transportasyon üzerinde etkili olduğu bilinmektedir.²⁷³ Ancak literatürde devamlı irrigasyonun kök kanal şekillendirmesi üzerine etkisini inceleyen hiçbir çalışma yoktur. Bu yüzden devamlı irrigasyonun kök kanal şekillendirme yeteneği üzerine etkisini karşılaştırabileceğimiz bir başka çalışma olmayıp çalışmamız literatürde bir ildir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre bukko-lingual 7 mm’de DWOĞ grubunda, GWOG grubuna kıyasla anlamlı olarak daha az miktarda apikal transportasyon görölmüştür. Bu sonuç aynı eğe kullanılmasına rağmen, devamlı irrigasyon ile yapılan preparasyonun daha iyi bir şekillendirme yeteneği sunduğunu göstermektedir. Kök kanal şekillendirilmesi sırasında debris uzaklaştırılmasının, debrisye bağlı oluşan apikal transportasyon riskini azalttığı bilinmektedir.²⁷⁴ Devamlı irrigasyon grubunda daha az apikal transportasyon olması, tekniğe bağlı olarak sürekli irrigasyon solüsyonu değişimi sayesinde debris uzaklaştırılması ile açıklanabilir.²⁷ Yapılan bir çalışmaya göre devamlı irrigasyon tekniğine benzeyen SAF sistemi ile kanal içine devamlı irrigasyon solüsyonu verilmesinin, debris artıklarının uzaklaştırılmasında etkin olduğu bulunmuştur.²⁴ çalışmamızda kullanılan devamlı irrigasyon sisteminin, kanal içine devamlı olarak irrigasyon solüsyonu sağladığını, debris çıkışını kolaylaştırdığını ve sistemin bu sayede kayganlaştırıcı etki gösterdiğini düşünmekteyiz. Bu nedenle daha az apikal transportasyon gösterdiğini düşünmekteyiz.

Devamlı irrigasyon sistemine benzer çalışma prensibi olan SAF sisteminin apikalde yetersiz irrigasyona neden olabileceği bildirilmiştir.²⁶⁷ Devamlı irrigasyon sistemi olan Quantec-E sisteminin, smear tabakası kaldırma ve kanal temizliğinin etkinliğini inceleyen bir çalışmada da yalnızca koronal kısımda anlamlı sonuç elde

etmiştir.²⁸ Bu bulgulara bağlanarak sonucun sadece 7 mm’de anlamlı olması, solüsyonunun akışının daha çok koronal kısımda olmasına ve dişlerdeki eğimin koronal kısımda başlamasına bağlanabilir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre bukko-lingual 7 mm’de DHEDM grubunda, GWOG grubuna kıyasla anlamlı olarak daha az miktarda apikal transportasyon ve daha iyi merkezleme yeteneği gözlenmiştir. Çalışmamızda devamlı irrigasyon tekniğinin kanal şekillendirme yeteneği üzerine etkisini değerlendirebilmek için hem tam tur rotasyon hareketi hem de resiprokasyon hareketi sağlayan tek ege sistemleri kullanılmıştır. Apikal transportasyonda ve kanal merkezleme yeteneğinde HEDM ve WOG eğelerinin geleneksel şırınga irrigasyon grupları arasında anlamlı fark gözlenmemiştir. Simüle edilmiş S şekilli rezin blok kanallar üzerinde yapılan bir çalışma, WaveOne Gold Primary, Hyflex EDM OneFile ve Reciproc R25 eğelerinin kök kanallarını şekillendirme yeteneğini karşılaştırmıştır. WaveOne Gold Primay ile Hyflex EDM OneFile eğeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.¹²³ Ayrıca simüle edilmiş L şekilli rezin blok kanallar üzerinde yapılan bir başka çalışma, Protaper Universal, Protaper Next, Hyflex CM, Hyflex EDM ve WaveOne Gold eğelerini apikal transportasyon açısından karşılaştırmıştır. Çalışmada WaveOne Gold ve Hyflex EDM ege grupları arasında apikal transportasyon açısından bir fark gözlenmemiştir.¹⁴⁷ Bizim çalışmamızda da bu çalışmaların sonuçlarına benzer şekilde geleneksel şırınga irrigasyon gruplarında WOG ve HEDM eğeleri arasında şekillendirme yetenekleri açısından fark gözlenmemiştir. Ancak HEDM egesi devamlı irrigasyon tekniği ile kullanıldığında, geleneksel şırınga irrigasyon ile kullanılan WOG egesine göre daha az apikal transportasyon göstermiş ve daha iyi merkezde kalmıştır. Bu bulgular, devamlı irrigasyon tekniğinin kök kanal şekillendirme yeteneği üzerine olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Merkezde kalma yeteneği kök kanal anatomisinden, kök kanal eğesinin tasarımından, alaşımıdan, kanal eğesi ile uygulanan şekillendirme tekniğinden etkilenmektedir.²⁷⁵ Literatürde kök kanal şekillendirilmesinde tam tur rotasyon hareketinin, resiprokasyon hareketiyle çalışan eğelere kıyasla daha az apikal transportasyon oluşturduğunu gösteren çalışmalar vardır.⁴²⁻⁴⁶ Aynı zamanda resiprokasyon hareketinin, tam tur rotasyon hareketine kıyasla kök kanal anatomisi daha iyi koruduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur.⁴⁷⁻⁵² Ayrıca kök kanal şekillendirmesinde tam tur rotasyon ve resiprokasyon hareketlerinin etkisinin olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur.⁵³⁻⁶⁵ Bizim bulgularımız da geleneksel şınga irrigasyon gruplarında farklı hareket prensiplerinin kök kanal şekillendirme yeteneği üzerine etkisi olmadığını desteklemektedir.

Birçok çalışmada eğelerin kinematikleri, koniklikleri ve tasarım özelliklerinin kanal şekillendirme yeteneği üzerine etkisi değerlendirilmiştir.^{54, 55, 272, 276-278} çalışmamızda tam tur rotasyon hareketiyle alışan Hyflex EDM ve resiprokasyon hareketiyle alışan WaveOne Gold Primary eğesi, geleneksel şınga irrigasyon ve devamlı irrigasyon teknikleriyle kullanılmıştır. Geleneksel şınga irrigasyon yöntemi ile kullanılan HEDM ve WOG eğeleri arasında anlamlı bir fark gözlenmezken, devamlı irrigasyon tekniğiyle kullanılan HEDM eğesi, geleneksel şınga irrigasyonu ile kullanılan WOG eğesine karşı anlamlı olarak daha az apikal transportasyon ve daha iyi merkezde kalma yeteneği göstermiştir. Bu sonuçta devamlı irrigasyon tekniğinin ve eğelerin tasarım farklılıklarının etken olduğunu düşünmekteyiz. GHEDM grubu GWOG grubuna kıyasla merkezde kalma yeteneği açısından anlamlı bir fark göstermezken, DHEDM grubunun GWOG grubuna kıyasla daha iyi merkezde kalma yeteneği göstermesini devamlı irrigasyon tekniğinin merkezde kalma yeteneğini olumlu etkilediğini göstermiştir.

Çekilmiş insan dişleri klinik duruma daha benzer olduğu için avantaj sağlamaktadır.²⁷⁹ Ancak çekilmiş insan dişlerindeki en büyük problem standartizasyondur. Rezin bloklar kanal formunu, eğimini ve boyutlarını standartize etmektedir. Ancak rezin kanal blokları dentin sertliği, kanal düzensizlikleri ve doğal apikal daralma gibi doğal diş özelliklerinden yoksundur.²⁸⁰ Ayrıca çekilmiş insan dişleri, KIBT ve Mikro-BT ile üç boyutlu olarak incelenmeye olanak sağlar. Çalışmamızda klinik durumlara benzer olması ve Mikro-BT görüntüleme tekniği ile üç boyutlu olarak incelenmesine olanak sağladığı için insandan çekilmiş mandibular molar dişler kullanılmıştır.

Tam tur rotasyon hareketi ile çalışan Protaper Next ve resiprokasyon hareketiyle çalışan WaveOne sisteminin şekillendirme yeteneğini çekilmiş diş ve rezin kanal bloklarında değerlendiren bir çalışma, rezin kanal bloklarında tam tur rotasyon hareketiyle çalışan Protaper Next eğe sisteminde apikal transportasyonu anlamlı olarak daha az bulmuştur. Ancak aynı çalışmada çekilmiş dişlerde anlamlı bir fark gözlenmemiştir. WaveOne grubunda rezin kanal bloklarında, çekilmiş diş grubuna kıyasla anlamlı olarak daha fazla apikal transportasyon izlenmiştir. Ancak çekilmiş diş grupları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bu bulgulara dayanarak araştırmacılar apikal transportasyonu değerlendirmek için rezin kanal blokların kullanımının uygun olmadığını belirtmişlerdir.¹⁸² Rezin blokların ana dezavantajı, dentine kıyasla farklı mekanik özellikleridir, bu nedenle gerçek klinik koşulları temsil etmezler.²⁸¹ Kök kanal şekillendirilmesinin değerlendirilmesinde en önemli hususlardan birisi de standartizasyondur. Çekilmiş insan dişlerinin kullanılmasında da en büyük sorun çekilmiş dişlerin değişkenliğidir. Bu değişkenleri en aza indirebilmek için benzer anatomik özelliklere sahip olduğunu düşündüğümüz mandibular 1. molar dişlerin mezial kanallarını kullandık. Ayrıca her kanalın apikal foramen genişliğini birbirine yakın

seçmek için #15 K-tipi eğe ile apikal patency kontrolü sağladık. #15 K-tipi eğe ile apikale ulaşp, #20 K-tipi eğe ile apikale ulaşamadığımız dişleri seçtik. Bu şekilde değişkenleri en aza indirmeye çalışsak da tamamen standartize edebilmemiz mümkün değildir. Bu standartizasyonu sağlayamamak çalışmamızın limitasyonudur. Kök kanal şekillendirme yeteneğinin değerlendirildiği çalışmalarda çekilmiş insan dişlerinin kullanılması, klinik duruma daha benzer olduğu için avantaj sağlamaktadır.²⁷⁹ Çalışmamızda klinik durumlara benzer olması ve Mikro-BT görüntüleme tekniği ile üç boyutlu olarak incelenmesine olanak sağladığı için insandan çekilmiş mandibular molar dişler kullanılmıştır.

Kök kanal eğelerin şekillendirme yeteneğinin değerlendirilmesinde kullanılan üç boyutlu görüntüler KIBT, bilgisayarlı tomografi ve Mikro-BT ile elde edilebilir.²⁸² Geleneksel periapikal radyografi üç boyutlu görüntüleri görüntüleyemediği için Mikro-BT konvansiyonel radyografilerden daha üstündür.²⁸³ KIBT, kök kanal şekillendirme yeteneğinin değerlendirilmesinde kesit kalınlığının fazla olmasından dolayı ayrıntıların değerlendirilmesinde yetersiz kalabilmektedir.²⁸² Mikro-BT sistemleri, mikrofokus spot x-ray kaynakları ve yüksek 55 çözünürlüklü dedektörleri sayesinde, 5-50 µm aralığında voksel boyutuna sahip görüntülerin alınmasını sağlamaktadırlar.¹⁷⁵ Voksel boyutu ile görüntü kalitesinin pozitif bir korelasyona sahip olduğu bildirilmiştir.²⁸⁴ Mikro-BT son yıllarda kök kanal sisteminin her kesitten 3 boyutlu olarak değerlendirilmesinde popüler olarak kullanılmaktadır.⁴² Ancak Mikro-BT ile görüntülemenin zaman alıcı ve pahalı olması dezavantajdır.²⁸⁵ Çalışmamızda apikal transportasyon ve kanal merkezleme yeteneğinin değerlendirilmesi için gerekli görüntüler, daha ayrıntılı bir inceleme olanağı sunması sebebiyle Mikro-BT cihazı kullanılmıştır.

Çalışmamızın sonuçlarına göre devamlı irrigasyon ve geleneksel şırınga irrigasyon gruplarında çıkarılan dentin hacimleri benzer sonuçlar göstermiştir. Daha önce

WOG ve HEDM eğelerinin çıkartılan dentin miktarını karşılaştıran bir çalışma yoktur. Bu yüzden WOG ve HEDM eğelerinin dentin uzaklaştırma miktarlarını karşılaştırabileceğimiz bir başka çalışma yoktur. Ancak tam tur rotasyonel hareket ve resiprokal hareket prensibiyle çalışan iki farklı Ni-Ti kanal eğesinin kanal hacim artışlarını değerlendiren bir çalışmaya göre çalışmamızın sonuçlarıyla tutarlı olarak, kanal hacim değişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.²⁸⁶ Ayrıca Protaper eğesinin tam tur rotasyon ve resiprokal hareket ile kullanıldığı ve kanal hacim değişikliğinin karşılaştırıldığı bir çalışmada 2 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.⁶³ Aynı zamanda tam tur rotasyonel hareket ve resiprokal hareketin kanal hacim değişikliğini değerlendiren bir başka çalışma da 2 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.⁶⁴ Çalışmamızın çıkarılan dentin miktarı bulgusu literatürdeki bu bilgileri desteklemektedir. Ayrıca çalışmamızın bu bulgusu literatürde WOG ve HEDM eğelerinin çıkartılan dentin miktarını karşılaştıran bir çalışma olmadığı için bir ilk olarak değerlendirilmiştir.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kök kanallarının şekillendirilmesi için WaveOne Gold Primary ve Hyflex EDM OneFile eğeleri, geleneksel şırınga ve devamlı irrigasyon tekniği ile kullanılmıştır. Bu eğelerin mezio-distal ve bukko-lingual olarak merkezde kalma yetenekleri ve apikal transportasyon miktarları Mikro-BT cihazı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda;

Devamlı irrigasyon WaveOne Gold Primary ege grubu bukko-lingual 7 mm’de geleneksel şırınga irrigasyon WaveOne Gold Primary ege grubuna kıyasla anlamlı olarak daha az apikal transportasyona neden olmuştur.

Devamlı irrigasyon Hyflex EDM OneFile ege grubu bukko-lingual 7 mm’de geleneksel şırınga irrigasyon WaveOne Gold Primary ege grubuna kıyasla anlamlı olarak daha az apikal transportasyona neden olmuştur.

Devamlı irrigasyon Hyflex EDM OneFile ege grubu bukko-lingual 7 mm’de geleneksel şırınga irrigasyon WaveOne Gold Primary ege grubuna kıyasla anlamlı olarak daha fazla merkezde kalabilmiştir.

Çıkarılan dentin miktarı açısından hiçbir grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir.

Diğer seviyelerde ve yönlerde apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği açısından anlamlı fark gözlenmemiştir.

Çalışmamızın limitasyonları dahilinde, kök kanal şekillendirmesinde kullanılan devamlı irrigasyon tekniği, apikal transportasyonu azaltmak ve daha iyi bir merkezleme yeteneği göstermiştir. Bu bağlamda devamlı irrigasyon tekniğinin gelecekte daha fazla çalışmayı hak ettiğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Alim BA, Garip Berker Y. Evaluation of different root canal filling techniques in severely curved canals by micro-computed tomography. *Saudi Dent J*, 2020, 32: 200-205.
2. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1984, 58: 589-599.
3. Estrela C, Pécora JD, Estrela CRA, Guedes OA, Silva BSF, Soares CJ, Sousa-Neto MD. Common Operative Procedural Errors and Clinical Factors Associated with Root Canal Treatment. *Braz Dent J*, 2017, 28: 179-190.
4. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1971, 32: 271-275.
5. Hülsmann M, Peters O, Dummer P. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, 2005, 10: 30-76.
6. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod*, 2012, 38: 850-852.
7. Lin LM, Rosenberg PA, Lin J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? *J Am Dent Assoc*, 2005, 136: 187-193; quiz 231.
8. Poly A, AlMalki F, Marques F, Karabucak B. Canal transportation and centering ratio after preparation in severely curved canals: analysis by micro-computed tomography and double-digital radiography. *Clin Oral Investig*, 2019, 23: 4255-4262.
9. Gutmann JL, Gao Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. *Int Endod J*, 2012, 45: 113-128.
10. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of ProFile.04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int Endod J*, 1997, 30: 1-7.
11. Zmener O, Banegas G. Comparison of three instrumentation techniques in the preparation of simulated curved root canals. *Int Endod J*, 1996, 29: 315-319.
12. Bryant ST, Thompson SA, al-Omari MA, Dummer PM. Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 1. *Int Endod J*, 1998, 31: 275-281.
13. Schirrmeister JF, Strohl C, Altenburger MJ, Wrbas KT, Hellwig E. Shaping ability and safety of five different rotary nickel-titanium instruments compared with stainless steel hand instrumentation in simulated curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2006, 101: 807-813.

14. Carson KR, Goodell GG,McClanahan SB. Comparison of the antimicrobial activity of six irrigants on primary endodontic pathogens. *J Endod*, 2005, 31: 471-473.
15. Darcey J, Jawad S, Taylor C, Roudsari RV,Hunter M. Modern Endodontic Principles Part 4: Irrigation. *Dent Update*, 2016, 43: 20-22, 25-26, 28-30 passim.
16. Schäfer E,Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*, 2004, 37: 239-248.
17. Rödiger T, Döllmann S, Konietzschke F, Drebenstedt S,Hülsmann M. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. *J Endod*, 2010, 36: 1983-1987.
18. Urban K, Donnermeyer D, Schäfer E,Bürklein S. Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. *Clin Oral Investig*, 2017, 21: 2681-2687.
19. Virdee SS, Seymour DW, Farnell D, Bhamra G,Bhakta S. Efficacy of irrigant activation techniques in removing intracanal smear layer and debris from mature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J*, 2018, 51: 605-621.
20. Di Lenarda R, Cadenaro M,Sbaizero O. Effectiveness of 1 mol L-1 citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. *Int Endod J*, 2000, 33: 46-52.
21. Hülsmann M, Schade M,Schäfers F. A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J*, 2001, 34: 538-546.
22. De Moor RJ, Meire M, Goharkhay K, Moritz A,Vanobbergen J. Efficacy of ultrasonic versus laser-activated irrigation to remove artificially placed dentin debris plugs. *J Endod*, 2010, 36: 1580-1583.
23. Peters OA, Bardsley S, Fong J, Pandher G,Divito E. Disinfection of root canals with photon-initiated photoacoustic streaming. *J Endod*, 2011, 37: 1008-1012.
24. Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R,Hof R. The self-adjusting file (SAF). Part 1: respecting the root canal anatomy--a new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod*, 2010, 36: 679-690.
25. Bıçakcı H, Çapar İ D, Genç S, İhtiyar A,Sütçü R. Influence of Rotary Instrumentation with Continuous Irrigation on Pain and Neuropeptide Release Levels: A Randomized Clinical Trial. *J Endod*, 2016, 42: 1613-1619.
26. Taş G,Arslan H. Enstrümantasyon Boyunca Devamlı İrrigasyon Tekniğinin Post-Operatif Ağrıya Etkisi: Randomize Klinik Çalışma. . Department of Dentistry. Atatürk University, 2018.

27. Walters MJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *J Endod*, 2002, 28: 837-839.
28. Setlock J, Fayad MI, BeGole E, Bruzick M. Evaluation of canal cleanliness and smear layer removal after the use of the Quantec-E irrigation system and syringe: a comparative scanning electron microscope study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2003, 96: 614-617.
29. Arslan H, Doğanay Yıldız E, Taş G, Karataş E, Tepecik E. Effects of continuous irrigation at room temperature or +4°C on the cyclic fatigue resistance of K3XF instruments. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*, 2020, 14: 153-157.
30. Sarwar H, Qazi F, Ahmed S, Abidi Y, Naeem M, Shabbir J, Khurshid Z. Efficacy of Handpiece Mounted Continuous Irrigation System for the Removal of Residual Pulpal Debris During Root Canal Preparation. *Eur J Dent*, 2021.
31. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*, 1974, 18: 269-296.
32. Rejula F, Christalin R, Ahmed W, Dinakaran S, Gopinathan AS, Babu A. Measure and compare the Degree of Root Canal Transportation and Canal-centering ability of Twisted, ProTaper, and Conventional Stainless Steel K Files using Spiral Computed Tomography: An in vitro Study. *J Contemp Dent Pract*, 2017, 18: 463-469.
33. Gu Y, Kum KY, Perinpanayagam H, Kim C, Kum DJ, Lim SM, Chang SW, Baek SH, Zhu Q, Yoo YJ. Various heat-treated nickel-titanium rotary instruments evaluated in S-shaped simulated resin canals. *J Dent Sci*, 2017, 12: 14-20.
34. Moazzami F, Khojastepour L, Nabavizadeh M, Seied Habashi M. Cone-Beam Computed Tomography Assessment of Root Canal Transportation by Neoniti and Reciproc Single-File Systems. *Iran Endod J*, 2016, 11: 96-100.
35. Ferreira F, Adeodato C, Barbosa I, Aboud L, Scelza P, Zaccaro Scelza M. Movement kinematics and cyclic fatigue of NiTi rotary instruments: a systematic review. *Int Endod J*, 2017, 50: 143-152.
36. Shubhashini N, Sahu G, Consul S, Nandakishore K, Idris. Rotary Endodontics or Reciprocating Endodontics: Which is New and Which is True? 2016.
37. Ozyurek T, Uslu G, Yılmaz K. Influence of different movement kinematics on cyclic fatigue resistance of nickel-titanium instruments designed for retreatment. *Saudi Endodontic Journal*, 2017, 7: 151-155.
38. Patiño P, Martín-Biedma B, Nogueira J, Cantatore G, Malentacca A, Ruíz-Piñón M. Fracture rate of nickel-titanium instruments using continuous versus alternating rotation. *Endodontic Practice Today*, 2008, 2: 193-197.

39. You S-Y, Bae K-S, Baek S-H, Kum K-Y, Shon WJ, Lee W. Lifespan of One Nickel-Titanium Rotary File with Reciprocating Motion in Curved Root Canals. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 1991-1994.
40. De-Deus G, Moreira EJ, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J*, 2010, 43: 1063-1068.
41. Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Rapisarda E. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. *J Endod*, 2013, 39: 258-261.
42. Marceliano-Alves MF, Sousa-Neto MD, Fidel SR, Steier L, Robinson JP, Pécora JD, Versiani MA. Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multifile rotary systems: a micro-CT study. *Int Endod J*, 2015, 48: 1129-1136.
43. Hasheminia SM, Farhad A, Sheikhi M, Soltani P, Hendi SS, Ahmadi M. Cone-beam Computed Tomographic Analysis of Canal Transportation and Centering Ability of Single-file Systems. *J Endod*, 2018, 44: 1788-1791.
44. Marzouk AM, Ghoneim AG. Computed tomographic evaluation of canal shape instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium systems. *J Endod*, 2013, 39: 906-909.
45. Saleh AM, Vakili Gilani P, Tavanafar S, Schäfer E. Shaping ability of 4 different single-file systems in simulated S-shaped canals. *J Endod*, 2015, 41: 548-552.
46. Simpsy GS, Sajjan GS, Mudunuri P, Chittem J, Prasanthi NN, Balaga P. Shaping ability of reciprocating motion of WaveOne and HyFlex in moderate to severe curved canals: A comparative study with cone beam computed tomography. *J Conserv Dent*, 2016, 19: 578-582.
47. Dhingra A, Kochar R, Banerjee S, Srivastava P. Comparative evaluation of the canal curvature modifications after instrumentation with One Shape rotary and Wave One reciprocating files. *J Conserv Dent*, 2014, 17: 138-141.
48. Jain A, Gupta AS, Agrawal R. Comparative analysis of canal-centering ratio, apical transportation, and remaining dentin thickness between single-file systems, i.e., OneShape and WaveOne reciprocation: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 2018, 21: 637-641.
49. Arslan H, Kırıcı DO, Uygun AD, Khalilov R, Güven Y, Karataş E, Aladağ H. Apical transportation of ProGlider and ProTaper Next activated with different motions. *Int J Artif Organs*, 2017, 39: 625-628.
50. Saber SE, Nagy MM, Schäfer E. Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*, 2015, 48: 109-114.

51. Tambe VH, Nagmode PS, Abraham S, Patait M, Lahoti PV, Jaju N. Comparison of canal transportation and centering ability of rotary protaper, one shape system and wave one system using cone beam computed tomography: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 2014, 17: 561-565.
52. Franco V, Fabiani C, Taschieri S, Malentacca A, Bortolin M, Del Fabbro M. Investigation on the shaping ability of nickel-titanium files when used with a reciprocating motion. *J Endod*, 2011, 37: 1398-1401.
53. Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J*, 2012, 45: 449-461.
54. Mesgarani A, Hamidi MR, Haghani S, Naiemi S, Bijani A. Comparison of apical transportation and centering ability of Mtwo and Reciproc R25 in severely curved canals using cone-beam computed tomography. *Dental research journal*, 2018, 15: 57-62.
55. Zanesco C, Só MV, Schmidt S, Fontanella VR, Graziotin-Soares R, Barletta FB. Apical Transportation, Centering Ratio, and Volume Increase after Manual, Rotary, and Reciprocating Instrumentation in Curved Root Canals: Analysis by Micro-computed Tomographic and Digital Subtraction Radiography. *J Endod*, 2017, 43: 486-490.
56. Singh S, Mirdha N, Shilpa PH, Tiwari RVC, Abdul MSM, Sainudeen S. Shaping Ability of 2Shape and WaveOne Gold Files Using Cone-Beam Computed Tomography. *J Int Soc Prev Community Dent*, 2019, 9: 245-249.
57. Singh S, Abdul MSM, Sharma U, Sainudeen S, Jain C, Kalliath JT. An in vitro Comparative Evaluation of Volume of Removed Dentin, Canal Transportation, and Centering Ratio of 2Shape, WaveOne Gold, and ProTaper Gold Files Using Cone-Beam Computed Tomography. *J Int Soc Prev Community Dent*, 2019, 9: 481-485.
58. Arruda EDS, Sponchiado-Júnior EC, Pandolfo MT, Fredson MAC, Roberi Garcia LDF, Marques AAF. Apical Transportation and Centering Ability After Root Canal Filling Removal Using Reciprocating and Continuous Rotary Systems: A CBCT Study. *Eur J Dent*, 2019, 13: 613-618.
59. D'Amario M, De Angelis F, Mancino M, Frascaria M, Capogreco M, D'Arcangelo C. Canal shaping of different single-file systems in curved root canals. *J Dent Sci*, 2017, 12: 328-332.
60. Naseri M, Paymanpour P, Kangarloo A, Haddadpur S, Dianat O, Ketabi MA. Influence of motion pattern on apical transportation and centering ability of WaveOne single-file technique in curved root canals. *Dental research journal*, 2016, 13: 13-17.
61. Junaid A, Freire LG, da Silveira Bueno CE, Mello I, Cunha RS. Influence of single-file endodontics on apical transportation in curved root canals: an ex vivo micro-computed tomographic study. *J Endod*, 2014, 40: 717-720.

62. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod*, 2014, 40: 852-856.
63. Stern S, Patel S, Foschi F, Sherriff M, Mannocci F. Changes in centring and shaping ability using three nickel–titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography (μ CT). *Int Endod J*, 2012, 45: 514-523.
64. You SY, Kim HC, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Lee W. Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: a comparative study with micro-computed tomography. *J Endod*, 2011, 37: 1296-1300.
65. Paqué F, Zehnder M, De-Deus G. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *J Endod*, 2011, 37: 1394-1397.
66. Bürklein S, Tsotsis P, Schäfer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *J Endod*, 2013, 39: 501-504.
67. Zhou X, Jiang S, Wang X, Wang S, Zhu X, Zhang C. Comparison of dentinal and apical crack formation caused by four different nickel-titanium rotary and reciprocating systems in large and small canals. *Dent Mater J*, 2015, 34: 903-909.
68. Mizrahi SI, Tucker JW, Seltzer S. A scanning electron microscopic study of the efficacy of various endodontic instruments. *Journal of endodontics*, 1975, 1: 324-333.
69. Moodnik RM, Dorn SO, Feldman MJ, Levey M, Borden BG. Efficacy of biomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study. *J Endod*, 1976, 2: 261-266.
70. Walton RE. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endod*, 1976, 2: 304-311.
71. Yilmaz M, Yilmaz S, Dumanı A, Kuden C, Yoldas O. Effects of seven different irrigation techniques on debris and the smear layer: a scanning electron microscopy study. *Niger J Clin Pract*, 2017, 20: 328-334.
72. Peters OA. PC. Cleaning and shaping of the root canal system: Smear layer management. İçinde: *Cohen S, Hargreaves KM, editors. Pathways of the Pulp*, 9 Baskı. St. Louis (MO): MosbyElsevier, 2006: 345.
73. Williams S, Goldman M. Penetrability of the smeared layer by a strain of proteus vulgaris. *Journal of endodontics*, 1985, 11: 385-388.
74. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod*, 1983, 9: 137-142.
75. Gençoğlu N, Samani S, Günday M. Dentinal wall adaptation of thermoplasticized gutta-percha in the absence or presence of smear layer: a scanning electron microscopic study. *J Endod*, 1993, 19: 558-562.

76. Auricchio F, Taylor RL, Lubliner J. Shape-memory alloys: macromodelling and numerical simulations of the superelastic behavior. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 1997, 146: 281-312.
77. Andreasen GF, Hilleman TB. An evaluation of 55 cobalt substituted Nitinol wire for use in orthodontics. *J Am Dent Assoc*, 1971, 82: 1373-1375.
78. Civjan S, Huget EF, DeSimon LB. Potential applications of certain nickel-titanium (nitinol) alloys. *J Dent Res*, 1975, 54: 89-96.
79. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod*, 1988, 14: 346-351.
80. Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J*, 2000, 33: 297-310.
81. Gavini G, Santos MD, Caldeira CL, Machado MEL, Freire LG, Iglecias EF, Peters OA, Candeiro GTM. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res*, 2018, 32: e67.
82. Nemat-Nasser S, Guo W-G. Superelastic and cyclic response of NiTi SMA at various strain rates and temperatures. *Mechanics of Materials*, 2006, 38: 463-474.
83. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. *Int Endod J*, 2018, 51: 1088-1103.
84. Miyazaki S, Otsuka K. Deformation and transition behaviour associated with the R-Phase in Ti-Ni alloys. *Metallurgical Transactions A*, 1986, 17: 53-63.
85. Ammon D. Endodontic instruments and the methods of manufacturing thereof. 2014.
86. Kuhn G, Jordan L. Fatigue and mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*, 2002, 28: 716-720.
87. Zhou H, Peng B, Zheng Y-F. An overview of the mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments. *Endodontic Topics*, 2013, 29: 42-54.
88. Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod*, 2013, 39: 163-172.
89. Shen Y, Coil JM, Zhou H, Zheng Y, Haapasalo M. HyFlex nickel-titanium rotary instruments after clinical use: metallurgical properties. *Int Endod J*, 2013, 46: 720-729.
90. Brantley WA, Svec TA, Iijima M, Powers JM, Grentzer TH. Differential scanning calorimetric studies of nickel titanium rotary endodontic instruments. *J Endod*, 2002, 28: 567-572.
91. Pereira ES, Peixoto IF, Viana AC, Oliveira, II, Gonzalez BM, Buono VT, Bahia MG. Physical and mechanical properties of a thermomechanically

treated NiTi wire used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *Int Endod J*, 2012, 45: 469-474.

92. Kuhn G, Tavernier B, Jordan L. Influence of structure on nickel-titanium endodontic instruments failure. *J Endod*, 2001, 27: 516-520.

93. Anderson ME, Price JW, Parashos P. Fracture resistance of electropolished rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*, 2007, 33: 1212-1216.

94. Cheung GS, Shen Y, Darvell BW. Does electropolishing improve the low-cycle fatigue behavior of a nickel-titanium rotary instrument in hypochlorite? *J Endod*, 2007, 33: 1217-1221.

95. Lopes HP, Elias CN, Vieira VT, Moreira EJ, Marques RV, de Oliveira JC, Debelian G, Siqueira JF, Jr. Effects of electropolishing surface treatment on the cyclic fatigue resistance of BioRace nickel-titanium rotary instruments. *J Endod*, 2010, 36: 1653-1657.

96. Bonaccorso A, Tripi TR, Rondelli G, Condorelli GG, Cantatore G, Schäfer E. Pitting corrosion resistance of nickel-titanium rotary instruments with different surface treatments in seventeen percent ethylenediaminetetraacetic Acid and sodium chloride solutions. *J Endod*, 2008, 34: 208-211.

97. Lopes HP, Elias CN, Vieira MV, Vieira VT, de Souza LC, Dos Santos AL. Influence of Surface Roughness on the Fatigue Life of Nickel-Titanium Rotary Endodontic Instruments. *J Endod*, 2016, 42: 965-968.

98. Lopes H, Elias C, Vieira M, Vieira V, Inojosa I, Ferreira L. Influence of the surface roughness on the torsional resistance of nickel-titanium rotary endodontic instruments. *İçinde: ENDO – Endodontic Practice Today*, 2017.

99. Bui TB, Mitchell JC, Baumgartner JC. Effect of electropolishing ProFile nickel-titanium rotary instruments on cyclic fatigue resistance, torsional resistance, and cutting efficiency. *J Endod*, 2008, 34: 190-193.

100. Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, Testarelli L. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod*, 2008, 34: 1003-1005.

101. Berendt C. Method of preparing Nitinol for use in manufacturing instruments with improved fatigue resistance. 2007.

102. Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, Clark WA, Kovarik L, Buie C, Liu J, Ben Johnson W. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *J Endod*, 2009, 35: 1589-1593.

103. Ye J, Gao Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *J Endod*, 2012, 38: 105-107.

104. Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/.04 rotary instruments. *J Endod*, 2008, 34: 1406-1409.
105. Montalvão D, Alçada F. Numeric Comparison of the Static Mechanical Behavior between ProFile GT and ProFile GT Series X Rotary Nickel-Titanium Files. *Journal of endodontics*, 2011, 37: 1158-1161.
106. Gao Y, Gutmann JL, Wilkinson K, Maxwell R, Ammon D. Evaluation of the impact of raw materials on the fatigue and mechanical properties of ProFile Vortex rotary instruments. *J Endod*, 2012, 38: 398-401.
107. Pereira ES, Gomes RO, Leroy AM, Singh R, Peters OA, Bahia MG, Bueno VT. Mechanical behavior of M-Wire and conventional NiTi wire used to manufacture rotary endodontic instruments. *Dent Mater*, 2013, 29: e318-324.
108. Tabassum S, Zafar K, Umer F. Nickel-Titanium Rotary File Systems: What's New? 2019, 4: 111-117.
109. Ha JH, Kim SK, Cohenca N, Kim HC. Effect of R-phase heat treatment on torsional resistance and cyclic fatigue fracture. *J Endod*, 2013, 39: 389-393.
110. Yum J, Cheung GS, Park JK, Hur B, Kim HC. Torsional strength and toughness of nickel-titanium rotary files. *J Endod*, 2011, 37: 382-386.
111. Park SY, Cheung GS, Yum J, Hur B, Park JK, Kim HC. Dynamic torsional resistance of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod*, 2010, 36: 1200-1204.
112. King JB, Roberts HW, Bergeron BE, Mayerchak MJ. The effect of autoclaving on torsional moment of two nickel-titanium endodontic files. *Int Endod J*, 2012, 45: 156-161.
113. Casper RB, Roberts HW, Roberts MD, Himel VT, Bergeron BE. Comparison of autoclaving effects on torsional deformation and fracture resistance of three innovative endodontic file systems. *J Endod*, 2011, 37: 1572-1575.
114. Pinheiro SR, Alcalde MP, Vivacqua-Gomes N, Bramante CM, Vivan RR, Duarte MAH, Vasconcelos BC. Evaluation of apical transportation and centring ability of five thermally treated NiTi rotary systems. *Int Endod J*, 2018, 51: 705-713.
115. Kishore A, Gurtu A, Bansal R, Singhal A, Mohan S, Mehrotra A. Comparison of canal transportation and centering ability of Twisted Files, HyFlex controlled memory, and Wave One using computed tomography scan: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 2017, 20: 161-165.
116. Testarelli L, Plotino G, Al-Sudani D, Vincenzi V, Giansiracusa A, Grande NM, Gambarini G. Bending properties of a new nickel-titanium alloy with a lower percent by weight of nickel. *J Endod*, 2011, 37: 1293-1295.
117. de Vasconcelos RA, Murphy S, Carvalho CA, Govindjee RG, Govindjee S, Peters OA. Evidence for Reduced Fatigue Resistance of

Contemporary Rotary Instruments Exposed to Body Temperature. *J Endod*, 2016, 42: 782-787.

118. Plotino G, Grande NM, Cotti E, Testarelli L, Gambarini G. Blue treatment enhances cyclic fatigue resistance of vortex nickel-titanium rotary files. *J Endod*, 2014, 40: 1451-1453.

119. Hu W, Whitten B, Sedgley C, Svec T. Effect of three NiTi files on transportation of the apical foramen. *Int Endod J*, 2014, 47: 1064-1071.

120. Elnaghy AM, Elsaka SE. Shaping ability of ProTaper Gold and ProTaper Universal files by using cone-beam computed tomography. *Indian J Dent Res*, 2016, 27: 37-41.

121. Silva EJNL, Muniz BL, Pires F, Belladonna FG, Neves AA, Souza EM, De-Deus G. Comparison of canal transportation in simulated curved canals prepared with ProTaper Universal and ProTaper Gold systems. *Restorative dentistry & endodontics*, 2016, 41: 1-5.

122. Duque JA, Vivan RR, Cavenago BC, Amoroso-Silva PA, Bernardes RA, Vasconcelos BCd, Duarte MAH. Influence of NiTi alloy on the root canal shaping capabilities of the ProTaper Universal and ProTaper Gold rotary instrument systems. *Journal of applied oral science : revista FOB*, 2017, 25: 27-33.

123. Özyürek T, Yılmaz K, Uslu G. Shaping Ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM Single-file Systems in Simulated S-shaped Canals. *J Endod*, 2017, 43: 805-809.

124. MicroMega. <http://micro-mega.com/shaping/2shape/?lang=en>. 14.01.2021.

125. Khasnis SA, Kar PP, Kamal A, Patil JD. Rotary science and its impact on instrument separation: A focused review. *J Conserv Dent*, 2018, 21: 116-124.

126. Staffoli S, Grande NM, Plotino G, Özyürek T, Gündoğar M, Fortunato L, Polimeni A. Influence of environmental temperature, heat-treatment and design on the cyclic fatigue resistance of three generations of a single-file nickel-titanium rotary instrument. *Odontology*, 2019, 107: 301-307.

127. MicroMega. <https://micro-mega.com/shaping/one-curve/?lang=en>. 14.01.2021.

128. Daneshmand S. Influence of machining parameters on electro discharge machining of NiTi shape memory alloys. *International journal of electrochemical science*, 2013, 8: 2013.

129. Bojorquez B, Marloth RT, Es-Said OS. Formation of a crater in the workpiece on an electrical discharge machine. *Engineering Failure Analysis*, 2002, 9: 93-97.

130. Singh S, Maheshwari S, Pandey PC. Some investigations into the electric discharge machining of hardened tool steel using different electrode materials. *Journal of Materials Processing Technology*, 2004, 149: 272-277.

131. Pirani C, Iacono F, Generali L, Sassatelli P, Nucci C, Lusvarghi L, Gandolfi MG, Prati C. HyFlex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. *Int Endod J*, 2016, 49: 483-493.
132. Iacono F, Pirani C, Generali L, Bolelli G, Sassatelli P, Lusvarghi L, Gandolfi MG, Giorgini L, Prati C. Structural analysis of HyFlex EDM instruments. *Int Endod J*, 2017, 50: 303-313.
133. Kaval ME, Capar ID, Ertas H. Evaluation of the Cyclic Fatigue and Torsional Resistance of Novel Nickel-Titanium Rotary Files with Various Alloy Properties. *J Endod*, 2016, 42: 1840-1843.
134. Pedullà E, Lo Savio F, Boninelli S, Plotino G, Grande NM, La Rosa G, Rapisarda E. Torsional and Cyclic Fatigue Resistance of a New Nickel-Titanium Instrument Manufactured by Electrical Discharge Machining. *J Endod*, 2016, 42: 156-159.
135. Goo HJ, Kwak SW, Ha JH, Pedullà E, Kim HC. Mechanical Properties of Various Heat-treated Nickel-titanium Rotary Instruments. *J Endod*, 2017, 43: 1872-1877.
136. Gündoğar M, Özyürek T. Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue Nickel-titanium Instruments. *J Endod*, 2017, 43: 1192-1196.
137. Uslu G, Özyürek T, Yılmaz K. Comparison of Alterations in the Surface Topographies of HyFlex CM and HyFlex EDM Nickel-titanium Files after Root Canal Preparation: A Three-dimensional Optical Profilometry Study. *J Endod*, 2018, 44: 115-119.
138. Venino PM, Citterio CL, Pellegatta A, Ciccarelli M, Maddalone M. A Micro-computed Tomography Evaluation of the Shaping Ability of Two Nickel-titanium Instruments, HyFlex EDM and ProTaper Next. *J Endod*, 2017, 43: 628-632.
139. Keskin C, Inan U, Demiral M, Keleş A. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold Reciprocating Instruments. *J Endod*, 2017, 43: 1360-1363.
140. Özyürek T. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc, WaveOne, and WaveOne Gold Nickel-Titanium Instruments. *J Endod*, 2016, 42: 1536-1539.
141. Ruddle CJ. Single-File Shaping Technique: Achieving a Gold Medal Result. *Dent Today*, 2016, 35: 98, 100, 102-103.
142. Yılmaz A. Comparison of the shaping ability of WaveOne Gold system with or without different glide path techniques in simulated curved S-shaped root canals. *Yeditepe Dental Journal*, 2020, 16: 25-30.
143. Webber J. Shaping canals with confidence: WaveOne GOLD single-file reciprocating system. 2016.

144. Theisen W, Schuermann A. Electro discharge machining of nickel–titanium shape memory alloys. *Materials Science and Engineering: A*, 2004, 378: 200-204.
145. Jacques Pernot, Xavier Rolland, Hubert Euvrard. Endodontic instrument with rough surfaces, and method for producing such an instrument. Patent Application WO2015028743 A1. 2015.
146. Arias A, Macorra JC, Govindjee S, Peters OA. Correlation between Temperature-dependent Fatigue Resistance and Differential Scanning Calorimetry Analysis for 2 Contemporary Rotary Instruments. *J Endod*, 2018, 44: 630-634.
147. Radwański M, Łęski M, Pawlicka H. The influence of the manufacturing process of rotary files on the shaping of L-shaped canals. *Dent Med Probl*, 2018, 55: 389-394.
148. Thompson M, Sidow SJ, Lindsey K, Chuang A, McPherson JC, 3rd. Evaluation of a new filing system's ability to maintain canal morphology. *J Endod*, 2014, 40: 867-870.
149. Gambill JM, Alder M, del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod*, 1996, 22: 369-375.
150. Velozo C, Silva S, Almeida A, Romeiro K, Vieira B, Dantas H, Sousa F, De Albuquerque DS. Shaping ability of XP-endo Shaper and ProTaper Next in long oval-shaped canals: a micro-computed tomography study. *Int Endod J*, 2020, 53: 998-1006.
151. Zuolo ML, Zaia AA, Belladonna FG, Silva E, Souza EM, Versiani MA, Lopes RT, De-Deus G. Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. *Int Endod J*, 2018, 51: 564-571.
152. Alfadley A, Alrajhi A, Alissa H, Alzeghaibi F, Hamadah L, Alfouzan K, Jamleh A. Shaping Ability of XP Endo Shaper File in Curved Root Canal Models. *Int J Dent*, 2020, 2020: 4687045.
153. Çelik G, Maden M, Savgat A, Orhan H. Shaping ability of the profile 25/0.06 and protaper F2 in rotary motion, and reciproc in simulated canals. *PeerJ*, 2018, 6: e6109.
154. Campanella V, Gianni L, Libonati A, Gallusi G. Shaping Ability of Reciproc R25 File and Mtwo System Used in Continuous and Reciprocating Motion. *J Contemp Dent Pract*, 2020, 21: 171-177.
155. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod*, 1975, 1: 255-262.
156. Weine FS, Kelly RF, Bray KE. Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. *J Endod*, 1976, 2: 298-303.
157. Eldeeb ME, Boraas JC. The effect of different files on the preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J*, 1985, 18: 1-7.

158. Spyropoulos S, Eldeeb ME, Messer HH. The effect of Giromatic files on the preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J*, 1987, 20: 133-142.
159. Miserendino LJ, Miserendino CA, Moser JB, Heuer MA, Osetek EM. Cutting efficiency of endodontic instruments. Part III. Comparison of sonic and ultrasonic instrument systems. *Journal of endodontics*, 1988, 14: 24-30.
160. Lim KC, Webber J. The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape. *International endodontic journal*, 1985, 18 4: 240-246.
161. Cunningham CJ, Senia ES. A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *Journal of endodontics*, 1992, 18: 294-300.
162. Abou-Rass M, Jastrab RJ. The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. *J Endod*, 1982, 8: 78-82.
163. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod*, 1987, 13: 243-245.
164. Calhoun G, Montgomery S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endod*, 1988, 14: 273-277.
165. Southard DW, Oswald RJ, Natkin E. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *J Endod*, 1987, 13: 479-489.
166. Trope M, Langer I, Maltz D, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated premolars. *Endod Dent Traumatol*, 1986, 2: 35-38.
167. Venturi M, Prati C, Capelli G, Falconi M, Breschi L. A preliminary analysis of the morphology of lateral canals after root canal filling using a tooth-clearing technique. *Int Endod J*, 2003, 36: 54-63.
168. Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evanson L. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1969, 28: 419-425.
169. Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J*, 2003, 36: 86-92.
170. Versiani MA, Pascon EA, de Sousa CJ, Borges MA, Sousa-Neto MD. Influence of shaft design on the shaping ability of 3 nickel-titanium rotary systems by means of spiral computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2008, 105: 807-813.
171. Singh S, Gupta T, Pandey V, Singhanian H, Pandey P, Gangavane S. Shaping Ability of Two-shape and ProTaper Gold Files by using Cone-beam Computed Tomography. *J Contemp Dent Pract*, 2019, 20: 330-334.
172. Feldkamp LA, Goldstein SA, Parfitt AM, Jesion G, Kleerekoper M. The direct examination of three-dimensional bone architecture in vitro by computed tomography. *J Bone Miner Res*, 1989, 4: 3-11.

173. Kuhn JL, Goldstein SA, Feldkamp LA, Goulet RW, Jesion G. Evaluation of a microcomputed tomography system to study trabecular bone structure. *J Orthop Res*, 1990, 8: 833-842.
174. Landis EN, Keane DT. X-ray microtomography. *Materials Characterization*, 2010, 61: 1305-1316.
175. Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci*, 2009, 1: 177-188.
176. Sasov A, Van Dyck D. Desktop X-ray microscopy and microtomography. *J Microsc*, 1998, 191: 151-158.
177. Guldberg RE, Ballock RT, Boyan BD, Duvall CL, Lin AS, Nagaraja S, Oest M, Phillips J, Porter BD, Robertson G, Taylor WR. Analyzing bone, blood vessels, and biomaterials with microcomputed tomography. *IEEE Eng Med Biol Mag*, 2003, 22: 77-83.
178. Guldberg RE, Lin AS, Coleman R, Robertson G, Duvall C. Microcomputed tomography imaging of skeletal development and growth. *Birth Defects Res C Embryo Today*, 2004, 72: 250-259.
179. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *Int Endod J*, 2001, 34: 390-398.
180. Aboud LRL, Santos BCD, Lopes RT, Viana LAC, Scelza MFZ. Effect of Aging on Dentinal Crack Formation after Treatment and Retreatment Procedures: a Micro-CT Study. *Braz Dent J*, 2018, 29: 530-535.
181. Michetti J, Maret D, Mallet JP, Diemer F. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod*, 2010, 36: 1187-1190.
182. Alrahabi M, Zafar M. Assessment of apical transportation caused by nickel-titanium rotary systems with full rotation and reciprocating movements using extracted teeth and resin blocks with simulated root canals: A comparative study. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 2018, 21: 772-777.
183. Al-Jadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M. Acoustic hypochlorite activation in simulated curved canals. *J Endod*, 2009, 35: 1408-1411.
184. Shah DY, Wadekar SI, Dadpe AM, Jadhav GR, Choudhary LJ, Kalra DD. Canal transportation and centering ability of protaper and self-adjusting file system in long oval canals: An ex-vivo cone-beam computed tomography analysis. *J Conserv Dent*, 2017, 20: 105-109.
185. Liu Z, Liu J, Gu L, Liu W, Wei X, Ling J. The shaping and cleaning abilities of self-adjusting files in the preparation of canals with isthmuses after glidepath enlargement with ISO or ProTaper Universal NiTi files. *J Dent Sci*, 2016, 11: 83-89.
186. Nathani TI, Nathani AI, Pawar AM, Khakiani MI, Ruiz XF, Olivieri JG. Canal Transportation and Centering Ability in Long Oval Canals: A Multidimensional Analysis. *J Endod*, 2019, 45: 1242-1247.

187. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*, 2004, 30: 559-567.
188. al-Omari MA, Dummer PM, Newcombe RG, Doller R. Comparison of six files to prepare simulated root canals. 2. *Int Endod J*, 1992, 25: 67-81.
189. Nagy CD, Bartha K, Bernáth M, Verdes E, Szabó J. The effect of root canal morphology on canal shape following instrumentation using different techniques. *Int Endod J*, 1997, 30: 133-140.
190. Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J*, 2003, 36: 93-99.
191. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The Anticurvature Filing Method to Prepare the Curved Root Canal. *The Journal of the American Dental Association*, 1980, 101: 792-794.
192. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J*, 2005, 38: 743-752.
193. Martín-Micó M, Forner-Navarro L, Almenar-García A. Modification of the working length after rotary instrumentation: a comparative study of four systems. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2009, 14: E153-157.
194. Aşçı PDSK. Kök Kanalının Mekanik Şekillendirilmesi. İçinde: Özer SY (editör). *Endodonti*, İstanbul, 2014: 385-405.
195. Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PM. Management of intracanal separated instruments. *J Endod*, 2013, 39: 569-581.
196. McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. *Br Dent J*, 2013, 214: 395-400.
197. Gencoglu N, Helvacioğlu D. Comparison of the different techniques to remove fractured endodontic instruments from root canal systems. *Eur J Dent*, 2009, 3: 90-95.
198. Fors UG, Berg JO. A method for the removal of broken endodontic instruments from root canals. *J Endod*, 1983, 9: 156-159.
199. Jafarzadeh H, Abbott PV. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. *J Endod*, 2007, 33: 1155-1162.
200. Estrela C, Decurcio DA, Rossi-Fedele G, Silva JA, Guedes OA, Borges Á H. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. *Braz Oral Res*, 2018, 32: e73.
201. Nicholls E. Treatment of traumatic perforations of the pulp cavity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1962, 15: 603-612.
202. Seltzer S, Sinai I, August D. Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. *J Dent Res*, 1970, 49: 332-339.
203. Frank AL, Weine FS. Nonsurgical therapy for the perforative defect of internal resorption. *J Am Dent Assoc*, 1973, 87: 863-868.
204. Frank AL. Resorption, perforations, and fractures. *Dent Clin North Am*, 1974, 18: 465-487.

205. Oswald RJ. Procedural accidents and their repair. *Dent Clin North Am*, 1979, 23: 593-616.
206. Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Traumatol*, 1996, 12: 255-264.
207. Roda RS. Root perforation repair: surgical and nonsurgical management. *Pract Proced Aesthet Dent*, 2001, 13: 467-472; quiz 474.
208. Tsesis I, Fuss ZVI. Diagnosis and treatment of accidental root perforations. *Endodontic Topics*, 2006, 13: 95-107.
209. Estrela C BJ, Moura MS, Lopes HP. . Treatment of endodontic failure. İçinde: Estrela C. *Endodontic Science*, 2 Baskı. São Paulo: Artes Médicas, 2009: 917-952.
210. Roda RS GB. Nonsurgical retreatment. İçinde: Hargreaves KM BL (editör). *Cohen's Pathways of the pulp*, St. Louis: Elsevier, 2016: 324-386.
211. Ciobanu IE, Rusu D, Stratul SI, Didilescu AC, Cristache CM. Root Canal Stripping: Malpractice or Common Procedural Accident-An Ethical Dilemma in Endodontics. *Case Rep Dent*, 2016, 2016: 4841090.
212. Yamamura B, Cox TC, Heddaya B, Flake NM, Johnson JD, Paranjpe A. Comparing canal transportation and centering ability of endosequence and vortex rotary files by using micro-computed tomography. *J Endod*, 2012, 38: 1121-1125.
213. Stewart JT, Lafkowitz S, Appelbaum K, Hartwell G. Distortion and breakage of Liberator, EndoSequence, and ProFile systems in severely curved roots of molars. *J Endod*, 2010, 36: 729-731.
214. López FU, Travessas JA, Fachin E, Fontanella V, Grecca F. Apical transportation: two assessment methods. *Aust Endod J*, 2009, 35: 85-88.
215. Hartmann MS, Fontanella VR, Vanni JR, Fornari VJ, Barletta FB. CT evaluation of apical canal transportation associated with stainless steel hand files, oscillatory technique and pro taper rotary system. *Braz Dent J*, 2011, 22: 288-293.
216. Chole D, Burad D, Kundoor D, Bakle D, Devagirkar D, Deshpande D. Canal Transportation- A Threat in Endodontics: A Review. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 2016, 15: 64-72.
217. M S. Hand instrumentation in root canal preparation. *Endodontic Topics*, 2005, 10: 163-167.
218. Lam TV, Lewis DJ, Atkins DR, Macfarlane RH, Clarkson RM, Whitehead MG, Brockhurst PJ, Moule AJ. Changes in root canal morphology in simulated curved canals over-instrumented with a variety of stainless steel and nickel titanium files. *Aust Dent J*, 1999, 44: 12-19.
219. Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J*, 2007, 52: S52-63.
220. Mantri SP, Kapur R, Gupta NA, Kapur CA. Type III apical transportation of root canal. *Contemp Clin Dent*, 2012, 3: 134-136.

221. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*, 2009, 35: 791-804.
222. van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J*, 2006, 39: 472-476.
223. Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J. An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *J Endod*, 1995, 21: 277-280.
224. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1977, 44: 306-312.
225. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod*, 1983, 9: 475-479.
226. Al-Hadlaq SM, Al-Turaiki SA, Al-Sulami U, Saad AY. Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *J Endod*, 2006, 32: 1181-1184.
227. Keir DM, Senia ES, Montgomery S. Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. *J Endod*, 1990, 16: 323-327.
228. Machtou P. Irrigation investigation in endodontics. Paris, France: Masters thesis: Paris VII University, 1980.
229. Caron G. Cleaning efficiency of the apical millimeters of curved canals using three different modalities of irrigant activation: an SEM study. Paris, France: Masters thesis: Paris VII University, 2007.
230. J RC. MICROBRUSH FOR ENDODONTIC USE. 2001.
231. Pasricha SK, Makkar S, Gupta P. Pressure alteration techniques in endodontics- a review of literature. *J Clin Diagn Res*, 2015, 9: Ze01-06.
232. Weise M, Roggendorf M, Ebert J, Petschelt A, Frankenberger R. Four methods for cleaning simulated lateral extensions of curved root canals: A SEM evaluation. *Int Endod J*, 2007, 40: 991-992.
233. Tronstad L, Barnett F, Schwartzben L, Frasca P. Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod Dent Traumatol*, 1985, 1: 69-76.
234. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *J Endod*, 1987, 13: 93-101.
235. CJ R. Pathways of the pulp. İçinde: Cohen S B, R.C. (editör). St. Louis, USA, 2002.
236. Ruddle C. Endodontic disinfection: Tsunami irrigation. *Saudi Endodontic Journal*, 2015, 5: 1-12.
237. Pitt WG. Removal of oral biofilm by sonic phenomena. *Am J Dent*, 2005, 18: 345-352.

238. Stamos DE, Sadeghi EM, Haasch GC, Gerstein H. An in vitro comparison study to quantitate the debridement ability of hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. *J Endod*, 1987, 13: 434-440.
239. Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A Comparison of the Cleaning Efficacy of Short-Term Sonic and Ultrasonic Passive Irrigation after Hand Instrumentation in Molar Root Canals. *Journal of endodontics*, 2003, 29: 674-678.
240. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod*, 1999, 25: 735-738.
241. Parikh M, Kishan K, Solanki N, Parikh M, Savaliya K, Bindu V, Devika T. Efficacy of removal of calcium hydroxide medicament from root canals by endoactivator and endovac irrigation techniques: A Systematic review of *in vitro* studies. *Contemporary Clinical Dentistry*, 2019, 10: 135-142.
242. Paragliola R, Franco V, Fabiani C, Mazzoni A, Nato F, Tay FR, Breschi L, Grandini S. Final rinse optimization: influence of different agitation protocols. *J Endod*, 2010, 36: 282-285.
243. Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *J Endod*, 2010, 36: 1361-1366.
244. Bilgili D, Yilmaz S, Dumani A, Yoldas O. Retracted: Postoperative pain after irrigation with Vibringe versus a conventional needle: a randomized controlled trial. *Int Endod J*, 2016, 49: 813.
245. Aksel H, Küçükkaya Eren S, Puralı N, Serper A, Azim AA. Efficacy of different irrigant protocols and application systems on sealer penetration using a stepwise CLSM analysis. *Microsc Res Tech*, 2017, 80: 1323-1327.
246. Johnson M, Sidow SJ, Looney SW, Lindsey K, Niu LN, Tay FR. Canal and isthmus debridement efficacy using a sonic irrigation technique in a closed-canal system. *J Endod*, 2012, 38: 1265-1268.
247. Bolles JA, He J, Svoboda KK, Schneiderman E, Glickman GN. Comparison of Vibringe, EndoActivator, and needle irrigation on sealer penetration in extracted human teeth. *J Endod*, 2013, 39: 708-711.
248. Karatas E, Ozsu D, Arslan H, Erdogan AS. Comparison of the effect of nonactivated self-adjusting file system, Vibringe, EndoVac, ultrasonic and needle irrigation on apical extrusion of debris. *Int Endod J*, 2015, 48: 317-322.
249. Walmsley AD, Williams AR. Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. *J Endod*, 1989, 15: 189-194.
250. Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci SC, Hume WR, Heithersay GS. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J*, 1991, 24: 308-316.

251. Klyn SL, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. In vitro comparisons of debris removal of the EndoActivator system, the F file, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod*, 2010, 36: 1367-1371.
252. Lottanti S, Gautschi H, Sener B, Zehnder M. Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer. *Int Endod J*, 2009, 42: 335-343.
253. Munley PJ, Goodell GG. Comparison of passive ultrasonic debridement between fluted and nonfluted instruments in root canals. *J Endod*, 2007, 33: 578-580.
254. Mozo S, Llena C, Forner L. Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2012, 17: e512-516.
255. Al-Jadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M. Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation. *Int Endod J*, 2009, 42: 59-65.
256. Schoeffel GJ. The EndoVac method of endodontic irrigation: safety first. *Dent Today*, 2007, 26: 92, 94, 96 passim.
257. Schoeffel GJ. The EndoVac method of endodontic irrigation, part 2-- efficacy. *Dent Today*, 2008, 27: 82, 84, 86-87.
258. Hauser V, Braun A, Frentzen M. Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo). *Int Endod J*, 2007, 40: 644-652.
259. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J*, 2008, 41: 602-608.
260. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin North Am*, 2004, 48: 751-770, v.
261. Blanken J, De Moor RJ, Meire M, Verdaasdonk R. Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 1: a visualization study. *Lasers Surg Med*, 2009, 41: 514-519.
262. DiVito E, Colonna MP, Olivi G. The Photoacoustic Efficacy of an Er : YAG Laser with Radial and Stripped Tips on Root Canal Dentin Walls : An SEM Evaluation. 2011.
263. Olivi G, DiVito E, Peters O, Kaitsas V, Angiero F, Signore A, Benedicenti S. Disinfection efficacy of photon-induced photoacoustic streaming on root canals infected with *Enterococcus faecalis*: an ex vivo study. *J Am Dent Assoc*, 2014, 145: 843-848.
264. Olivi G, DiVito E. Photoacoustic Endodontics using PIPS TM : experimental background and clinical protocol. 2012.

265. DiVito E, Peters OA, Olivi G. Effectiveness of the erbium:YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Lasers Med Sci*, 2012, 27: 273-280.
266. De-Deus G, Souza EM, Barino B, Maia J, Zamolyi RQ, Reis C, Kfir A. The self-adjusting file optimizes debridement quality in oval-shaped root canals. *J Endod*, 2011, 37: 701-705.
267. Paranjpe A, de Gregorio C, Gonzalez AM, Gomez A, Silva Herzog D, Piña AA, Cohenca N. Efficacy of the self-adjusting file system on cleaning and shaping oval canals: a microbiological and microscopic evaluation. *J Endod*, 2012, 38: 226-231.
268. Hartmann RC, Peters OA, de Figueiredo JAP, Rossi-Fedele G. Association of manual or engine-driven glide path preparation with canal centring and apical transportation: a systematic review. *Int Endod J*, 2018, 51: 1239-1252.
269. Pasqualini D, Mollo L, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, Migliaretti G, Berutti E. Postoperative pain after manual and mechanical glide path: a randomized clinical trial. *J Endod*, 2012, 38: 32-36.
270. de Carvalho GM, Sponchiado Junior EC, Garrido AD, Lia RC, Garcia Lda F, Marques AA. Apical Transportation, Centering Ability, and Cleaning Effectiveness of Reciprocating Single-file System Associated with Different Glide Path Techniques. *J Endod*, 2015, 41: 2045-2049.
271. Pedullà E, Plotino G, Grande NM, Avarotti G, Gambarini G, Rapisarda E, Mannocci F. Shaping ability of two nickel-titanium instruments activated by continuous rotation or adaptive motion: a micro-computed tomography study. *Clin Oral Investig*, 2016, 20: 2227-2233.
272. Huang Z, Quan J, Liu J, Zhang W, Zhang X, Hu X. A microcomputed tomography evaluation of the shaping ability of three thermally-treated nickel-titanium rotary file systems in curved canals. *J Int Med Res*, 2019, 47: 325-334.
273. Schäfer E, Dammaschke T. Development and sequelae of canal transportation. *Endodontic Topics*, 2006, 15: 75-90.
274. Metzger Z, Zary R, Cohen R, Teperovich E, Paqué F. The quality of root canal preparation and root canal obturation in canals treated with rotary versus self-adjusting files: a three-dimensional micro-computed tomographic study. *J Endod*, 2010, 36: 1569-1573.
275. Bürklein S, Schäfer E. Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation. *Endodontic Topics*, 2013, 29.
276. Kandaswamy D, Venkateshbabu N, Porkodi I, Pradeep G. Canal-centering ability: An endodontic challenge. *Journal of conservative dentistry : JCD*, 2009, 12: 3-9.
277. Ahn SY, Kim HC, Kim E. Kinematic Effects of Nickel-Titanium Instruments with Reciprocating or Continuous Rotation Motion: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod*, 2016, 42: 1009-1017.

278. Belladonna FG, Carvalho MS, Cavalcante DM, Fernandes JT, de Carvalho Maciel AC, Oliveira HE, Lopes RT, Silva E, De-Deus G. Micro-computed Tomography Shaping Ability Assessment of the New Blue Thermal Treated Reciproc Instrument. *J Endod*, 2018, 44: 1146-1150.
279. Bane K, Faye B, Sarr M, Niang SO, Ndiaye D, Machtou P. Root canal shaping by single-file systems and rotary instruments: a laboratory study. *Iran Endod J*, 2015, 10: 135-139.
280. Kum KY, Spångberg L, Cha BY, Il-Young J, Msd, Seung-Jong L, Chan-Young L. Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod*, 2000, 26: 719-723.
281. Shen Y, Cheung G. Methods and models to study nickel–titanium instruments. *Endodontic Topics*, 2013, 29.
282. Arıcan Öztürk B, Atav Ateş A, Fişekçioğlu E. Cone-Beam Computed Tomographic Analysis of Shaping Ability of XP-endo Shaper and ProTaper Next in Large Root Canals. *J Endod*, 2020, 46: 437-443.
283. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod*, 2007, 33: 1121-1132.
284. Kamburoğlu K, Kursun S. A comparison of the diagnostic accuracy of CBCT images of different voxel resolutions used to detect simulated small internal resorption cavities. *Int Endod J*, 2010, 43: 798-807.
285. Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J*, 1999, 32: 165-170.
286. Guimarães LS, Gomes CC, Marceliano-Alves MF, Cunha RS, Provenzano JC, Siqueira JF, Jr. Preparation of Oval-shaped Canals with TRUShape and Reciproc Systems: A Micro-Computed Tomography Study Using Contralateral Premolars. *J Endod*, 2017, 43: 1018-1022.

EKLER

EK-1. ETİK KURUL ONAY FORMU



T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Sayı : 23

07.07.2020

ENDODONTİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

02.07.2020 tarihli ve 25330273-10 sayılı yazınız ekinde gönderilen Doç. Dr. Ertuğrul KARATAŞ danışmanlığında Arş. Gör. Dt. Özgen KIRMIZİBEKMEZ'in hazırladığı "*Tek Nükleotid Polimorfizmlerinin Kök Kanal Tedavisini Takiben Periapikal İyileşmeye Etkisi*" konulu Uzmanlık Tezinin başlığı "*Eğri Kanallarda Devamlı İrrigasyon ile Kök Kanal Şekillendirmesinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi*" olarak değiştirilmesi için etik kurul başvurusu kurulumuz tarafından incelenmiş olup, konu ile ilgili alınan karar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi arz ve rica ederim.

Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM
Etik Kurul Başkanı

Eki: Etik Kurul Kararı

Adres: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı ERZURUM
Tel : (442) 2360942



T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Oturum Tarihi: 07/07/2020
Oturum Sayısı: 04/ 2020

KARAR

SORUMLU ARAŞTIRMACI	Doç. Dr. Ertuğrul KARATAŞ Arş. Gör. Dt. Özgen KIRMIZİBEKMEZ
Araştırmanın Açık Adı	<i>Eğri Kanallarda Devamlı İrrigasyon ile Kök Kanal Şekillendirmesinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi</i>
Karar No	23.
Alınan Karar	Doç. Dr. Ertuğrul KARATAŞ danışmanlığında Arş. Gör. Dt. Özgen KIRMIZİBEKMEZ'in hazırladığı " <i>Tek Nükleotid Polimorfizmlerinin Kök Kanal Tedavisini Takiben Periapikal İyileşmeye Etkisi</i> " konulu Uzmanlık Tezinin başlığı " <i>Eğri Kanallarda Devamlı İrrigasyon ile Kök Kanal Şekillendirmesinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi</i> " olarak değiştirilmesi Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan 19 Ağustos 2011 tarih ve 28030 sayılı "Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmelik" hükümlerine bağlı kalınarak yapılmak şartıyla; kabul edilmesinde bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına mevcut oybirliği ile karar verildi.

Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM
Etik Kurul Başkanı

Prof. Dr. Nilgün SEVEN
ÜYE (Katılmadı)

Prof. Dr. Recep ORBAK
ÜYE

Prof. Dr. Yusuf Ziya BAYINDIR
ÜYE

Prof. Dr. Ümit ERTAŞ
ÜYE (Katılmadı)