

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

FARKLI ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ Nİ-Tİ EĞELERİN
KÖK KANAL ŞEKİLLENDİRME
YETENEKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI:
MİKRO-BT ÇALIŞMASI

Emine Zeynep BAL

Endodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Betül GÜNEŞ

ESKİŞEHİR

2020

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

Bilim Alan

Proje No: 201945A209

PROJENİN ADI

Farklı Isıl İşlem Görmüş Ni-Ti Eğelerin Kök Kanal Şekillendirme Yeteneklerinin
Karşılaştırılması: Mikro-BT Çalışması

PROJE YÖNETİCİSİ

ADI SOYADI

BİRİMİ

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

PROJE ÇALIŞANLARI

Doç. Dr. İbrahim Şevki Bayrakdar / Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi

Emine Zeynep Bal / Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı

Başlama Tarihi : 09.05.2019

Proje Desteği: 29.880,00

Bitiş Tarihi : 09.05.2020

Harcanan Miktar: 29.552,04

Kalan miktar

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ Nİ-Tİ
EĞELERİN KÖK KANAL ŞEKİLLENDİRME
YETENEKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI:
MİKRO-BT ÇALIŞMASI**

Emine Zeynep BAL

Endodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Betül GÜNEŞ

Bu tez, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel
Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 201945A209
proje numarası ile desteklenmiŐtir.

ESKİŞEHİR
2020

UZMANLIK TEZİ BEYANNAMESİ

Uzmanlık tezi olarak sunduğum “Farklı Isıl İşlem Görmüş Ni-Ti Eğelerin Kök Kanal Şekillendirme Yeteneklerinin Karşılaştırılması: Mikro-BT Çalışması” başlıklı araştırmayı danışmanım **Dr. Öğr. Üyesi Betül GÜNEŞ**’in rehberlik ve sorumluluğunda tamamladığımı; çalışma protokolü ve süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun davrandığımı, verilerin tarafımdan toplandığını, örneklerin tarafımda hazırlandığını; deney, analiz ve görüntüleme işlemlerinin ilgili laboratuvar ve görüntüleme merkezinde tarafımda yaptırıldığını, tez metnini hazırlarken kaynakçanın eksiksiz olarak gösterildiğini, tezin yazım kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırlandığını ve belirtilen hususların aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Emine Zeynep BAL



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLOLAR DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kök Kanal Şekillendirmesi	3
2.2. Kanal Şekillendirmesi Sırasında Yapılan İşlemsel Hatalar	4
2.2.1. Alet Kırılması	4
2.2.2. Basmak Oluşumu.....	5
2.2.3. Perforasyon.....	5
2.2.4. Strip Perforasyon	5
2.2.5. Apikal Transportasyon	6
2.3. Kök Kanalının Şekillendirilmesinde Kullanılan Aletler	8
2.3.1. El ile Kullanılan Paslanmaz Çelik Endodontik Aletler	8
2.3.2. Ni-Ti Kanal Aletleri	9
2.4. Kanal Şekillendirmesi Sırasında Rehber Yol Oluşturmak.....	22
2.5. Kanal Şekillendirme Yeteneğinin Değerlendirilmesi	24
2.5.1. Seri Kesit Tekniği.....	26
2.5.2. Radyografik Görüntüleme	26
2.5.3. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi	27
2.5.4. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT)	28

3. MATERYAL ve METOD	30
3.1. Örneklerin Seçimi ve Hazırlanması	30
3.1.1. Dişlerin Dahil Edilme ve Hariç Tutulma Kriterleri:.....	30
3.2. Örneklerin Hazırlanması	31
3.3. Şekillendirmeden Önce Mikro-BT ile Görüntüleme.....	32
3.4. Çalışma Boyu Tespiti	34
3.5. Kök Kanallarının Preparasyonu	35
3.6. Şekillendirmeden Sonra Mikro-BT Görüntüleme.....	37
3.7. Apikal Transportasyon ve Kanal Merkezde Kalma Yeteneğinin Değerlendirilmesi.....	38
3.9. İstatiksel Analiz.....	40
4. BULGULAR	41
5. TARTIŞMA	49
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	64
EKLER	89
EK-1. ÖZGEÇMİŞ	89
EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU	89

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca benden bilgi, deneyim ve ilgisini eksik etmeyen; bu çalışmanın yapılması sürecinde sabırla bana yol gösteren danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Betül Güneş'e,

Mikro-BT görüntülerinin taranması ve analizinde bana yol gösteren yardımcı tez danışmanım Doç. Dr. İbrahim Şevki Bayrakdar'a,

Bilgi ve tecrübelerini benimle cömertçe paylaşan Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyeleri Doç. Dr. Ekim Onur Orhan'a ve Dr. Öğr. Üyesi Kübra Yeşildal Yeter'e,

İstatistik çalışmalarımda yardımcı olan ESOGÜ Ziraat Fakültesi Biyometri ve Genetik AD'da çalışmalarına devam eden Dr. Yasin Altay'a,

Uzmanlık eğitimime başladığım ilk günden beri beni destekleyen ve yol gösteren kıdemlim Uzm. Dt. Babak Mobaraki'ye

Berber çalışmaktan zevk aldığım asistan arkadaşlarım ve klinik çalışanlarına,

Benim için hep en iyisini isteyen ve bunun için ellerinden gelen her şeyi en güzel şekilde yapan canım anneme ve babama

Hiçbir konuda beni yalnız bırakmayan kız kardeşime ve abime

Saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Farklı Isıl İşlem Görmüş Ni-Ti Eğelerin Kök Kanal Şekillendirme Yeteneklerinin Karşılaştırılması: Mikro-BT Çalışması

Amaç: Bu çalışmanın amacı endodontik motorla kullanılan farklı ısıl işlem görmüş Ni-Ti eğelerin kök kanal tedavisi esnasında in-vitro ortamda kök kanal şekillendirme yeteneklerinin değerlendirilmesidir.

Materyal ve Metod: Bu çalışmada 45 adet kanal kurvatürü 25°-35° arasında olan mandibular molar dişlerin mezial kanalları kullanılmıştır. Dişlerin mezial kökleri kronndan ayrıldıktan sonra Mikro-BT ile görüntülenmiştir. Kanal içerisinde giriş yolu oluşturmak için One G eğesi kullanıldıktan sonra örnekler 3 gruba ayrılıp (n=15), kanal preparasyonu aşağıda belirtilen döner aletler ile yapılmıştır.

Grup1; HyFlex EDM (25/~, Coltène/Whaledent, Altstatten, İsviçre),

Grup2; One Curve (25/06, Micro Mega, Besancon, Fransa),

Grup3; WaveOne Gold (25/07 Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre).

Preparasyon sırasında kök kanalları her ege değişiminde %2,5'lik sodyum hipoklorit ile yıkanmıştır. Mikro-BT ile şekillendirme öncesi ve sonrası kök kanalları görüntülenerek apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneğindeki değişimlerin belirlenmesi için hesaplamalar apeksten 1, 2, 3, 4 ve 7 mm uzaktaki aksiyal kesitlerden yapılmıştır.

Bulgular: Bu çalışmanın sonucuna göre HyFlex EDM, OneCurve ve WaveOne Gold eğeleri istatistiksel olarak benzer miktarda apikal transportasyona sebep olmuşlardır (P>0.05). OneCurve eğesi bukko-lingual yönde apikal 4 mm'de WaveOne Gold egesinden daha iyi merkezde kalma yeteneği göstermiştir (P<0.05). Diğer kesitlerde kullanılan tüm eğeler arasında merkezde kalma yeteneği açısından istatistiksel olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir (P>0.05).

Sonuç: Bu çalışmanın sonuçlarına göre karşılaştırılan bütün eğeler apikal transportasyona sebep olmuştur ve apikal transportasyon miktarları benzer bulunmuştur. OneCurve eğesi bukko-lingual yönde 4. mm'de WaveOne Gold egesinden daha iyi merkezde kalma yeteneği göstermiştir. Diğer seviyelerde bütün eğeler benzer merkezde kalma yeteneği göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Apikal transportasyon, kontrollü bellek, ısıl işlem, Ni-Ti döner alet, resiprokasyon

ABSTRACT

Comparative Evaluation of Shaping Ability of Different Heat Treated Ni-Ti Engine-Driven Single Files: A Micro-CT Study

Aim: The purpose of this in-vitro study was to evaluate the root-canal shaping abilities of different heat treated Ni-Ti engine-driven single files during root-canal preparation.

Material and Method: In this study, 45 mesial roots of mandibular first molar teeth with a curvature between 25° and 35° were used. The mesial root-canals were scanned with Micro-CT. A glide-path was created in the canals using One G file. The specimens were divided into 3 groups (n = 15) and the canal preparation carried out with the following instruments.

Grup1; HyFlex EDM (25/~, Coltène/Whaledent, Altstätten, Switzerland),

Grup2; OneCurve (25/06, Micro Mega, Besancon, France),

Grup3; WaveOne Gold (25/07 Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland).

The root-canals were irrigated with 2,5% NaOCl during the preparation procedure. Root-canals were scanned with Micro-CT before and after root-canal preparation. Apical transportation and centering ability of files were evaluated on the Micro-CT images. The pre-instrumentation and post-instrumentation images at 1, 2, 3, 4, 7 mm were analyzed.

Results: All groups had statistically similar apical transportation values ($P > 0.05$). The OneCurve file group showed better centering ability in the bucco-lingual direction than the WaveOne Gold file group at apical 4 mm. All file groups showed statistically similar centering ability at other levels ($P > 0.05$).

Conclusion: According to the results of this study, compared all files caused apical transportation. Apical transportation values were statistically similar among all groups. The OneCurve file showed better centering ability in the bucco-lingual direction at 4 mm than the WaveOne Gold file. At other levels, all files showed similar centering ability.

Keywords: Apical transportation, controlled-memory, heat-treatment, Ni-Ti files, reciprocation, rotary

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

: Numara

% : Yüzde

° : Derece

μ : Mikron

μm: mikro metre

Af: ostenit bitiş sıcaklığı

Ark.: arkadaşları

As: ostenit başlangıç sıcaklığı

°C : Santigrat derece

CM: kontrollü bellek (controlled memory)

EDM: elektriksel deşarj işlemi (Electrical discharge machining)

EDTA: Etilendiamin tetraasetik asit

G: gauge

ISO: uluslararası standartlar teşkilatı

KIBT: konik ışınli bilgisayarlı tomografi

Mf: martensit bitiş sıcaklığı

Mikro-BT: Mikro bilgisayarlı tomografi

MPa: megapaskal

Ms: martensit başlangıç sıcaklığı

NaOCl: sodyum hipoklorit

Ncm: newton santimetre

Ni-Ti: Nikel Titanyum

Ort: ortalama

P: istatistiksel anlamlılık derecesi

Rpm: dakikadaki devir sayısı

Std: standart

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Martensit dönüşüm ve histerezis	13
Şekil 2.2. HyFlex EDM OneFile eğesinin çapraz kesiti.....	20
Şekil 2.3. OneCurve eğesinin çapraz kesiti	21
Şekil 2.4. WaveOne Gold Primary eğesinin çapraz kesiti.....	22
Şekil 3.1. Örneklerin hazırlanması	32
Şekil 3.2. Bruker Skyscan 1272 model Mikro-BT cihazı.....	33
Şekil 3.3. Örneklerin Mikro-BT taraması için hazırlanması	33
Şekil 3.4. Apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği ölçümleri için şekillendirme öncesi 1 mm (A,F,K), 2 mm (B,G,L), 3 mm (C,H,M), 4 mm (D,I,N), 7 mm (E,J,O) aksiyal kesit görüntüleri	34
Şekil 3.5. HyFlex EDM OneFile (25/~, Colténe/Whaledent, Altstatten, İsviçre)	35
Şekil 3.6. One Curve (25/06, Micro Mega, Besancon, Fransa).....	36
Şekil 3.7. WaveOne Gold Primary (25/07 Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)	36
Şekil 3.8. Apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği ölçümleri için şekillendirme sonrası 1 mm (A,F,K), 2 mm (B,G,L), 3 mm (C,H,M), 4 mm (D,I,N), 7 mm (E,J,O) aksiyal kesit görüntüleri	37
Şekil 3.9. Şekillendirme öncesi ve sonrası görüntülerin DataViewer 1.5.4.0 programı ile çakıştırılması, kırmızı çizgi M1 ve sarı çizgi M2 değerini göstermektedir.	38
Şekil 3.10. Şekillendirme öncesi ve sonrası Mikro-BT görüntülerinden ölçümlerin yapıldığı yerler	39

TABLULAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Apikal transportasyon için mesio-distal yönde apikal 1 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları	41
Tablo 4.2. Apikal transportasyon için mesio-distal yönde apikal 2 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları	42
Tablo 4.3. Apikal transportasyon için mesio-distal yönde apikal 3 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları	42
Tablo 4.4. Apikal transportasyon için mesio-distal yönde apikal 4 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları	42
Tablo 4.5. Apikal transportasyon için mesio-distal yönde apikal 7 mm’de farklı eğelere ait bazı tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları	43
Tablo 4.6. Apikal transportasyon için bukko-lingual yönde apikal 1 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	43
Tablo 4.7. Apikal transportasyon için bukko-lingual yönde apikal 2 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	43
Tablo 4.8. Apikal transportasyon için bukko-lingual yönde apikal 3 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	44
Tablo 4.9. Apikal transportasyon için bukko-lingual yönde apikal 4 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	44
Tablo 4.10. Apikal transportasyon için bukko-lingual yönde apikal 7 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	44
Tablo 4.11. Merkezde kalma yeteneği için mesio-distal yönde apikal 1 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	45

Tablo 4.12. Merkezde kalma yeteneği için mesio-distal yönde apikal 2 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	45
Tablo 4.13. Merkezde kalma yeteneği için mesio-distal yönde apikal 3 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	45
Tablo 4.14. Merkezde kalma yeteneği için mesio-distal yönde apikal 4 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	46
Tablo 4.15. Merkezde kalma yeteneği için mesio-distal yönde apikal 7 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	46
Tablo 4.16. Merkezde kalma yeteneği için bukkio-lingual yönde apikal 1 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	46
Tablo 4.17. Merkezde kalma yeteneği için bukkio-lingual yönde apikal 2 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	47
Tablo 4.18. Merkezde kalma yeteneği için bukkio-lingual yönde apikal 3 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	47
Tablo 4.19. Merkezde kalma yeteneği için bukkio-lingual yönde apikal 4 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	47
Tablo 4.20. Merkezde kalma yeteneği için bukkio-lingual yönde apikal 7 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları.....	48

1. GİRİŞ

Kök kanalının eğriliği, başarılı endodontik tedaviyi zorlaştıran anatomik nedenlerden biridir.¹ Kanal eğimi arttıkça ve eğrilik yarıçapı azaldıkça, kanalın düzleşme ve transportasyon riski artar.² Bu durum yapılan tedavinin başarısız olmasına yol açabilir.³ Yüksek esnekliğe ve daha fazla döngüsel yorulma direncine sahip endodontik kanal eğeleri üretilerek bu işlemsel hataların önüne geçilmesi amaçlanmıştır.⁴ Endodontik eğeler genel olarak paslanmaz çelik ve Nikel-Titanyum (Ni-Ti) alaşımlardan üretilmektedir. Araştırmalar, paslanmaz çelik eğeler ile eğimli kök kanallarının şekillendirmesinin dirsek, basamak ve tehlikeli bölgeler gibi istenmeyen hatalarla sonuçlanabileceğini göstermiştir.⁵ Bazı yazarlar paslanmaz çelik aletler ile yapılan şekillendirme işlemlerinin kanal transportasyonuna ve kanalın düzleştirilmesine neden olduğunu bildirmişlerdir.⁶⁻⁸ Ni-Ti alaşımlar paslanmaz çelik alaşımlardan daha esnek olmalarından dolayı eğimli kanalların şekillendirilmesinde daha avantajlı olabilirler.⁹ Ni-Ti alaşımlarının süperelastikiyet özelliği olmasına rağmen esnekliklerini daha da arttırmak ve yorulma direncini değiştirmek için bu alaşımlara ısı işlemler uygulanmaktadır.¹⁰

Coltene/Whaledent (Altstätten, İsviçre) firması 2016'da Ni-Ti CM 495 alaşımından, mühendislikte yaygın olarak kullanılan elektro-erozyon (spark-erosion) teknolojisi kullanılarak Hyflex EDM eğe sistemini piyasaya sürmüştür.¹¹ HyFlex EDM kontrollü bellek (controlled memory-CM) özelliği olan Ni-Ti alaşımından üretilir. Bu alaşıma; yüksek frekanslı elektrik ile alaşımı kısmen eritip ve buharlaştırarak temassız termal erozyon işlemi olan elektriksel deşarj işlemi (electrical discharge machining-EDM) uygulanmaktadır.¹²

WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) eğeleri d6ng6sel yorulma direnci ve esnekliği artıran “Gold” termal işlem kullanılarak 6retilmektedir. M-Wire alaşımına Gold ısıt işlemi uygulanır ve ardından eğe yavaşca soğutulur. 6retici firma, bu ısıt işlemin eğelerin esnekliğini arttırdığını iddia etmektedir.¹³

OneCurve eğesi (Micro-Mega SA, Besançon Cedex, Fransa) 2017 yılında piyasaya sunulmuştur. ısıt işlem g6rm6ř C. Wire olarak adlandırılan Ni-Ti alaşımından 6retilmiştir. C. Wire işlemi iēin Ni-Ti alaşıma ilk olarak elektrokimyasal parlatma işlemi uygulanmaktadır ve sonrasında ısıt işlem uygulanmaktadır.¹⁴

Bu araştırmada ısıt işlem g6rm6ř 6ç farklı eğe sistemi; WaveOne Gold, OneCurve ve HyFlex EDM'nin kanal şekillendirme yetenekleri mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT) ile karşılaştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Endodonti, insan dişi pulpasının ve periradiküler dokuların morfolojisi, fizyolojisi ve patolojisi ile ilgilenen bir diş hekimliği dalıdır. Çalışma alanı ve pratiği; normal pulpa biyolojisini içeren temel klinik bilimleri, pulpal hastalıkları ve yaralanmaları, etiyoloji, teşhis, hastalığın önlenmesi, tedavisi ve periradiküler dokularla ilişkilerini kapsar.¹⁵

Kök kanal tedavisinin aşamaları pulpa dokusunun çıkarılması, kanalın kemomekanik şekillendirilmesi, kanal dezenfeksiyonu ve kanalın üç boyutlu olarak sızdırmaz bir materyalle doldurulmasıdır. Kök kanalı genişletilerek, mevcut mikroorganizmaların sayısını azaltmak ve mikroorganizmaların çoğalabileceği debrisı uzaklaştırmak amaçlanır.^{16, 17}

2.1. Kök Kanal Şekillendirmesi

Kök kanalı şekillendirmesi kök kanal tedavisinde önemli bir aşamadır, çünkü tek amaç pulpa dokusunun, mikroorganizmaların ve debrisin uzaklaştırılması değildir. Aynı zamanda etkili irrigasyon ve tıkanmanın yapılabilmesi için ön koşulların sağlanması gerekmektedir.^{18, 19} Kök kanalı şekillendirme işlemlerinin amacı enfekte yumuşak ve sert dokuları uzaklaştırmak, irrigasyon solüsyonlarının kanal boşluğuna ulaşmasını sağlamak, kanal içi ilaçlar ve kanal dolum materyalleri için boşluk oluşturmak, kök-kanal bütünlüğünün korunmasını sağlamaktır.²⁰ Schilder²¹ gutta-perka ile doldurma teknikleri kullanıldığında kanal şeklinin sahip olması gereken özellikleri şu şekilde belirtmiştir:

- Kanal apekten kanal girişine kadar devamlı genişleyen huni şeklinde olmalıdır.
- Kanalın çapı, kanal girişinden apikale doğru her noktada daha dar olmalıdır.

- Kanalın orijinal şekli korunmalıdır.
- Apikal foramen orijinal pozisyonunda kalmalıdır.
- Apikal foramen olabildiğince küçük olmalıdır.²¹

2.2. Kanal Şekillendirmesi Sırasında Yapılan İşlemsel Hatalar

Kök kanalı şekillendirme işlemi apikal foramenlerin çapını, konumunu değiştirmeden ve kökü aşırı derecede zayıflatmadan yapılmalıdır. Kanal şekillendirmesi sırasında hatalı debridmana sebep olarak tedavinin sonraki adımlarını olumsuz yönde etkileyebilen kök kanal transportasyonu, basamak ve perforasyon gibi işlemsel hatalardan kaçınılmalıdır.²² Şekillendirme hataları, kök kanallarının yetersiz temizleme, irrigasyon ve kök kanallarının doldurulmasındaki zorluklarla ilişkilidir, bu da tedavinin başarısızlık riskini arttırmaktadır.²³ Ayrıca, kanalın orijinal ekseninden sapma; perforasyona ya da dışın gereksiz zayıflamasına neden olabilmektedir.²⁴

Kanal şekillendirmesi esnasında meydana gelen işlemsel hatalar kanal aletinin kırılması, basamak oluşumu, perforasyon, kanal transportasyonu, strip perforasyondur.²⁵

2.2.1. Alet Kırılması

Endodontik aletlerin kırılması genellikle eğelerin yanlış veya fazla kullanılması ve eğeleri eğimli, kalsifiye kanallarda kullanırken uygulanan aşırı kuvvet nedeniyle meydana gelir.³ Kanal içerisinde alet kırığı bulunması uygun kök kanal temizliğini, şekillendirme işlemlerini ve tıkamayı engeller. Kırık aletin çıkarılması çeşitli yöntemlerle mümkün olsa da bazen konservatif yöntemler ile aletin çıkarılması mümkün olamamaktadır. Apikal konumda kırılan aletin çıkarılmaya çalışılması basamak, perforasyon veya kök kanal duvarının aşırı incilmesi gibi işlemsel hatalara yol açabilmektedir.²⁶ Kanal anatomisi, kanaldaki kırık parçanın konumu, kırık parçanın

uzunluğu, kanalın çapı ve eğriliği cerrahi olmayan yöntemlerle kırık aletlerin kök kanallarından çıkarılmasının başarısını belirleyen faktörlerdir.²⁷

2.2.2. Basamak Oluşumu

Kanalın internal olarak taşınması basamak (ledge) olarak adlandırılır ve eğimli bir kanalın aşırı genişletilmesi ve tam kanal uzunluğunda çalışılmamasının sonucunda oluşmaktadır.²⁸ Basamak oluşumu ideal çalışma uzunluğunda ve uygun şekillendirilmiş kanal preparasyonunu engeller ve bu, kanalın eksik doldurulması ve yetersiz dezenfeksiyon ile sonuçlanabilir. Basamağın apikal kısmında kök kanalının temizlenmesi ve şekillendirilmesi zordur. Bu nedenle, basamaklar sıklıkla endodontik tedaviden sonra devam eden periapikal patolojiye neden olabilmektedir.²⁹

2.2.3. Perforasyon

Diş kronunda ya da kökte meydana gelebilen perforasyon; kök kanalı ile periodontal dokular arasında bağlantı oluşumuna neden olan açıklıktır. Perforasyonlar hekim hatasına bağlı olarak, iyatrojenik nedenlerle, çürük ya da patolojik rezorbsiyon sonucu oluşabilir.³⁰ Başarısızlıkların en büyük ikinci nedeninin %9.62'lik oranla perforasyonlar olduğu bildirilmiştir.³¹ Perforasyonlu bir dişin prognozu, perforasyonun konumuna, perforasyon bölgesinin kontamine olmasına ve bunun süresine, perforasyon bölgesinin sızdırmazlığına ve ana kanalın erişilebilirliğine bağlıdır.³⁰

2.2.4. Strip Perforasyon

Strip perforasyon, kök kanal şekillendirmesi sırasında özellikle eğimli kanalların iç duvarında aşırı genişletme yapılması nedeniyle oluşan geniş yüzeyli vertikal perforasyondur.³² Strip perforasyonda eğimli kanal duvarının içbükey kısmı

incelmektedir ve sonrasında perforasyon oluşmaktadır. Perforasyon kanal dolgu materyallerinin ekstrüzyonuna sebep olur. Bunun sonucunda da endodontik kaynaklı bir lezyon ve ilerleyici kemik kaybı görülebilmektedir. Bazen enflamatuvar eksternal kök rezorbsiyonu sonucunda incelmış kanal duvarlarının şekillendirilmesi sırasında da strip perforasyon oluşabilmektedir.^{19, 29} Strip perforasyonun geleneksel cerrahi tedavisi genellikle ulaşım zorluğu nedeniyle yapılamamaktadır. Kökün 2/3'ünü kapsayan perforasyonların prognozu kötüdür.³²

2.2.5. Apikal Transportasyon

Apikal transportasyon kanalın fizyolojik apeksinin iyatrojenik olarak kökün dış yüzeyinde yeni bir konuma taşınmasıdır.²⁸ Kanal transportasyonu, Amerikan Endodontistler Birliği tarafından “Endodontik Terimler Sözlüğünde”, eğelerin kanal şekillendirmesi sırasında orijinal şekillerine dönme eğilimlerinden dolayı kanal duvarının eğimin dış tarafına doğru taşınması şeklinde tanımlanmıştır.³³

Kanal transportasyonuna sebep olan olabilen faktörler şunlardır:

1. Yetersiz giriş kavitesi açılması,
2. Dış hekimine bağlı faktörler,
3. Kanal eğriliğinin derecesi ve yarıçapı,
4. Yetersiz ve yanlış irrigasyon,
5. Esnek olmayan eğelerin kullanılması,
6. Çeşitli biyomekanik şekillendirme teknikleri,
7. Eğe üretiminde kullanılan alaşımlar,
8. Eğelerin çapraz kesit tasarımları,
9. Kesme ucu aktif eğelerin kullanılması,
10. Radyografilerle kanal eğriliğinin yanlış yorumlanmasıdır.³⁴

Orijinal kanal doğrultusundan sapma Őunlara yol açabilir:

1. AŞırı ve uygunsuz dentin uzaklaŐtırılması,
2. Kanalın dűzleŐtirilmesi ve diŐ duvarında bir çıkıntının oluŐturulması,
3. Dirsek (elbow) oluşumu,
4. Çapraz kesitte apikalde kum saati Őeklinde gűrűntű,
5. AŐırı enstrűmantasyon sonucunda diŐin aŐırı zayıflaması ve kırılmasıdır.^{28, 35}

Eđelerin űretiminde kullanılan alaŐımlar ve çapraz kesit, koniklik, boyut gibi eđe tasarım űzellikleri kanal merkezde kalma yeteneđini etkileyen çeŐitli parametrelerdir.³⁶ Kesit alanı ve konikliđi az olan ve ucu kesmeyen (noncutting tips) eđeler daha iyi kanal merkezde kalma yeteneđi gűsterirler.³⁶ Transportasyon derecesi kűk kanal eđriliđinin miktarına, eđelerin esnekliđine ve geometrisine bađlıdır.¹⁹ Ni-Ti eđeleri, űzellikle aŐırı eđimli kanallarda apikal preperasyon ve eđe çapının artmasının gerektiđi durumlarda bile daha esnek olmalarından dolayı daha merkezi kűk kanal Őekillendirmesine olanak sađlamaktadır.^{37, 38}

Apikal transportasyonun űnlenmesi, daha az debris ekstrűzyonu, daha az postoperatif ağrı ve kűk kanal dolgusunun sızdırmaz olmasını sağlar. Orijinal kanal Őeklinin korunması ve kanal Őekillendirme hatalarının olmaması; artmıŐ antimikrobiyal ve sızdırmaz tıkamaya olanak verir, diŐ yapısını zayıflatmadan korunmasını sağlar.³⁹

Kanal transportasyonunun meydana gelmesiyle kűk kanalında Őekillendirilemeyen ve bu nedenle yeterince temizlenemeyen alanların kalması, klinik problemlere neden olabilir. űnkű kanal içerisinde bulunan mikroorganizmalar enfekte kűk kanal sisteminden uzaklaŐtırılmaz. űzellikle transportasyonun meydana geldiđi, dentinin fazla uzaklaŐtırıldıđı kanal bűlgesinin karŐısındaki kısımda enfekte debris birikimi meydana gelebilmektedir. Ŝzetle, kanal transportasyonunun tedavi baŐarısızlıđının dođrudan nedeni olup olmadıđı tartıŐmalıdır. Fakat enfekte kűk

kanallarında, doku kalıntılarının ve mikroorganizmaların uzaklaştırılmaması başarılı tedaviyi engelleyebilmektedir.⁴⁰

2.3. Kök Kanalının Şekillendirilmesinde Kullanılan Aletler

Endodontik kanal eğeleri için kullanılan iki tip alaşım vardır. Bunlar; paslanmaz çelik ve Ni-Ti alaşımlardır. Geleneksel manuel kullanılan kök kanal aletleri 1960 yılına kadar karbon çeliğinden üretilmiştir. Günümüzde ise evrensel paslanmaz çelik alaşımları kullanılmaktadır ve bu eğelerin kalitesini daha da arttırmıştır. Manuel olarak kullanılan endodontik eğeler paslanmaz çelikten üretilmektedir. Düşük devirli motor ile kullanılan Gates-glidden frezler, peeso reamerlar ve pilot driller de paslanmaz çelik alaşımından üretilmektedir.⁴¹

Manuel kullanılan kök kanal aletleri yeni alaşımların diş hekimliğinde kullanılması ile birlikte gelişmiş ve Ni-Ti alaşımdan üretilen K tipi eğeler piyasaya sunulmuştur.⁴¹ Ayrıca Ni-Ti alaşımdan endodontik motorlar ile kullanılan döner kanal eğeleri de üretilmektedir.⁴²

Ni-Ti alaşımının elastik deformasyon modülünün paslanmaz çelik alaşımlara göre dörtte biri ile beşte biri arasında olduğu bildirilmiştir.⁹ Bu özellikler Ni-Ti alaşımdan üretilen endodontik eğelerin paslanmaz çelik eğelerden daha esnek olmasını, kanal eğriliğine uyumlu ilerlemesini, kırılmaya karşı daha dirençli olmasını sağlamaktadır.²⁵

2.3.1. El ile Kullanılan Paslanmaz Çelik Endodontik Aletler

Genel olarak, kök kanal eğeleri üç farklı tipe bölünebilir. Bunlar reamerlar, K eğeleri ve Hedstrom eğelerdir.⁴¹

Reamer (k tipi reamer) eğeler üçgen ya da kare telden burularak üretilmektedir. Bu şekilde eğenin bütünlüğü korunmuş olur ve bu eğeye torsiyonel kırılmaya karşı direnç

kazandırmaktadır. Reamerların her mm'sinde 1/2 ya da 1 kesme bıçağı vardır ve bu K tipi eğelerdeki bıçak sayısından daha azdır. Bıçakların kesici kenarları eğenin uzun eksenine yaklaşık 10 ° ila 30 ° açı yapmaktadır. Bu eğeler temel olarak dönme hareketiyle kullanılmak üzere tasarlanmıştır ve kesme işlemini kanala yerleştirilirken yapmaktadır. Bıçakların dentin içine saplanmasını sağlamak için eğe saat yönünde bir çeyrek tur döndürülür ve geri çekilerek kanaldan çıkartılır. Reamerlar, düz kanallarda, yuvarlak ve konik bir kanal şekillendirmesi yaparlar ve eğimli veya oval kanallarda istenmeyen transportasyona ve kanal eğiminin düzleşmesine sebep olabilmektedirler.⁴¹

K tipi eğeler de reamerlar gibi kare şeklinde bir telin konik form verildikten sonra burulmasıyla üretilmektedir. Burulurken oluşan yivlerin sayısı K tipi eğelerde reamerlardan daha fazladır. K-tipi eğeler kök kanallarına penetre olmak ve kanalları genişletmek için daha kullanışlıdır.⁴³ Ayrıca K-tipi eğeler, headström eğelere göre kesme etkinliklerini daha uzun süre koruyabilirler.⁴⁴

Hedström eğeleri olarak da bilinen H-tipi eğeler, yuvarlak paslanmaz çelik telin aşındırılmasıyla üretilmektedir. Pozitif kesme açısı ve üretim şekline dolaylı olarak torsiyonel kuvvetler eğe üzerinde çok etkili olmaktadır. Kolay kırılabileceği için dönme hareketiyle kullanılması kesinlikle önerilmez. Hedström eğeleri ISO #25 boyuta kadar kanal eğeleme hareketiyle kanal içi düzensizlikleri gidermek için efektif bir şekilde kullanılabilir. Bunun yanı sıra az miktarda eğeleme bile dentin duvarlarının incelmeye ve strip perforasyona neden olabilmektedir.^{20, 43}

2.3.2. Ni-Ti Kanal Aletleri

Ni-Ti alaşımı ilk olarak 1963'te Buehler ve ark.⁴⁵ tarafından ABD Deniz Harp Savaş Araç Gereçleri Laboratuvarında geliştirilmiştir ve bu intermetalik alaşımın

termodinamik özelliklerinin özel, kontrollü ısı işlemi uygulandıktan sonra şekil hafızası özelliğine sahip olduğu bildirilmiştir.^{45, 46}

Diş hekimliğinde Ni-Ti alaşımları 1971 yılında Andreasen ve Hilleman⁴⁷ tarafından düşük elastikiyet modülü, şekil hafızası etkisi ve esnek olması nedeniyle ortodontik tel üretiminde kullanılmıştır.⁴⁷ Endodontide ise 1975 yılında Ni-Ti endodontik aletlerin üretimini kavramsallaştıran ilk kişi Cıvjan ve ark.⁴⁸ olmuştur. 1988 yılında Walia, Brantley ve Gerstein⁹ ortodontik teli işleyerek ilk el ile kullanılan Ni-Ti aletlerini tanıtmışlardır.

Kanal şekillendirmesi sırasında meydana gelen işlemsel hataların azaltılması için çeşitli şekillendirme teknikleri geliştirilmiştir. Kanal şekillendirme işlemlerinin süresinin kısaltılması ve kolaylaştırılması için motorla çalışan sistemler geliştirilmiştir. Ancak motorla çalışan sistemlerle yapılan şekillendirme işlemlerini el ile yapılan şekillendirmeye karşılaştıran önceki çalışmalar; kanal tıkanması, kanalda düzleşme, parmak hassasiyeti kaybı, zayıf debridman ve kanal aletinin kırılması gibi önemli dezavantajlarının olduğunu ortaya çıkarmıştır.⁴⁹

Kök kanal şekillendirmesi sırasında endodontik motorlar kullanılarak işlemsel hataların sayısını azaltmak için son yıllarda eğelerle ilgili birkaç önemli strateji tanımlanmıştır. Bunlar:

- Yorulma ömrünü uzatan daha esnek alaşımların kullanılması
- Resiprokasyon hareketinin tanıtılması ve kullanılan alet sayısının azaltılması
- Kanal duvar yüzeyine fiziksel olarak daha fazla temas eden eğelerin tasarımı ve koronal genişletme ihtiyacının azaltılmasıdır.⁵⁰

Şekillendirme protokollerini basitleştirmek ve mekanik stresi azaltmak için tek eğeli sistemler tanıtılmıştır.³⁹ Kök kanal şekillendirme işlemlerini tek bir eğe ile yapmak,

geleneksel çok eğeli sistemlere göre çok daha hızlı olabilmektedir.⁵¹ Bu avantajlardan dolayı, çeşitli markalar piyasaya tek eğe sistemlerini sunmaya başlamışlardır. Tek eğeli endodontik motorlar ile kullanılan eğe sistemleri tam tur rotasyon ve resiprokasyon hareketi yaparak çalışırlar.⁵² WaveOne, WaveOne Gold (Dentsply, Maillefer, İsviçre) ve Reciproc, Reciproc Blue (VDW, Almanya) resiprokasyon hareketiyle; Neoniti (Neolix, Charles-La-Foret, Fransa), OneShape (Mikro-Mega) HyFlex CM, HyFlex EDM (Coltene, Whaledent, Altstatten, İsviçre) ve XP-Endo Shaper (FKG, Swiss) tam tur rotasyon hareketiyle çalışan eğelerdir.⁵³

Resiprokasyon hareketiyle çalışan eğe sistemlerinin tanıtılması, kök kanal şekillendirmesi için yeni bakış açıları ortaya çıkarmıştır.^{54, 55} Bu sistemler; çok eğeli döner sistemlere kıyasla maliyetinin daha az olması ve şekillendirme işlemini basitleştirmesinden dolayı ilgi uyandırmaktadır.⁵⁶ Ayrıca bu hareket kanala kilitlemeden önce eğeyi dentinden ayırarak kök kanal deformasyonunu ve eğenin kırılması riskini azaltmaktadır.¹³

2.3.2.1. Ni-Ti Alaşımların Özellikleri

Metallerin çoğu belirli koşullar altında uygulanan kuvvetle orantılı olarak deformasyonda elastik özellik göstermektedirler ve bu kural Hooke Kanunu olarak adlandırılmaktadır. Uygulanan kuvvet belirli bir limiti aşarsa metalde plastik deformasyon gözlenir. Hooke Kanununa göre, çoğu metal alaşımları elastik sınırlarının %0.1 veya %0.2'sine kadar kalıcı şekil bozukluğu olmadan esneyebilirler. Bu sınırın yani elastik limit üzerindeki herhangi bir deformasyonun kalıcı olduğu belirtilmiştir.⁵⁷ Bununla birlikte Ni-Ti alaşımları, elastik limitlerinin %8'ine kadar herhangi bir deformasyon göstermeden esneyebilme özelliğine sahiptirler.⁵⁷

Endodontik eğelerin üretiminde kullanılan Ni-Ti alaşımları, ağırlık olarak yaklaşık %56 nikel ve %44 oranında titanyum içermektedirler. Bu oranda, Ni-Ti alaşımları süperelastik ve şekil hafıza özelliği sergilemektedirler. Şekil hafıza özelliği alaşımların martensit-ostenit dönüşüm sıcaklığının üstünde ısıtılmasıyla orijinal şekline dönebilmesidir. Süperelastik özelliği eğeye, kanal eğimlerinin üstesinden gelmek için esneklik kazandırmaktadır.⁵⁸ Süperelastisite ya da psödoelastisite, materyallerin elastik limit ötesinde deformasyona uğrasa bile bu kuvvet kalktıktan sonra orijinal şekline dönmesi olarak tanımlanabilmektedir.⁵⁹

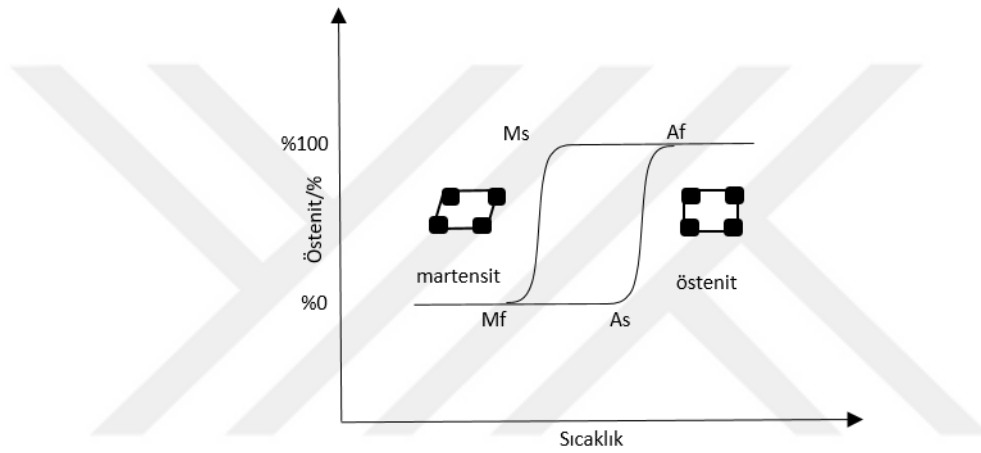
Equiatomic (1:1 atom oranı) Ni-Ti alaşımlarının ostenit, martensit ve R-fazı olmak üzere 3 mikroyapısal fazı mevcuttur.⁶⁰ Ni-Ti tellerin 3 farklı mekanik özelliği bulunmaktadır. Bunlar; süper elastik, süper elastik olmayan ve şekil hafızalı Ni-Ti alaşımlarıdır ve bu özelliklerin oluşmasını alaşımların mikroyapısal fazı sağlamaktadır.⁶¹

Şekil hafıza özelliği bulunan Ni-Ti alaşımları sıcaklığa bağlı olan 2 farklı kristal fazda bulunur. Ostenit faz çoğunlukla kübik kafes yapıya sahiptir ve daha yüksek sıcaklıklarda ve daha düşük streslerde bulunur. Ni-Ti alaşımlar ostenit fazda iken oldukça güçlü ve serttirler.⁶⁰⁻⁶²

Martensit fazda Ni-Ti alaşım monoklinik olarak tanımlanan karmaşık bir yapıya sahiptir ve daha düşük sıcaklıklarda ve de daha yüksek streslerde bulunur.⁶¹ Alaşım martensit formundayken yumuşaktır, eğilebilir ve kolay deforme olabilir. Sıcaklık ve stresin bir fonksiyonu olan faz dönüşümleri tersinir bir fenomendir. Alaşımın bileşimi, bileşimindeki maddelerin oranı ve ısıl işlem dönüşüm sıcaklığını etkilemektedir ve buna bağlı olarak alaşımların mekanik özellikleri de değişmektedir.^{60, 63}

R-faz ise eşkenar dörtgen yapıya sahip ara evredir.⁶¹ Ni-Ti alaşımlarının spiral şeklinde bükülmesi süper elastikiyetinden dolayı kalıcı olmayacağı için eğeler bileme yöntemiyle üretilmektedir. R fazındaki eğeler ise burma yöntemiyle üretilmektedir.

Ostenit Ni-Ti teli termal bir işlemle R-fazına dönüştürülmektedir. R-fazında Ni-Ti tel bükülebilmektedir. Eğenin yeni şeklini korumak amacıyla ısı işlemler ile ostenit fazına geri dönüşü sağlanır. Bu şekilde Ni-Ti alaşımının faz bileşenleri ve özellikleri optimize edilir.⁶⁰ R-fazı süperelastikiyet ve şekil hafızası özelliği gösterir. R fazının elastisite modülü ostenit fazdan daha düşüktür. Böylece, R-fazından üretilen eğeler daha esnek olacaktır.⁶⁰ R-fazı eğeleri, geleneksel Ni-Ti eğelerden dögüsel yorulmaya karşı daha fazla direnç gösterir fakat torsiyonel direnci daha azdır.⁶⁴



Şekil 2.1. Martensit dönüşüm ve histerezis

Şekilde gösterildiği gibi şekil hafızalı alaşımlarda ostenit ve martensit fazları arasındaki dönüşümler bir sıcaklık aralığında tamamlanmaktadır. Dönüşüm sırasında ostenit faz oluşumunun başladığı sıcaklık A_s , bittiği sıcaklık ise A_f olarak isimlendirilmektedir. A_f sıcaklığında ve bunun üzerinde malzemenin şekil hafızası dönüşümünü tamamlayacağı ve süperelastik özellikler göstereceği anlamına gelir. Çoğu geleneksel süperelastik Ni-Ti eğeleri için A_f sıcaklığı, oda sıcaklığında veya altındadır.⁶⁰ Martensit faz oluşumunun başladığı sıcaklık M_s , bittiği sıcaklık ise M_f olarak adlandırılmaktadır. Faz dönüşümlerinin başlangıç ve bitiş sıcaklıklarının farklı olmalarından dolayı dönüşüm sırasında histerezis bölgesi ortaya çıkar. Bu bölgenin şeklinin alaşımın kompozisyonuna göre değiştiği ve A_s - A_f ve M_s - M_f sıcaklıkları

arasında alaşımların martensit ve ostenit fazlarını içeren karışık bir yapıya sahip oldukları gözlenmiştir.⁶²

Deforme edici kuvvetlerin uygulanmasına benzer şekilde, ısı da ostenitten martensite ya da tersi durumda faz dönüşümüne neden olabilir. Materyallerin üretimi sırasındaki termal koşullar, esneklik gibi özellikleri değiştirmek için kullanılabilir. Ostenit fazdaki endodontik eğerler için %7'ye kadar geri dönebilen bir elastik yanıt beklenmektedir. Bununla birlikte, martensit aletler daha az elastik bir aralığa sahiptir ve kullanım sırasında plastik olarak deforme olabilme olasılıkları daha yüksektir.⁶⁵ Dış stresler, Ni-Ti alaşımın ostenit kristal yapısının, gerilimi arttırmadan daha fazla stres barındırabilen martensit kristal yapıya dönüşmesini sağlamaktadır.⁶⁰

2.3.2.2. Ni-Ti Eğelere Uygulanan Isıl İşlemler

Isıl işlem katı haldeki metal veya alaşımlara belirli özellikler kazandırmak amacıyla bir veya daha çok sayıda, yerine göre birbiri peşine zamanlanarak uygulanan ısıtma ve soğutma işlemleri olarak tanımlanmaktadır.⁶⁶ Son yıllarda, Ni-Ti alaşımlarının mikro yapısını optimize etmek için birkaç yeni termomekanik işlem ve üretim teknolojisi geliştirilmiştir.⁵⁷ Ni-Ti alaşımının faz dönüşüm sıcaklıkları, bileşimdeki değişiklikler ve ısıl işlemler ile değiştirilebilir.⁵⁷

Süperelastisite, ostenit ve martensit fazları arasındaki tersinir faz dönüşümünün bir sonucudur ve alaşımdaki mekanik özellikler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.⁴⁶ Ni-Ti alaşımların mekanik özellikleri ve termal davranışları; bileşimine, tasarımına ve üretim sırasında uygulanan ısıl işleme bağlı olarak değişmektedir. Ni-Ti alaşımının bu belirgin özelliği endodontik aletlerin üretiminde önemli gelişmelere neden olmuştur.⁶⁰

Brantley ve ark.³⁵, Ni-Ti döner aletlerin yapısının, diferansiyel taramalı kalorimetri ile uygun bir şekilde araştırılabileceğini göstermişlerdir. Geleneksel Ni-Ti

döner aletlerinin (Lightspeed ve ProFile) Af sıcaklığının oda sıcaklığında yani 25 °C civarında olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, bu eğeler klinik kullanım sırasında süperelastik davranış göstermektedirler.³⁵

R-faz Ni-Ti Alaşımlar

Hou ve ark.⁶⁷ yaptığı çalışmada R-faz Ni-Ti alaşımdan üretilen Twisted File (SybronEndo, Orange, CA, ABD) ve K3 (SybronEndo) eğelerinin Ms ve Af sıcaklıklarının 37 °C'den daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. R-faz alaşımlar aynı geometriye sahip Ni-Ti alaşımlardan daha fazla esneklik, döngüsel yorulma direnci ve burulma direncine sahiptir. Ancak burulma direnci M-Wire alaşımlardan daha azdır.⁶³ K3XF (Sybron Dental Specialties, Orange, CA, ABD) eğesi de, R-faz alaşımı ile üretilmektedir.⁶⁸

M-Wire

2007 yılında Tulsa Dental, Nitinol SE508'i (ağırlıkça %55.8 Nikel, %44.2 Titanyum), ısıl işlemlere tabi tutarak M-Wire olarak bilinen yeni bir Ni-Ti alaşımı geliştirmiştir. Bu materyal, süperelastikiyet özelliğini korumaktadır ve hem martensit hem de R-fazlarını içermektedir.⁵⁷ M-Wire alaşımından üretilen eğeler geleneksel Ni-Ti alaşımlardan üretilen eğelerle karşılaştırıldığında, daha yüksek döngüsel yorulma direncine ve gelişmiş mekanik özelliklere sahiptir.⁶⁹⁻⁷² ProTaper NEXT, Profile Vortex, Profile Vortex Blue, Profile GT-X (Dentsply Sirona, York, PA, USA), Reciproc (VDW, Münih, Almanya), WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) M-Wire alaşımdan üretilen eğe sistemlerine örnektir.^{57, 73, 74}

Kontrollü Bellek Özelliği (CM)

CM-Wire, 2010 yılında tanıtılan esnek özelliklere sahip yeni bir Ni-Ti alaşımıdır. Bu alaşım, Nitinol SE508 alaşımına özel bir termomekanik işlem uygulanarak elde edilir. Bu eğelerin geleneksel süperelastik Ni-Ti eğelerde bulunmayan şekil hafıza özelliği vardır. Bu özellik eğelere daha fazla yorulma direnci ve esneklik sağlamaktadır. Eğelere ön eğim verilebilmektedir, Böylece daha merkezi bir kanal şekillendirmesine ve daha az transportasyon oluşumuna olanak sağlar.^{11, 60, 75} CM alaşımları aynı zamanda, süperelastik Ni-Ti alaşımlardan (%54 ila %57) daha az nikel (%52) içermektedirler. Son çalışmalar, HyFlex CM eğelerinin son ostenit faz sıcaklığının yaklaşık 47 °C olduğunu bildirmişlerdir. Bu özellik eğenin oda sıcaklığında, yalnızca ostenit fazda bulunan geleneksel Ni-Ti eğelerinin aksine, R-faz martensit ve ostenitin bileşimi halinde olabileceğini göstermektedir.⁷⁶⁻⁷⁸

CM eğeleri, geleneksel Ni-Ti eğelerine göre daha düşük gerilme direncine (CM 1094 MPa, Ni-Ti 1415 MPa'dır) sahip olmasına rağmen, kırılmadan önce deformasyona dayanma kapasiteleri (%58.4-%84.7), geleneksel olanlara (%16.7-%27.5) göre daha yüksektir ve böylece üstün esneklik özelliği göstermektedirler.⁷⁷ Yapılan bazı çalışmalarda da CM eğelerinin geleneksel süperelastik eğelere göre daha fazla döngüsel yorulma direncine sahip olduğu gösterilmiştir.^{60, 79-81}

Ni-Ti alaşımının martensit fazının önemli derecede yorulma direncine sahip olması gibi benzersiz özellikleri bu alaşımı birçok uygulama için ideal hale getirir.⁸² Martensit fazındaki aletler kolayca deforme olabilir fakat dönüşüm sıcaklıklarının üzerinde ısıtılarak şekillerini geri kazanırlar. Bu işlemle metal ısıtıldığında ostenit faza dönüşmektedir ve süperelastik özelliği sayesinde tekrar soğumadan önce orijinal şekline dönebilmesi sağlanmaktadır.⁸²⁻⁸⁵

Endodontik eğeler, kök kanallarının mekanik preparasyonu sırasında irrigasyon solüsyonları ile birlikte kullanılmaktadır. Üç farklı geleneksel süperelastik Ni-Ti eğenin yorulma direnci ortamdaki etkilenmezken, CM özelliğine sahip 2 eğenin yorulma direncinin sıvı ortamda daha uzun olduğu görülmüştür.⁸¹ Sulu ortamın metal yorulma davranışına etkisinin nedeni ısıyı uzaklaştırmasıdır. Bu nedenle, sulu bir ortam CM eğelerinin yorulma ömrünü uzatmak için emici olarak işlev görmektedir. CM özelliğine sahip Ni-Ti alaşımlarının yorulmasının hem lokal hem de çevresel olarak sıcaklığa duyarlı olduğu belirtilmiştir.⁶⁰ TYPHOON Infinite Flex Ni-Ti eğeleri (Clinician's Choice Dental Products, Milford, CT, ABD) kontrollü bellek özelliğine sahiptir.⁶⁸

Gold ve Blue Isıl İşlem

2011 yılında Dentsply Tulsa Dental (Tulsa, OK, ABD), yeni mavi renge sahip ilk endodontik eğe olan ProFile Vortex Blue'yu tanıtmıştır. ProFile Vortex Blue ve Recipro Blue (VDW, Münih, Almanya) Blue ısıl işlem; ProTaper Gold (Dentsply Sirona Endodontics) ve WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ise Gold ısıl işlem görmüş eğelerdir. Bu eğeler ayrıca kontrollü bellek özelliğine sahiptir ve ön eğim verilebilmektedir. CM Wire ile Gold ve Blue Wire arasındaki temel fark, bu eğelerin özel ısıl işlem uygulanmadan önce yüzeylerinde pürüzlendirme yapılmasıdır.⁸⁶

Gold ısıl işlemi için eğeler boyutlarına ve konikliklerine göre 10-60 dakika boyunca 370 °C – 510 °C sıcaklığa maruz bırakılır. Eğeler iki aşamalı transformasyon gösterirler. Af sıcaklığı 50 °C'nin üstündedir.⁶³

Vortex Blue eğelerinin yüzeyinde ısıl işlem sonucu oluşan titanyum oksit tabakası bulunur ve eğe bu tabakadan dolayı mavi renkte görünmektedir. Vortex Blue eğelerinin Af sıcaklığının 38.5 °C, Ms sıcaklığının 31.1 °C olduğu bildirilmiştir.⁸⁷ Bütün Gold ve

Blue ısıtıl işlem görmüş eğeler, geleneksel Ni-Ti ve M-Wire eğelere göre daha esnek ve daha fazla yorulma direncine sahiptir.⁸⁶

Max-Wire Ni-Ti Alaşımlar

Bu yeni teknoloji ile üretilen XP-Endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) eğesi soğutulduğunda (20 °C) martensit faza ve vücut sıcaklığında (37 °C) ostenit faza dönüşür. Ege ostenit fazda, kanal düzensizliklerine uyum sağlayan ve ege üzerindeki stresi azaltan yılan benzeri bir şekle sahiptir.⁸⁸

T-Wire ve C. Wire Ni-Ti Alaşımlar

MikroMega firması tarafından, Ni-Ti alaşımlara uygulanan özel ısıtıl işlem ile oluşturulan T-Wire alaşımlarının esnekliğinin ve kırılma direncinin %40 oranında arttığı iddia edilmektedir. 2Shape eğeleri T-Wire ısıtıl işlemi ile üretilmişlerdir. Üretici firma eğelerin her kullanımdan sonra orijinal şekillerine dönebildiğini belirtmektedir.^{63, 89}

C. Wire, Micro-Mega tarafından OneCurve eğeleri için özel olarak geliştirilen patentli bir ısıtıl işlemdir.⁸⁹ Eğeye ilk olarak elektrokimyasal parlatma işlemi ve ikinci olarak ısıtıl işlem uygulanır.¹⁴ Alaşıma uygulanan ısıtıl işlem ile ege kontrollü bellek özelliği kazanmaktadır.⁸⁹

2.3.2.3. Isıtıl İşlem Görmüş Kontrollü Bellek Özelliğine Sahip Endodontik Tek Ege Sistemleri

Reciproc Blue

Reciproc Blue (VDW, Münih, Almanya) resiprokasyon hareketiyle çalışan ve yakın zamanda piyasaya sunulan tek ege sistemidir. Reciproc Blue, Reciproc (VDW)

eğesinin geliştirilmiş halidir. Reciproc Blue, S şeklinde çapraz kesite, 2 kesme bıçağına ve aktif olmayan uç tasarımına sahiptir. Blue ısıtılma işlemi ile alaşımın moleküler yapısı değiştirilerek, eğelerin döngüsel yorulma direncinin artırılması amaçlanmıştır. Bu ısıtılma işlemi, eğenin mavi renkte görünmesine sebep olmaktadır.⁹⁰ Reciproc Blue eğelerinin R25 (25/08), R40 (40/06) ve R50 (50/05) olmak üzere üç farklı uç boyutu bulunmaktadır.⁹¹

TruNatomy

TruNatomy; üretim sonrası ısıtılma işlemi uygulanan, Dentsply Sirona firması tarafından piyasaya sunulan, tam tur rotasyon hareketiyle çalışan Ni-Ti kanal eğesidir. TruNatomy eğelerinin şekil hafıza özelliği M-Wire ve geleneksel Ni-Ti eğelerden daha azdır. Eğelere ön eğim verilebilmektedir. Bu eğe sisteminin TruNatomy Prime File (26/04), TruNatomy Medium file (36/03) ve TruNatomy Small file (20/04) olmak üzere üç farklı boyutu mevcuttur.⁹²

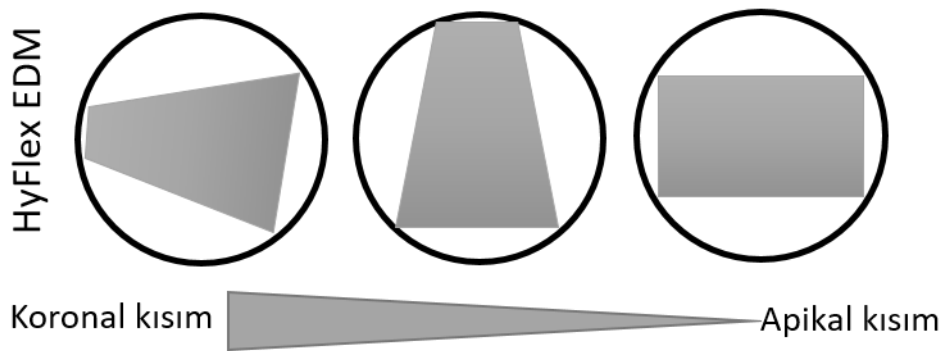
HyFlex EDM

Coltene/Whaledent (Altstätten, İsviçre) 2016'da Ni-Ti CM 495 alaşımından, mühendislikte yaygın olarak kullanılan elektro-erozyon (spark-erosion) teknolojisini kullanarak HyFlex EDM sistemini piyasaya sürmüştür.^{11, 57} Elektriği ileten malzemelerin üretilirken, yalıtkan sıvı varlığında kontrollü elektrik boşaltımı (deşarjı) kullanılarak yapılan temassız termal erozyon işlemine elektrikseldeşarj işlemi (EDM) denir. Bu işlem metalin yani Ni-Ti alaşımının yüzeyini eritir, alaşımın küçük bir kısmı kısmen buharlaşır ve Ni-Ti alaşımını aşınmış krater benzeri yüzeyin altında kalır.⁹³ Eğe ultrasonik temizleme ve bir asit banyosu işleminden geçirilir ve bu işlemden önce ya da sonra, 10 dk ila 5 saat arasında değişen sürelerde 300-600 °C sıcaklıkta ısıtılır.⁹⁴ HyFlex EDM eğelerinin Af sıcaklığı 52 °C'den büyüktür.⁹⁵ HyFlex EDM eğeleri geleneksel Ni-

Ti alaşımlarından daha düşük oranda nikel içeriğine (%52) sahiptir. Düşük nikel içeriği metalin daha yumuşak olmasına neden olarak eğenin kesme etkinliğinin daha az olmasını ve eğenin daha fazla kanal merkezinde kalabilmesini sağlamaktadır.⁹⁶ EDM, eğenin dögüsel yorulma direncini artırarak kırılma dayanımını oda sıcaklığında ya da vücut sıcaklığında %700 yükseltebilir.^{12, 97-99}

Uslu ve ark.¹⁰⁰ HyFlex EDM ve HyFlex CM eğelerinin yüzey yapısını eğri kanallara sahip dişlerde kullanımından önce ve sonra değerlendirilmiştir. Bu çalışmada HyFlex EDM eğelerinin kullanıldıktan sonra daha az sayıda yüzey değişimi gösterdiği bildirilmiştir. HyFlex EDM sisteminin HyFlex CM ile karşılaştırıldığında daha iyi yapısal dayanıklılık sağladığı gösterilmiştir.¹⁰⁰

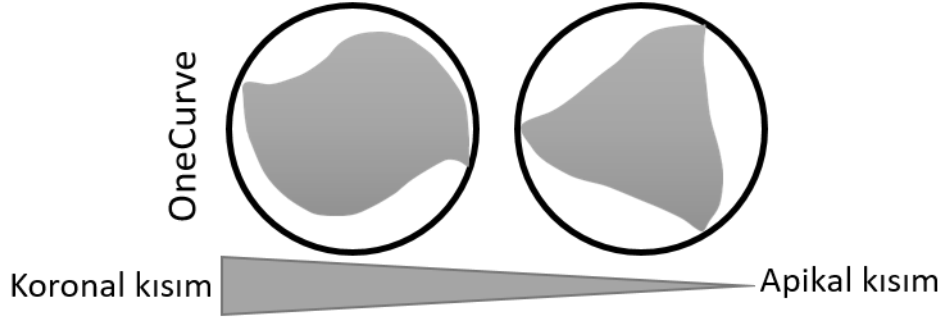
HyFlex EDM sisteminin önemli başka bir özelliği, çalışan kısım boyunca farklı kesitlere sahip olmasıdır. Sapa yakın kısımda, kesme verimini arttırmak için üçgen şeklinde; orta kısımda, daha fazla rezistans ve daha fazla debris temizliği sağlaması için trapezoidal şeklinde ve uç kısmı aletin ilerlemesini kolaylaştırmak ve kırılma riskini azaltmak için dörtgen şeklindedir (Şekil 2.2).⁵⁷ HyFlex EDM eğelerinin 25/0.08 (OneFile), 40/0.04, 50/0.03 ve 60/0.02 boyutları vardır. HyFlex EDM OneFile eğesi, 25 uç ebata ve uç 4 mm'de %8 konikliğe sahiptir. Bu oran eğenin sapına doğru azalarak %4'e düşmektedir.²²



Şekil 2.2. HyFlex EDM OneFile eğesinin çapraz kesiti

OneCurve

OneCurve eğesi (Micro Mega, Besancon, Fransa) 2017 yılında piyasaya sunulmuştur. Isıl işlem görmüş C. Wire olarak adlandırılan Ni-Ti alaşımdan üretilmiştir. Üretim sürecinde ilk olarak elektrokimyasal parlatma işlemi ve ikinci olarak ısıl işlem uygulanır.¹⁴ Bu işlem eğelere kontrollü bellek özelliği ve ön eğim verilebilme özelliği kazandırır.⁸⁹ OneCurve eğesi değişken çapraz kesite sahiptir. Eğenin uç kısmı üçgen ve shafta yakın kısımda S şeklinde çapraz kesite sahiptir (Şekil 2.3).¹⁰¹ Eğenin uç kısmında üç kesme bıçağı, sap kısmına yakın bölgede iki kesme bıçağı vardır.¹⁰² OneCurve eğesi sadece apikal 2 mm'lik kısımda merkezi olmayan (off-centered cross section) çapraz kesite sahiptir.¹⁰² Uç ebatı 25'tir ve %6 konikliğe sahiptir.¹⁰¹



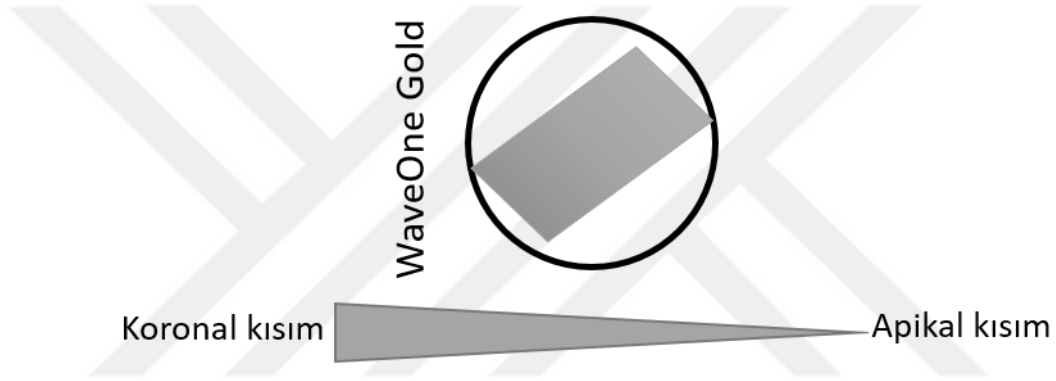
Şekil 2.3. OneCurve eğesinin çapraz kesiti

WaveOne Gold

WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) eğeleri döngüsel yorulma direnci ve esnekliği artıran “Gold” olarak adlandırılan bir termal işlem kullanılarak üretilmektedir.¹⁰³ M-Wire alaşımı yavaş yavaş ısıtılır, soğutulur ve bu şekilde eğenin yüzeyinde altın rengi titanyum oksit tabakası oluşur.¹⁰⁴ Eğeler ilk olarak yaklaşık 410-440 °C sıcaklık aralığında özel bir ısıl işleme tabi tutulur ve daha sonra, bir kez daha 120-260 °C sıcaklıkta ısıl işleminden geçirilirler. WaveOne Gold eğesi için Af sıcaklığı 40

°C ile 60 °C arasındadır. Uygulanan bu ısıl işlemin eğelerin esnekliğini arttırdığı belirtilmiştir.⁹⁵

WaveOne Gold eğeleri yuvarlak konik şekilli, yarı aktif uç tasarımına sahiptir.¹³ WaveOne Gold eğesine ön eğim verilebilmektedir. Eğeler, değişken konikliğe sahiptir, iki kesici kenarı vardır ve bunlar kanal ile 85° açı yapmaktadır. Eğeler merkezi olmayan paralel kenarlı çapraz kesite sahiptir. Tek eğeli resiprokasyon hareketiyle çalışan eğe sisteminin dört farklı boyutu vardır: Small (20 / 0.07), Primary (25 / 0.07), Medium (35 / 0.06) ve Large (45 / 0.05).¹⁰³



Şekil 2.4. WaveOne Gold Primary eğesinin çapraz kesiti

2.4. Kanal Şekillendirmesi Sırasında Rehber Yol Oluşturmak

Endodontide rehber yol, kök kanalının kanal girişinden apekse kadar düz bir radiküler tünel olarak tanımlanır ve şekillendirme eğelerinin bu yolu takip etmesini kolaylaştırır. Rehber yol küçük boyutlu ve az konikliğe sahip endodontik motor ile kullanılan Ni-Ti eğeler ya da el ile kullanılan paslanmaz çelik eğeler ile oluşturulabilir.¹⁰⁵ Rehber yol oluşturularak, şekillendirme eğelerinde ki torsiyonel stresin azaltılabileceği gösterilmiştir.¹⁰⁶ Yapılan çalışmalarda rehber yol oluşturulmasının kanal transportasyonunu azaltarak orijinal kanal anatomisinin daha iyi korunabildiğini göstermiştir.^{107, 108} Şekillendirme eğelerinin kullanım ömrünün rehber yol oluşturulduktan sonra arttığı ve daha fazla kanal şekillendirmesi için kullanılabilecekleri

bildirilmiştir. ^{106, 109} Rehber yol oluşturulması, özellikle şiddetli eğimli kanallarda diş hekimine daha güvenli bir şekillendirme yapmasını sağlamak ve kanal içeriklerinin periapikal bölgeye taşmasını azaltarak işlem sonrası hastanın ağrı hissetmesi ihtimalini azaltmaktadır. ^{110, 111}

El eğeleri ile endodontik rehber yol hazırlığı özellikle kalsifiye ve eğimli kanallarda diş hekimleri için zor ve zaman alıcı olabilmektedir. Son yıllarda üreticiler el eğeleri ile rehber yol oluşturmak yerine küçük ebatlarda (#10– #20) ve küçük koniklikte (%1 - %2) farklı Ni-Ti döner eğeler ile rehber yol oluşturmak için piyasaya yeni eğeler sunmuşlardır. ^{112 113}

Berutti ve ark. ¹⁰⁸, Ni-Ti PathFile eğesi ile rehber yol oluşturmanın orijinal kanal anatomisini paslanmaz çelik eğeden daha iyi koruduğunu göstermişlerdir. Hartmann ve ark. ²⁴, yayınladığı derlemede; rehber yol oluşturma işleminin döner aletlerle yapıldığında, paslanmaz çelik eğelere göre benzer ya da daha az kanal transportasyonu yaptığı ve daha iyi merkezde kalma yeteneği gösterdiği bildirilmiştir. Hartmann ve ark. ²⁴ yaptığı bu derlemede aynı zamanda kanal şekillendirme işleminden önce rehber yol oluşturmanın, rehber yol oluşturmamaya göre benzer ya da daha iyi kanal şekillendirme yeteneği gösterdiğini ve bununla birlikte her şekilde orijinal kanaldan sapma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda, rehber yol oluşturulması ile şekillendirme işlemleri sırasında kullanılan Ni-Ti döner eğelerde oluşan alet kırığı oranının azaldığı gösterilmiştir. ^{109, 114} Rehber yol oluşturmayı kolaylaştırmak için 2009 yılında Ni-Ti döner PathFile (Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre) eğeleri tanıtılmıştır. PathFile eğeleri ile yapılan bir çalışmada, PathFile ile rehber yol oluşturmanın kanalın orijinal şeklinin korunmasını sağladığı ve kanal içi düzensizliği azalttığı bildirilmiştir ¹¹⁵. Son yıllarda ProGlider (Dentsply Sirona) ve One G (Micro-Mega, Besancon Cedex, Fransa) gibi tek

eğeli döner rehber yol hazırlama sistemleri tanıtılmıştır.¹¹³ Geleneksel Ni-Ti alaşımından üretilen One G'nin (Micro-Mega, Besancon, Fransa), apraz kesiti asimetriktir. Uç boyutu 0.14 mm çapındadır ve %3 konikliğe sahiptir. One G, eğenin kanallara sıkışmasını azaltmak için farklı vida adım uzunluğu ve farklı boyutlarda kesici kenarlara sahiptir.¹¹⁶ WaveOne Gold Glider (Dentsply Sirona; Ballaigues, İsviçre) resiprokasyon hareketiyle çalışan ısıl işlem görmüş tek eğeli rehber yol eğesidir.¹¹⁷

S şeklinde kanala sahip rezin modellerle yapılan, WaveOne eğesi ile şekillendirme işleminden önce rehber yol oluşturmanın kanal şekillendirme yeteneğine etkisinin incelendiği bir çalışmada; rehber yol oluşturmanın şekillendirme eğesinin merkezde kalmasını arttırdığı ve kanaldan sapmayı azalttığı gösterilmiştir.¹¹⁸

2.5. Kanal şekillendirme Yeteneğinin Değerlendirilmesi

Apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği endodontik aletlerin orijinal kök kanal geometrisini koruyabilmelerini araştırmak için en sık kullanılan parametrelerdendir.³⁸

Gambill ve ark.¹¹⁹ kanal transportasyonunun miktarı ve yönünü, kanalın şekillendirilmesinden önce ve sonra alınan görüntülerde, kanal ve dişin diş kenarının arasındaki mesafenin ölçülmesi ve bu ölçümlerin karşılaştırılması ile yapılacağını belirtmişlerdir. Apikal transportasyonun değerlendirilmesinde kullanılan formül $(X1 - X2) - (Y1 - Y2)$ şeklindedir. X1 şekillendirme işlemi öncesi mesial yönde kanal ile kökün diş sınırı arasındaki en kısa mesafe, Y1 şekillendirme işlemi öncesi distal yönde kanal ile kökün diş sınırı arasındaki en kısa mesafe, X2 şekillendirme işlemi sonrası mesial yönde kanal ile kökün diş sınırı arasındaki en kısa mesafe, Y2 şekillendirme işlemi sonrası distal yönde kanal ile kökün diş sınırı arasındaki en kısa mesafesini temsil eder.

Bu formüldeki 0 sonucu kanal transportasyonu olmadığını, pozitif olması mesial yönde transportasyon olduğu, negatif olması ise distal yönde transportasyon olduğunu gösterir.

Merkezde kalma yeteneği, eğenin kanalda merkezde kalma oranının bir ölçüsüdür. Bu oran, şu formül kullanılarak hesaplanır: $(X1 - X2)/(Y1 - Y2)$. Bu hesaplamada $(X1 - X2)$ veya $(Y1 - Y2)$ sayıları eşit değilse formülde küçük olan pay olarak belirlenmektedir. Bu formülün sonucu 1 ise ideal merkezde kalma yeteneğini gösterir.¹¹⁹

Kanal şekillendirme yeteneğinin değerlendirilmesi için iki deneysel model kullanılır. Bunlar simüle edilmiş rezin modeller ve çekilmiş insan dişleridir.¹²⁰ Ni-Ti eğelerinin şekillendirme yeteneklerini karşılaştıran birçok çalışmada, yapay rezin kanal modelleri kullanılmıştır.^{108, 121, 122} Resin modellerin kullanıldığı çalışmalarda, Ni-Ti eğelerinin şekillendirme yetenekleri kanalların fotoğraf görüntüleri şekillendirme işleminden önce ve sonra üst üste bindirilerek bilgisayar programları ile kolayca karşılaştırılabilir.¹²³ Çakıştırılan görüntülerden şekillendirme yeteneğini hesaplamak için kök kanalının farklı seviyelerinden ölçümler yapılır. Ölçüm noktaları çoğunlukla manuel olarak yerleştirilir ve bu nedenle ölçümler belirli bir dereceye kadar subjektiftir.¹²⁴ Resin kök kanal modelleri ile yapılan çalışmalarda şekillendirme yeteneğini değerlendirmek için Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT) de kullanılabilir. Fakat resin blokların radyolüensilerinin fazla olması nedeniyle 3 boyutlu rekonstrüksiyonları zordur.¹²⁵ Resin kök kanal modellerinin üretimleri ile ilgili sapmalar da bu modellerin bire bir aynı olmasını engeller ve bu yöntemde de tam olarak standardizasyon sağlanamamaktadır.¹²⁴ Üç boyutlu yazıcılarla istenilen zorluk derecesinde kök kanalları üretilerek bu durumun önüne geçilebileceği bildirilmiştir.¹²⁴

Resin bloklar çekilmiş insan dişlerine göre standardize edilmiş deneysel koşullar sağlar, ancak insan dentini ve ısı oluşumu ile ilgili farklı mekanik özelliklere ilişkin çeşitli

kısıtlamaları vardır.¹²⁶ Yapay kanalların yapıldığı rezin ile dentin sertlik değerleri aynı değildir. Ancak bu teknik şekillendirme özelliklerini belirlemek için görüntülerin kolayca yorumlanmasına olanak sağlamaktadır.¹²⁷ Çalışmalarda insan dişleri kullanılması klinik koşullarla uyumlu olsa da, üç boyutlu kök kanal morfolojisindeki değişiklikler standardizasyona engel olmaktadır.³⁸ Çekilmiş diş kullanılması klinik duruma daha benzer koşullar sağlamasından dolayı rezin bloklara göre daha avantajlıdır.¹²⁰

Çekilmiş dişlerle Ni-Ti eğelerinin şekillendirme yeteneklerini değerlendirmek için seri kesit tekniği, radyografik teknik, KIBT ve Mikro-BT gibi çeşitli teknikler kullanılabilir. Bu yöntemlerin her birinin kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır.^{128, 129}

2.5.1. Seri Kesit Tekniği

Bramante tekniği (seri kesit tekniği), kök kanal şekillendirmesini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.¹³⁰⁻¹³² Bu yöntemle kanal şekillendirmesinin değerlendirilmesi önceden belirlenmiş üç veya dört seviyede yapılır. Belirlenen seviyelerden kesit alınıp fotoğraflanır ve şekillendirme işlemi sonrası tekrar bu seviyelerden alınan fotoğraflar bilgisayar yazılımları kullanılarak karşılaştırılır. Bu teknik basit ve düşük maliyetli olmasından dolayı avantajlıdır.¹³³ Seri kesit tekniği invazivdir, değerlendirme önceden belirlenmiş seviyelerle sınırlıdır, bilinmeyen doku değişiklikleri ve malzeme kaybıyla sonuçlanır.¹²⁹

2.5.2. Radyografik Görüntüleme

Apikal transportasyon değerlendirmesinde kullanılan (A double- digital standardized radiographic technique) çift dijital standardize edilmiş radyografi tekniğinde şekillendirme öncesi ve sonrası alınan radyografi görüntüleri bilgisayar programlarıyla

üst üste getirilerek karşılaştırılır. Bunun için AutoCAD¹²⁹ ve Adobe Photoshop (Adobe Systems, San Jose, CA, ABD) programları kullanılabilir. ¹³⁴ Radyografik teknik invaziv değildir, ancak yalnızca iki boyutlu değişiklikleri kaydetmek için kullanılır. ¹²⁹ Ancak apikal transportasyonun en fazla mezio-distal yönde olduğu gösterilmiştir. ¹³⁵ Bu nedenle apikal transportasyon değerlendirmesi, Schafer ve ark. ^{129, 136} tarafından bildirilen yöntemle şekillendirme öncesi ve sonrası kanala yerleştirilen eğe ile alınan radyografilerin karşılaştırılmasıyla yapılabilir.

2.5.3. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

X ışınlarının penetrasyon özelliği sayesinde, X-ışını incelenen nesnenin içinden geçer ve iletilen enerji iki boyutlu bir görüntü olarak kaydedilir. Eğer, örnek farklı yönlerden defalarca görüntülenirse, bilgisayar algoritmaları kullanarak örneğin üç boyutlu yapı bilgisi elde edilebilir. Bu, tomografik rekonstrüksiyon olarak adlandırılır. ¹³⁷

Konik-ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) kullanımı, sınırlı görüş alanı ile düşük doz ve yeterli çözünürlük sağladığı için endodontik tanı, tedavi ve tedavinin değerlendirilmesi için önerilmiştir. ¹³⁸ Ayrıca KIBT invaziv olmayan bir yöntem olmasından dolayı kanal geometrisinin analizi ve şekillendirme işlemlerinin değerlendirilmesi için de kullanılabilir. KIBT ile kök kanal şekillendirmesinden önce ve sonra kök kanalının anatomik yapısının değerlendirilmesi mümkün hale gelmektedir. ¹³⁹⁻¹⁴¹

Görüntü kalitesi, KIBT görüntülerinde tanısal yapıların görünürlüğü açısından önemlidir. ^{142, 143} Voksel boyutu ve ışınlama dozunun, görüntü kalitesi ile pozitif bir korelasyon gösterdiği bildirilmiştir. ^{144, 145} Daha küçük voksel boyutlarının daha iyi bilgi sağladığı ve daha yüksek hassasiyete sahip olduğu belirtilmiştir. ^{146, 147}

KIBT tarayıcıları 0.07- 0.4 mm³ hacimli voksellerden oluşmuş görüntüler üretirken; 1980'lerin başında geliştirilen ve 5-50 µm aralığında voksel üreten x-ışınlı Mikro-BT sistemleri, çok daha iyi uzaysal çözünürlüğe sahiptir.^{137, 148-150} KIBT, Mikro-BT ile karşılaştırıldığında daha düşük çözünürlüğe rağmen daha düşük radyasyon maruziyeti nedeniyle hastalarda ve in-vivo çalışmalarda kullanılabilir.¹⁵¹

2.5.4. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT)

Mikro-BT cihazında örnek, genellikle sabit bir x-ışını kaynağı ve x-ışını görüntüleme dizisi içeren bir sistem içerisinde vertikal eksen etrafında döndürülerek taranır. Görüntüleme işlemi tahribatsız olduğundan, aynı numunenin iç özellikleri birçok kez taranabilir ve taramadan sonra örnekte tahribat oluşmadığı için ilave biyolojik ve mekanik testler de uygulanabilmektedir. Elde edilen veriler, üç boyutlu veya iki boyutlu olarak kaydedilebilir ve nitel veya nicel analizler için kullanılabilir.¹³⁷

Mikro-BT ile bilgisayarlı tomografi cihazları arasında iki önemli fark vardır. Bilgisayarlı tomografi kullanılırken dedektör ve ışın kaynağı hastanın etrafında döner ve oluşan mekanik vibrasyondan dolayı görüntünün çözünürlüğü azalır. Mikro-BT'de ise dedektör ve ışın kaynağı sabittir. Görüntülenecek numunenin kendi eksenini etrafında dönmesi sağlanarak mekanik vibrasyon azalır ve böylece çözünürlük artar. Daha büyük X ışını kaynak boyutu görüntüde kenar bulanıklığı oluşmasına sebep olur. Daha küçük kaynak penumbra denen bu bulanıklığı azaltarak projeksiyon keskinliğini artırır.¹⁵²

Mikro-BT kullanılarak dişler ve kemikler gibi mineralleşmiş dokular, biyomateryaller, seramik ve polimerler gibi materyaller incelenebilir. Mikro-BT ile kontrast madde kullanılarak akciğer gibi yumuşak dokular da görüntülenebilir. Mikro-BT sistemlerinin geliştirilmesiyle, küçük canlı hayvanların in-vivo görüntülenmesi de mümkün hale gelmiştir.¹⁵³

Mikro-BT diş hekimliği alanında mine kalınlığının ölçülmesi, kök kanal morfolojisi ve kök kanal şekillendirmesinin değerlendirilmesi, kronofasial iskeletsel yapılar ve gelişimi, biyomekanik çalışmaları, doku mühendisliği, dişlerin mineral yoğunluğu, implant ve implant çevresindeki kemiğin incelenmesinde kullanılmaktadır.¹³⁷ Kök kanal preperasyonu değerlendirilmesiyle ilgili olarak şekillendirme işlemleriyle kanal morfolojisindeki değişimler, yüzey alanı ve hacmi, uzaklaştırılan dentin hacmi miktarı, kanal çapı, prepare edilen yüzey, kurvatür, kanal transportasyonu, yapı modeli indeksi, kütle merkezinin transportasyonu, kanal düzleştirme oranı, dentin mikro çatlağı oluşumu, tekrarlayan endodontik tedaviler için kullanılan eğelerin verimliliği değerlendirilebilmektedir.¹³⁷

Ancak Mikro-BT görüntüleme yöntemi zaman alıcıdır ve maliyeti yüksektir. Klinik kullanım için uygun değildir.^{151, 154}

3. MATERYAL ve METOD

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

Çalışma planlandıktan sonra Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'na başvurularak çalışmanın yapılmasının etik açıdan uygun olduğu 27.11.2018 tarih ve Karar No:34 ile onaylanmıştır. Çalışma aşağıdaki başlıklar altında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalında planlanıp süresi içerisinde tamamlanmıştır.

3.1. Örneklerin Seçimi ve Hazırlanması

Bu çalışmada periodontal sebeplerle çekilmiş 45 adet gelişimini tamamlamış mandibular molar diş kullanılmıştır.

3.1.1. Dişlerin Dahil Edilme ve Hariç Tutulma Kriterleri:

Tüm dişlerden periapikal radyografi alınmıştır ve mezio-bukkal kanal kurvatürü 25° - 35° (Schneider) arasında olan dişler seçilmiştir.¹⁵⁵

Dişlerin Dahil Edilme Kriterleri:

1. Kök kanalının kalsifiye olmaması,
2. Kök kanallarının kurvatürünün 25° - 35° arasında olması,

3. Kökte rezorbsiyon, kırık vs. olmaması,
4. Dişte geniş restorasyon ya da çürük bulunmaması,
5. Dişe daha önce kök kanal tedavisi uygulanmamış olması,
6. Kök ucu gelişiminin tamamlanmış olması,
7. Apikal açıklığın var olması,
8. Kök uzunluğunun uygun olmasıdır.

Dişlerin Dahil Edilmeme Kriterleri:

1. Kök kanalının kalsifiye olması,
2. Kök kanalların kurvatürünün 25°-35° arasında olmaması,
3. Kökte rezorbsiyon, kırık vs. olması,
4. Dişte geniş restorasyon ya da çürük bulunması,
5. Dişe daha önce kök kanal tedavisi uygulanmış olması,
6. Kök ucu gelişiminin tamamlanmamış olması,
7. Apikal açıklığın sağlanamaması,
8. Kök uzunluğunun uygun olmamasıdır.

3.2.Örneklerin Hazırlanması

Seçilen dişler debris ve yumuşak doku artıklarından mekanik ve ultrasonik olarak temizlendikten sonra %0.1 timol içeren solüsyonda dezenfekte edilmiştir. Daha sonra izotonik serum içerisinde bekletilmiştir. Dişlerin mezio-bukkal kanallarına #08 K tipi eğe yerleştirilerek kanal açıklığı kontrol edilmiştir. Dişlerin bukkal veya lingual yönünü ayırt edebilmek amacıyla bukkal bölgelerine elmas frezlerle (Diatech Dental AG, Swiss Dental Instruments, CH-9450 Altstatten) işaretleme yapılmıştır. Dişler, distal kökten ayrılarak, kök boyu 18±1 mm olacak şekilde, kron kısımları elmas frezler (Diatech Dental AG,

Swiss Dental Instruments, CH-9450 Altstatten) kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Örnekler rastgele 3 (n=15) gruba ayrılmıştır (Şekil 3.1).

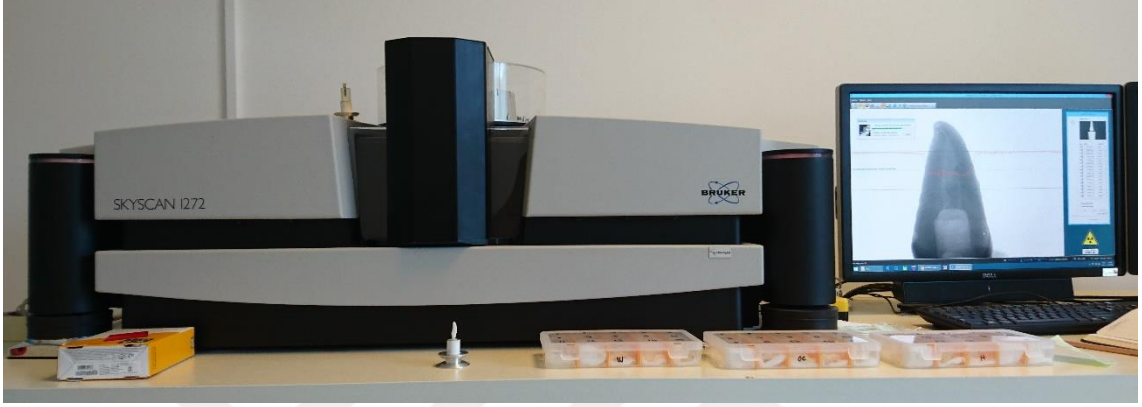


Şekil 3.1. Örneklerin hazırlanması

3.3. Şekillendirmeden Önce Mikro-BT ile Görüntüleme

Örnekler, şekillendirmeden önceki görüntülerinin elde edilmesi için Hacettepe Üniversitesi İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezinde Mikro-BT cihazıyla (Bruker Skyscan 1272, Billerica, Massachusetts, ABD) (Şekil 3.2, Şekil 3.3) taranmıştır.

90kV ve 111 μ A ile tarama yapılmıştır. Tarama dikey eksen etrafında 180° dönüş ile ve dönüş adımı 0.3 ° olarak yapılmıştır. Görüntülerin piksel boyutu 10 μ m'dir. 0.5 mm kalınlığında aliminyum ve 0.038 mm kalınlığında bakır filtre kullanılmıştır. Her bir örneğin tarama süresi yaklaşık olarak 1 saat 20 dakika sürmüştür.

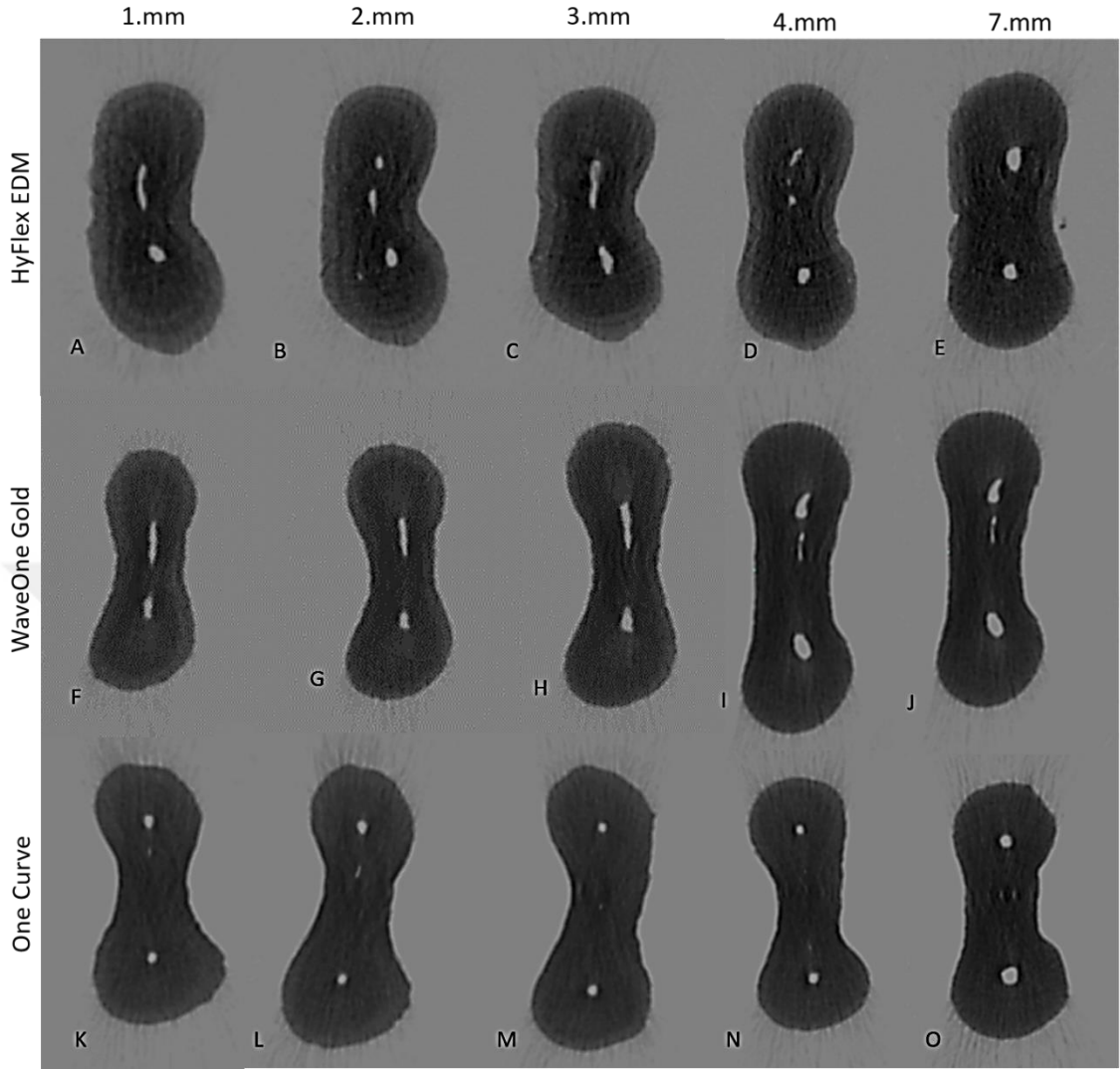


Şekil 3.2. Bruker Skyscan 1272 model Mikro-BT cihazı



Şekil 3.3. Örneklerin Mikro-BT taraması için hazırlanması

Yeniden yapılandırma için NRecon 1.7.4.2 (Bruker Mikro-BT) yazılımı kullanılmıştır. 31 halka artifakt düzeltmesi ve %82 ışın sertleşme (beam hardening) düzeltmesi yapılmıştır. Her bir örnek için ortalama 1550 kesit elde edilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği ölçümleri için şekillendirme öncesi 1 mm (A,F,K), 2 mm (B,G,L), 3 mm (C,H,M), 4 mm (D,I,N), 7 mm (E,J,O) aksiyal kesit görüntüleri

3.4. Çalışma Boyu Tespiti

Çalışma aşamasında kök kanallarının hazırlanması ve şekillendirilmesi işlemi tek bir operatör tarafından yapılmıştır. ISO #8 K-tipi el eğesi (VDW, Münih, Almanya) apikal foramenden görünene dek kanal içerisinde ilerletilip eğenin boyu ölçülmüştür. Her bir kök kanalının çalışma boyu bu uzunluktan 1 mm kısa olacak şekilde belirlenmiştir.

3.5. Kök Kanallarının Preparasyonu

Kök kanal Şekillendirmesi için endodontik motor olarak X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Balaigues, İsviçre) kullanılmıştır. Bütün kanalarda rehber yol oluşturmak için One G eğesi 250 rpm ve 1 Ncm tork ile kullanılmıştır. Kanal preparasyonu aşağıda belirtilen döner aletler ile yapılmıştır:

Grup1; Kök kanalları HyFlex EDM OneFile (25/~, Coltne/Whaledent, Altstatten, İsviçre) eğesi kullanılarak ŐekillendirilmiŐtir (Şekil 3.5).

Grup2; Kök kanalları One Curve (25/06, Micro Mega, Besancon, Fransa) eğesi kullanılarak ŐekillendirilmiŐtir (Şekil 3.6).

Grup3; Kök kanalları WaveOne Gold Primary (25/07 Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) eğesi kullanılarak ŐekillendirilmiŐtir (Şekil 3.7).



Şekil 3.5. HyFlex EDM OneFile (25/~, Coltne/Whaledent, Altstatten, İsviçre)



Şekil 3.6. One Curve (25/06, Micro Mega, Besancon, Fransa)



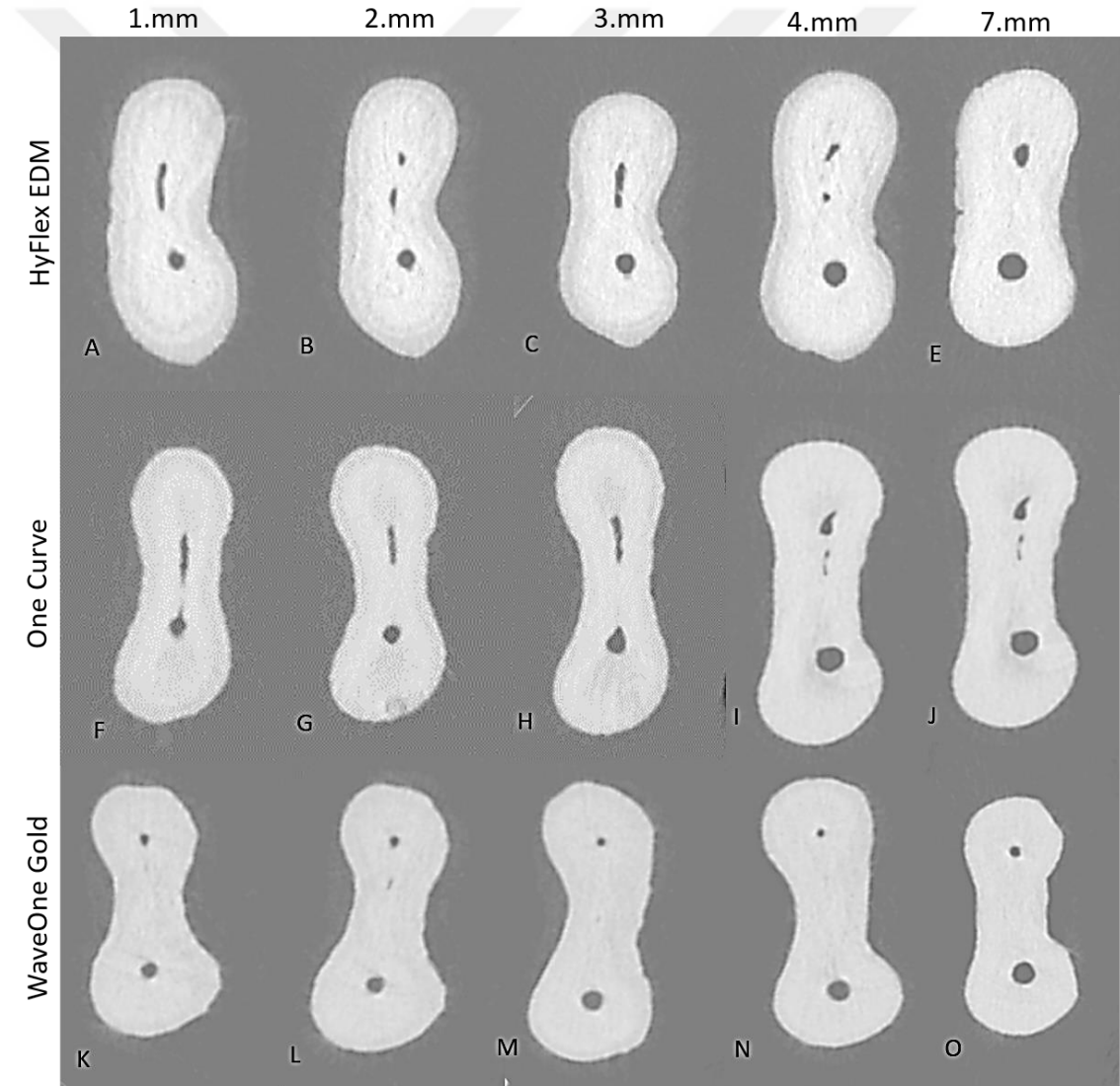
Şekil 3.7. WaveOne Gold Primary (25/07 Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)

Bütün eğe sistemleri X-Smart Plus cihazı ile kullanılmıştır. WaveOne Gold, resiprokasyon hareketiyle kendi programında kullanılmıştır. One Curve ve HyFlex EDM eğeleri 350 rpm ve 2.5 Ncm tork değerlerinde tam tur rotasyon hareketi ile kullanılmıştır. Preparasyon sırasında 3 ileri-geri hareketten sonra kök kanalları 27-G enjektör iğnesi kullanılarak, %2.5'lik 8 ml sodyum hipoklorit (Werax, İzmir, Türkiye) ile yıkanmıştır ve eğeler kanaldan her çıkartıldığında nemli gazlı bez ile temizlenmiştir. Kök kanallarının

şekillendirilmesine eğerler çalışma boyunca ulaşana kadar devam edilmiştir. Şekillendirme işlemleri sırasında hiçbir eğe kırığı olmamıştır.

3.6. Şekillendirmeden Sonra Mikro-BT Görüntüleme

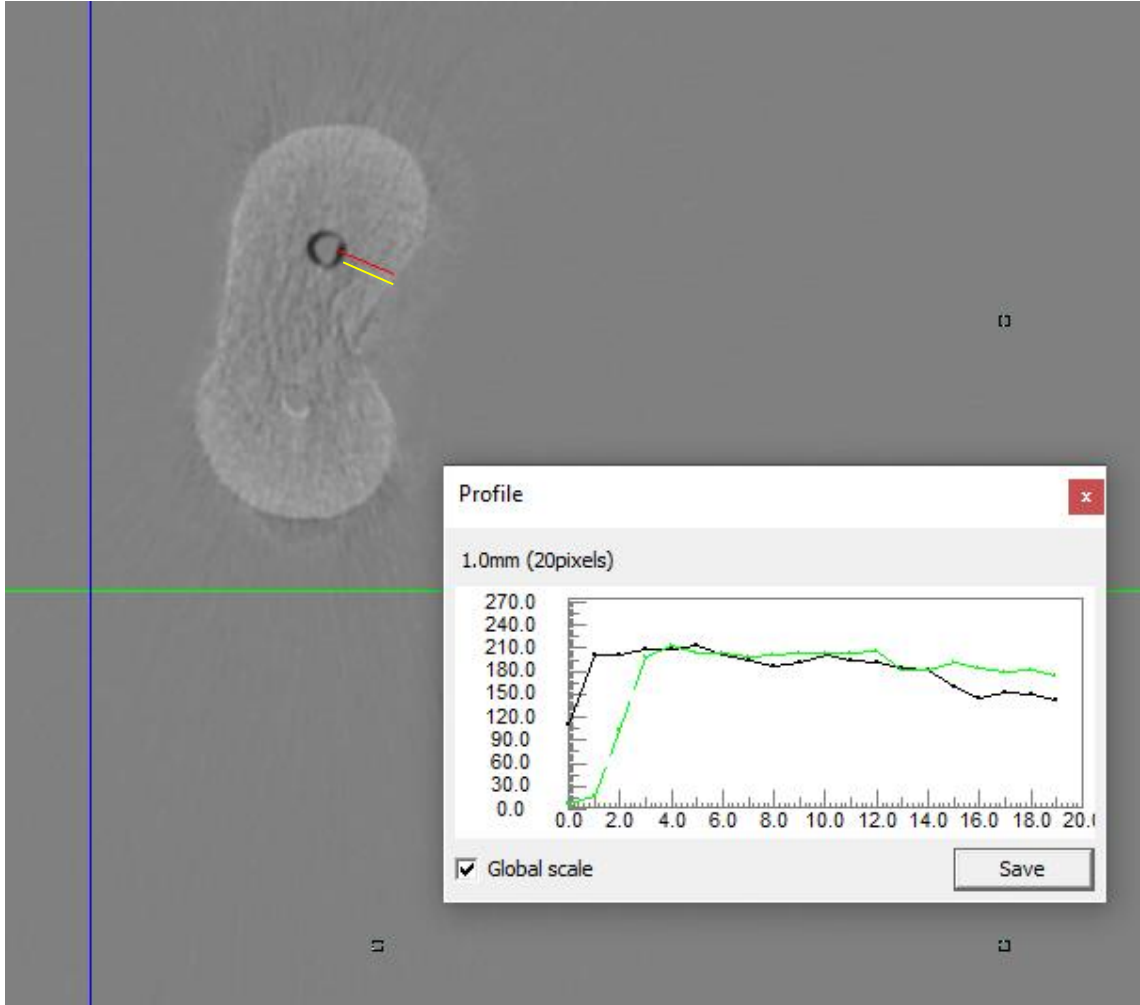
Kanallar şekillendirildikten sonra ilk taramaların yapıldığı parametreler kullanılarak Hacettepe Üniversitesi İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezinde tarama yapılarak görüntüler elde edilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.8. Apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği ölçümleri için şekillendirme sonrası 1 mm (A,F,K), 2 mm (B,G,L), 3 mm (C,H,M), 4 mm (D,I,N), 7 mm (E,J,O) aksiyal kesit görüntüleri

3.7. Apikal Transportasyon ve Kanal Merkezde Kalma Yeteneğinin Değerlendirilmesi

Şekillendirme öncesi ve sonrası görüntüleri, DataViewer 1.5.4.0 yazılımının (Bruker mikro-BT) 3B kayıt fonksiyonu kullanılarak çakıştırılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.9. Şekillendirme öncesi ve sonrası görüntülerin DataViewer 1.5.4.0 programı ile çakıştırılması, kırmızı çizgi M1 ve sarı çizgi M2 değerini göstermektedir.

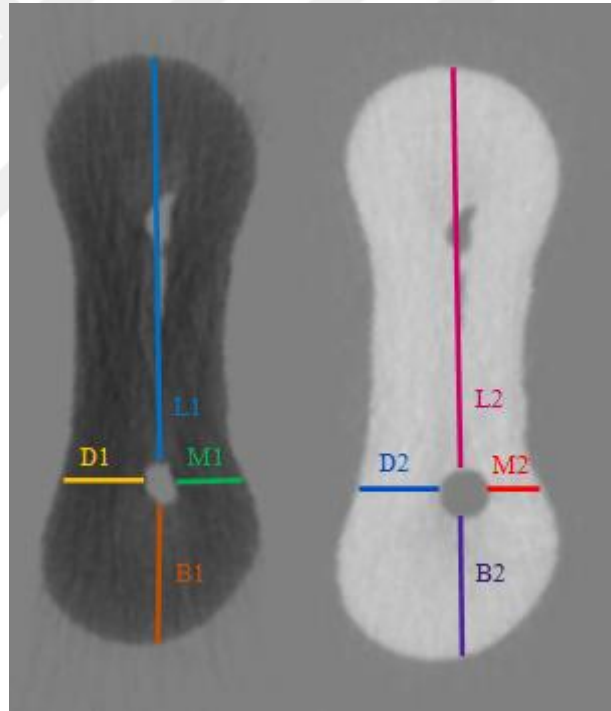
Apikal transportasyon hesaplanırken; Apekten 1, 2, 3, 4 ve 7 mm uzaktaki aksiyal kesitler kullanılmıştır. Preperasyon öncesi kanal ve dişin dış duvarı arasındaki mesafeden, preperasyon sonrası kanal ve dişin dış duvarı arasındaki mesafe çıkarılarak kanalın apikal bölgesinde preperasyonla meydana gelen yer değiştirme miktarları hesaplanmıştır.

Merkezde kalma yeteneği de apekten 1, 2, 3, 4 ve 7 mm uzaktan alınan aksiyal kesitlerle yapılmıştır. Preperasyon öncesi kanal ve dişin dış duvarı arasındaki mesafe ile preperasyon sonrası kanal ve dişin dış duvarı arasındaki mesafe oranlanarak şekillendirme işlemlerinin kanal merkezini koruma yetenekleri değerlendirilmiştir (şekil 3.11).

Apikal transportasyon (AT) ve merkezde kalma yeteneği (MY) için şu formüller kullanılmıştır:

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

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



şekil 3.10. şekillendirme öncesi ve sonrası Mikro-BT görüntülerinden ölçümlerin yapıldığı yerler

AT değerinin pozitif olması kanalın bukkal ve mesial yöne taşındığını, negatif olması ise kanalın ligual ve distal yöne taşındığını ifade eder. AT değerini sıfır ise kanalın her yönden eşit bir 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 merkezde kalma yeteneğinin kötü olduğunu, 1'e yakın olması merkezde kalma yeteneğinin iyi olduğunu ifade eder.

3.9. İstatiksel Analiz

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

Çalışma verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 18.0 (SPSS Inc, Şikago, IL, ABD) istatistik paket programı kullanılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogrov Smirnov testi ile yapılmıştır. Levene testi sonucu elde edilen veriler homojen dağılım göstermediği için non-parametrik bir test olan Kruskal-Wallis testi ile gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olup olmadığı değerlendirilmiştir. Çalışmada 3 farklı Ni-Ti kanal eğesinin (HyFlex EDM, OneCurve ve WaveOne Gold) 1, 2, 3, 4, 7 mm seviyelerinde rank ortalamaları arasında apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği açısından istatistiksel olarak bir farkın olup olmadığı değerlendirilmiştir. Hangi rank ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) olduğu Bonferroni Dun's çoklu karşılaştırma testi ile ortaya konulmuştur. Tüm verilerin değerlendirilmesinde % 5 önem seviyesi ($P = 0.05$) ve % 95 güven aralığı uygulanmıştır.

4. BULGULAR

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre mesio-distal yönde eğeler arasında apikal transportasyon değerleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$) (Tablo 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5). Bukko-lingual yönde gruplar arasında apikal transportasyon değerleri için anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$) (Tablo 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10). Merkezde kalma yeteneği için mesio-distal yönde (Tablo 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15) gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Merkezde kalma yeteneği için bukko-lingual yönde 4. mm de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunurken ($P<0.05$) (Tablo 4.19), 1, 2, 3 ve 7. mm'lerde (Tablo 4.16, 4.17, 4.18, 4.20) istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Bukko-lingual yönde 4. mm'de OneCurve eğesi istatistiksel olarak anlamlı derecede WaveOne Gold egesinden daha fazla merkezde kalabilmiştir ($P<0.05$) (Tablo 4.19). Apikal transportasyon 1, 2, 3 ve 4.mm'lerde daha çok mesial ve bukkal yönde iken 7.mm'de distal ve lingual yönde görülmüştür.

Tablo 4.1. Apikal transportasyon için mesio-distal yönde apikal 1 mm'de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	0.1000	0.0300±0.0107	0.0414	0.0000	23.1	0.184
One Curve	15	0.0000	0.0500	0.01333±0.00591	0.0228	0.0000	19.1	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.2500	0.0550±0.0189	0.0733	0.0250	26.8	

($P>0.05$)

Tablo 4.2. Apikal transportasyon için mesio-distal yönde apikal 2 mm’de farklı eğelere ait tanıttıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	0.1000	0.0467±0.0114	0.0442	0.0500	24.2	0.791
One Curve	15	0.0000	0.1000	0.0367±0.0103	0.0399	0.0500	21.3	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.1000	0.04333±0.00959	0.0371	0.0500	23.5	

(P>0.05)

Tablo 4.3. Apikal transportasyon için mesio-distal yönde apikal 3 mm’de farklı eğelere ait tanıttıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	0.1000	0.0540±0.0101	0.0391	0.0500	24.1	0.508
One Curve	15	0.0000	0.1500	0.0433±0.0108	0.0417	0.0500	20.0	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.1500	0.0620±0.0126	0.0487	0.0500	24.9	

(P>0.05)

Tablo 4.4. Apikal transportasyon için mesio-distal yönde apikal 4 mm’de farklı eğelere ait tanıttıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	0.6600	0.0930±0.0426	0.1649	0.0500	28.10	0.140
One Curve	15	0.0000	0.1000	0.0467±0.0103	0.0399	0.0500	21.70	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.1500	0.0780±0.0106	0.0410	0.1000	19.20	

(P>0.05)

Tablo 4.5. Apikal transportasyon için mesio-distal yönde apikal 7 mm’de farklı eğelere ait bazı tanıttıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	0.2500	0.0720±0.0176	0.0682	0.0500	29.10	0.051
One Curve	15	0.0000	0.1750	0.0850±0.0124	0.0480	0.1000	17.83	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.2750	0.1267±0.0190	0.0735	0.1000	22.07	

(P>0.05)

Tablo 4.6. Apikal transportasyon için bukkio-lingual yönde apikal 1 mm’de farklı eğelere ait tanıttıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	0.1000	0.01333±0.00909	0.03519	0.0000	22.1	0.488
One Curve	15	0.0000	0.0500	0.00667±0.00454	0.01759	0.0000	21.7	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.2500	0.0360±0.0198	0.0767	0.0000	25.2	

(P>0.05)

Tablo 4.7. Apikal transportasyon için bukkio-lingual yönde apikal 2 mm’de farklı eğelere ait tanıttıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	0.1000	0.01333±0.00766	0.0296	0.0000	21.5	0.301
One Curve	15	0.0000	0.1000	0.01133±0.00723	0.0280	0.0000	21.2	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.5000	0.0817±0.0445	0.1723	0.0000	26.3	

(P>0.05)

Tablo 4.8. Apikal transportasyon için bukko-lingual yönde apikal 3 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	0.1000	0.0400±0.0111	0.0431	0.0500	25.8	
One Curve	15	0.0000	0.1000	0.01067±0.0072	0.02789	0.0000	18.3	0.144
WaveOne Gold	15	0.0000	0.5000	0.1033±0.0464	0.1797	0.0000	24.9	

(P>0.05)

Tablo 4.9. Apikal transportasyon için bukko-lingual yönde apikal 4 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	0.2000	0.0500±0.0201	0.0779	0.0000	27.70	
One Curve	15	0.0000	0.1000	0.01333±0.00909	0.03519	0.0000	23.37	0.058
WaveOne Gold	15	0.0000	0.2500	0.0613±0.0206	0.0797	0.0500	17.93	

(P>0.05)

Tablo 4.10. Apikal transportasyon için bukko-lingual yönde apikal 7 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	0.2000	0.0300±0.0145	0.0561	0.0000	27.93	
One Curve	15	0.0000	0.1000	0.0333±0.0126	0.0488	0.0000	20.07	0.134
WaveOne Gold	15	0.0000	0.3000	0.0900±0.0271	0.1051	0.0500	21.00	

(P>0.05)

Tablo 4.11. Merkezde kalma yeteneği için mesio-distal yönde apikal 1 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değer
HyFlex EDM	15	0.000	1.0000	0.6510±0.1130	0.4390	1.0000	22.30	0.374
One Curve	15	0.000	1.0000	0.8000±0.1070	0.4140	1.0000	20.50	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.7878±0.0901	0.3491	1.0000	26.20	

(P>0.05)

Tablo 4.12. Merkezde kalma yeteneği için mesio-distal yönde apikal 2 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değer
HyFlex EDM	15	0.000	1.000	0.5330±0.115	0.4460	0.500	22.07	0.807
One Curve	15	0.000	1.000	0.5990±0.123	0.4750	1.000	22.20	
WaveOne Gold	15	0.000	1.000	0.6010±0.104	0.4040	0.714	24.73	

(P>0.05)

Tablo 4.13. Merkezde kalma yeteneği için mesio-distal yönde apikal 3 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değer
HyFlex EDM	15	0.0000	1.0000	0.6087±0.0775	0.3002	0.660	24.5	0.826
One Curve	15	0.0000	1.0000	0.500±0.120	0.4630	0.5000	21.6	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.5520±0.0791	0.3062	0.6200	22.9	

(P>0.05)

Tablo 4.14. Merkezde kalma yeteneği için mesio-distal yönde apikal 4 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	1.0000	0.5860±0.0806	0.3123	0.6600	25.0	0.751
One Curve	15	0.0000	1.0000	0.477±0.116	0.449	0.5000	21.5	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.5460±0.0623	0.2413	0.5000	23.0	

(P>0.05)

Tablo 4.15. Merkezde kalma yeteneği için mesio-distal yönde apikal 7 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	1.0000	0.6093±0.0686	0.2657	0.6600	28.5	0.120
One Curve	15	0.0000	1.0000	0.4787±0.0611	0.2368	0.5000	21.0	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.4313±0.0714	0.2765	0.5000	19.5	

(P>0.05)

Tablo 4.16. Merkezde kalma yeteneği için bukkolingual yönde apikal 1 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	1.0000	0.8667±0.0909	0.3519	1.0000	21.13	0.597
One Curve	15	0.0000	1.0000	0.8667±0.0909	0.3519	1.0000	23.93	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.7780±0.106	0.411	1.0000	23.93	

(P>0.05)

Tablo 4.17. Merkezde kalma yeteneği için bukkolingual yönde apikal 2 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM		0.000	1.000	0.800±0.107	0.414	1.000	19.40	0.259
One Curve		0.000	1.000	0.800±0.107	0.414	1.000	24.80	
WaveOne Gold		0.000	1.000	0.633±0.122	0.472	1.000	24.80	

(P>0.05)

Tablo 4.18. Merkezde kalma yeteneği için bukkolingual yönde apikal 3 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	1.0000	0.500±0.129	0.5000	0.5000	19.2	0.187
One Curve	15	0.0000	1.0000	0.800±0.107	0.4140	1.0000	26.7	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.706±0.116	0.4490	1.0000	23.1	

(P>0.05)

Tablo 4.19. Merkezde kalma yeteneği için bukkolingual yönde apikal 4 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	1.0000	0.667±0.126	0.4880	1.0000	23.2 ^{ab}	0.048*
One Curve	15	0.0000	1.0000	0.8667±0.0909	0.3519	1.0000	27.9 ^a	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.473±0.124	0.4820	0.5000	18.0 ^b	

*(P < 0.05; a,b,ab)

Tablo 4.20. Merkezde kalma yeteneği için bukkio-lingual yönde apikal 7 mm’de farklı eğelere ait tanıtıcı istatistikler ve Kruskal-Wallis testi sonuçları

Eğe	N	Minimum	Maksimum	Ort±Ort std hata	Std Sapma	Ortanca	Ortalama Rank	P Değeri
HyFlex EDM	15	0.0000	1.0000	0.711±0.117	0.452	1.0000	24.9	0.401
One Curve	15	0.0000	1.0000	0.667±0.126	0.488	1.0000	24.3	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.525±0.124	0.482	0.8000	19.7	

(P>0.05)



5. TARTIŞMA

Endodonti, pulpa ve periapikal dokuların morfolojisi, fizyolojisi ve patolojisi ile bu dokularla ilgili hastalıkların ve yaralanmaların önlenmesi ve tedavisi ile ilgilenen bir diş hekimliği dalıdır. Endodonti pulpal ve/veya periapikal kaynaklı ağrının tanısı ve tedavisini, vital pulpa tedavilerini, cerrahi olmayan kök kanal tedavisini, başarısız olmuş tedavilerin yenilenmesini, internal beyazlatma ve endodontik cerrahiyi içermektedir. Endodontinin birincil amacı doğal diş yapısını korumaktır.¹⁵⁶

Kök kanal sisteminin şekillendirilmesi kanal tedavisinin en önemli aşamalarından biridir. Kök kanal boşluğunun şekillendirilmesiyle irrigasyon solüsyonları ve medikamentlerin etkinliği artırılarak kanalın sızdırmaz bir şekilde tıkanması hedeflenmiştir. Kök kanal şekillendirme işlemi enfeksiyonun ortadan kaldırıldığı temel aşamadır.³⁸

Kök kanal şekillendirmesi sırasında şunların sağlanması gereken kriterler şunlardır;

- a) işlemsel bir hata olmaksızın bütün kanalların bulunması, ulaşılması ve genişletilmesi,
- b) çalışma uzunluğunun doğru belirlenmesi ve şekillendirme işlemi sırasında korunması,
- c) şekillendirme boyutunun doğru seçilmesi, dezenfeksiyonun sağlanmasıdır.¹⁹

Şekillendirilen kök kanalı, apeksten kök kanalı girişine kadar sürekli konikliği artan huni şeklinde olmalıdır.¹⁵⁷ Doğru biyomekanik şekillendirmenin yapılabilmesi için bu işlemlerin biyolojik ve mekanik yönlerinin bilinmesi önemlidir. Eğimli kök kanallarında biyomekanik hedefler sağlanamaz ise şekillendirme işlemleri sırasında işlemsel hatalar ortaya çıkabilir.³⁴ Kök kanalı şekillendirmesiyle ilgili hatalar kanalların

temizlenmesini, irrigasyonunu ve doldurulmasını zorlaştırarak tedavinin başarısız olma riskini artırır.³ Eğri kanallarda birçok el eğesinin kanalın orijinal şeklini bozarak kanalı düzleştirme eğiliminde olduğu, basamak ve apikal transportasyona neden olabileceği bildirilmiştir.¹⁵⁸ Kök kanallarının genişletilmesi sonrası kanal şeklinin değerlendirildiği çalışmalarda koniklik, orijinal kanal şeklinin korunması, kanal kurvatürünün düzleşme miktarı, apikal transportasyon, basamak ve perforasyon oluşumu, merkezde kalma yeteneği değerlendirilmiştir.^{24, 38, 111, 159, 160}

Apikal transportasyon eğimli kanalların şekillendirilmesinde yaygın olarak ortaya çıkan istenmeyen bir durumdur.¹⁶¹ Transportasyon, kanal apeksinin iyatrojenik olarak kökün dış yüzeyinde yeni bir konuma taşınmasıdır. Transportasyon meydana geldiğinde; kök yapısı zayıflar, perforasyon veya basamak oluşum ve kanalın tıkanma riski artar ve kök kanal dolgusunu olumsuz etkileyerek mikro sızıntıya neden olabilir.^{162, 163} Kanal transportasyonu nedeniyle kök kanallarında temizlenmeyen bölgeler kaldığı için endodontik tedavinin başarısı olumsuz yönde etkilenebilir.¹⁹ Apikal transportasyon sonucu oluşan perforasyon, periodontal ligament ve alveolar kemiğin enfekte olmasına ve sonuç olarak iyileşmenin bozulmasına neden olabilmektedir.¹⁶⁴

Eğimli kanalların uygun endodontik aletler kullanılsa bile orijinal şekilleri korunarak şekillendirilmesi zordur.¹⁶² Kanal transportasyon riski, kanal eğriliğinin derecesine bağlıdır.¹⁶⁵ Bu çalışmada, Schneider¹⁵⁵ yöntemine göre eğimi 25°-35° arasında olan mandibular molar dişlerin mesio-bukkal kanalları kullanılmıştır. Çünkü bu kanalların genellikle dar ve kavisli olmasından dolayı şekillendirme işlemlerinin zorluğu artmaktadır.¹⁶⁶

Eğenin şekillendirme yeteneği, kök kanalını koronalden başlayarak sürekli daralan formda genişletebilmesini belirtirken merkezde kalma yeteneği ise; eğe ekseninin şekillendirme sırasında kanal eksenini ile aynı hizada kalabilme yeteneğini ifade

etmektedir. Eğelerin bu özelliklerini basamak veya perforasyon oluşturmadan göstermesi gerekmektedir.¹⁶⁷ Bu çalışmada farklı ısıl işlem gormuş ve farklı kinematiğe sahip eğelerin kanal şekillendirme yeteneklerinin değerlendirilmesi için apikal transportasyon ve merkezde kalma yetenekleri karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın sonucuna gore HyFlex EDM, OneCurve ve WaveOne Gold eğeleri istatistiksel olarak benzer derecede apikal transportasyona sebep olmuşlardır. OneCurve eğesi bukkolingual yonde apikal 4 mm’de WaveOne Gold eğesinden daha iyi merkezde kalma yeteneği gosterirken, bu eğelerin HyFlex EDM sistemi ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Diğer kesitlerde kullanılan tum eğeler arasında merkezde kalma yeteneği açısından istatistiksel olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Kok kanal şekillendirmesi ilk olarak paslanmaz elik el eğeleri ile yapılmıştır. Ancak paslanmaz elik eğeler ile eğimli kanallar şekillendirildiğinde sıklıkla basamak, transportasyon gibi istenmeyen hataların oluştuğu gosterilmiştir.⁵ Bununla birlikte, paslanmaz elik eğelerin esnekliği duşuk olduğu için kanal eğriliklerine uyum sağlayamamaktadırlar.¹⁶⁸ Ni-Ti alaşımlar, paslanmaz elik alaşımlara kıyasla daha duşuk bir esneklik modulune sahip oldukları için endodontik eğelerin üretiminde kullanılmaktadır. Ni-Ti eğeler esnekliklerinden dolayı dar ve eğimli kanallara daha kolay uyum sağlamaktadır.¹⁶⁸ Ni-Ti doner eğeler, daha duşuk işlemsel hata riski ile hızlı ve guvenli şekillendirme yapılabilmesini sağlamaktadırlar.³⁴

Piyasada endodontik motorlar ile kullanılan çeşitli tek eğeli ve çok eğeli sistemler bulunmaktadır. Mtwo ve ProTaper Universal/Next, Quantec Files, ProFiles, RaCe, K3, EndoSequence gibi birçok firma tarafından uretilmiş olan çok eğeli Ni-Ti kanal şekillendirme sistemleridir.^{51, 169}

Yared G.’nin yapmış olduğu çalışmada kok kanallarının ProTaper F2 eğesini resiprokasyon hareketiyle tek bir eğe kullanarak şekillendirilmesinden sonra, tek eğe

sistemleri geliştirilmiştir ve piyasaya sunulmuştur.⁵⁵ Tek ege sistemleri kök kanal şekillendirmesini kolaylaştırdığı ve işlem süresini kısalttığı için kullanımı önerilmiştir.¹⁷⁰ Reciproc, Reciproc Blue, WaveOne ve WaveOne Gold gibi eğeler resiprokasyon hareketiyle kullanılan tek ege sistemlerindedir. OneShape, XP EndoShaper, OneCurve ve HyFlex EDM ise rotasyon hareketiyle çalışan tek eğeli kanal şekillendirme sistemlerindedir.⁵³ Bu çalışmada ısı işlem görmüş resiprokasyon hareketiyle çalışan WaveOne Gold eğesi ve tam tur rotasyon hareketiyle çalışan HyFlex EDM ve OneCurve eğeleri kullanılmıştır.

HyFlex EDM eğesi esnekliğini ve döngüsel yorgunluk direncini önemli ölçüde arttırdığı kanıtlanmış kontrollü bellek özelliğine sahiptir.¹⁷¹ HyFlex EDM eğesi elektrik deşarj işlemine tabi tutularak esnekliği ve döngüsel yorulma direnci artırılmıştır. Bu çalışmada uç ebatı #25 ve %8 konikliğe sahip HyFlex EDM OneFile eğesi kullanılmıştır.²² OneCurve eğesi C. Wire ısı işlemi kullanılarak üretilmektedir. Bu ısı işlem ile eğenin esnekliği ve kırılma direnci artmaktadır. Eğeye ön eğim verebilmeyi sağlayan kontrollü bellek özelliğine sahiptir.⁵³ WaveOne Gold eğesi, esnekliğinin artırılması için “Gold ısı işlem” ile üretilmiştir ve eğeye ön eğim verilebilir.¹⁷² WaveOne Gold eğesi gittikçe azalan ve değişken konikliğe sahiptir.¹⁷³ Bu çalışmanın sonuçlarına göre karşılaştırılan üç ege arasında apikal transportasyon açısından fark görülmezken; OneCurve eğesi bukko-lingual yönde apikal 4. mm’de WaveOne Gold eğesinden daha iyi merkezde kalma yeteneği göstermiştir.

Rehber yol, döner aletlerin kullanılmasından önce bağlanma ve burulma kırığı insidansını en aza indirmek için gerekli olan minimum kanal genişletmesidir.¹⁷⁴ Paslanmaz çelik el eğelerinin kullanılması kanalın anatomisi hakkında klinisyene dokunsal bilgi verir. Buna karşın, Ni-Ti rehber yol eğelerinin de üstün esneklik ve mekanik özellikleri iyatrojenik hataların oluşma riskini azaltmaktadır.⁵⁷ Özellikle eğimli

kanallarda endodontik motorla kullanılan döner Ni-Ti glide path eğeleriyle rehber yol oluşturulması önerilmiştir. Rehber yol hazırlığının, daha büyük boyuttaki şekillendirme eğeleri için rehberlik sağlayacağı ve eğe kırılması, transportasyon ve basamak oluşumu gibi iyatrojenik hata riskini azaltabileceği belirtilmiştir.¹⁷⁵ Bu çalışmada kök kanalları şekillendirilmeden önce tam tur rotasyon hareketiyle çalışan Ni-Ti One G eğesi ile rehber yol oluşturulmuştur. Rehber yol oluşturulmasına bağlı olarak apikal transportasyon yeteneği azalmış ve eğeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamasına sebep olmuş olabilir.

Peters ve ark.¹⁷⁶, eğelerin şekillendirme yeteneği değerlendirilirken kullanılan doğal dişlerin anatomik varyasyonlarından dolayı çalışmanın sonuçlarını Ni-Ti eğelerden daha fazla etkilediğini iddia etmişlerdir. Doğal dişlerin kök kanal sistemleri genişlik, boyut ve şekil bakımından oldukça değişkenlik göstermektedir. Rezin bloklar ise kanalın uzunluğunu, çapını, eğrilik derecesi ve eğrilik yarıçapını standardize edebilmeyi sağlamaktadır. Bu tekrarlanabilir ve ucuz bir yöntemdir fakat şekillendirme yeteneği üç boyutlu olarak değerlendirilememektedir.¹⁷⁷ Ayrıca rezin blokların yüzey yapısı ve sertlikleri dentinden farklıdır. Şekillendirme işlemleri esnasında sürtünmeden kaynaklanan ısı ile rezin bloktaki kanal duvarı yumuşayıp eriyerek eğelerin üzerine yapışmakta ve bunun sonucunda da eğeler deforme olarak kırılabilmektedir.^{177, 178}

WaveOne ve ProTaper Next eğeleri rezin kanal modelleri ve çekilmiş insan dişlerinde apikal transportasyon için karşılaştırılmıştır. Rezin kanal modellerinde tam tur rotasyon hareketiyle çalışan ProTaper Next sisteminin, resiprokasyon hareketiyle çalışan WaveOne eğe sistemine göre daha az apikal transportasyona sebep olduğu bildirilirken çekilmiş insan dişlerinde bir fark bulunamamıştır. Bu sonuca bağlı olarak, araştırmacılar rezin kanal modellerinin apikal transportasyon değerlendirmesi için uygun bir yöntem olmadığını belirtmişlerdir.¹⁷⁹ Şekillendirme yeteneği çalışmalarında çekilmiş insan dişleri

kullanmak klinik duruma daha çok benzemesi açısından avantaj sağlamaktadır.¹⁷⁸ Ayrıca çekilmiş insan dişleri, KIBT ve Mikro-BT ile üç boyutlu olarak incelenebilmektedir. Bu çalışmada da klinik koşullara benzer olması ve Mikro-BT ile üç boyutlu olarak değerlendirme yapılabilmesine olanak sağladığı için çekilmiş insan mandibular molar dişleri kullanılmıştır.

Kanal şekillendirme yeteneğini değerlendiren önceki çalışmalarda apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği değerlendirilirken, kanalların farklı seviyelerinden ölçümler yapılmıştır.^{74, 167, 180, 181} Elashiry ve ark.¹⁷³ Mikro-BT ile yaptıkları çalışmada mandibular molar dişlerin apikal 3., 5. ve 7. mm'lerini kullanarak ölçüm yapmışlardır. Turkistani ve ark.¹⁸² yaptığı Mikro-BT çalışmasında apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği ölçümleri için apikal 2., 4., 6., ve 8. mm'leri kullanmışlardır. Belladonna ve ark.⁷⁴ kanal transportasyonu değerlendirmesi için Mikro-BT görüntülerinin apikalden 2, 4, 5 ve 7 mm uzaklıktaki aksiyal kesitlerinden ölçüm yapmışlardır. Bu çalışmada Mikro-BT ile elde edilen görüntülerde apikal 1., 2., 3., 4. ve 7. mm'lerden apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği ölçümleri yapılmıştır.

Endodontik eğelerin şekillendirme yeteneğinin değerlendirilmesinde kullanılan KIBT, bilgisayarlı tomografi ve Mikro-BT ile üç boyutlu görüntüler elde edilebilir.¹⁸³ Konik ışınli bilgisayarlı tomografi ve Mikro-BT, görüntüleri bilgisayar yazılımları sayesinde, görüntünün farklı kısımlarının aksiyal, koronal ve sagittal kesitlerini görüntüleyebilir. Aksiyal ve proksimal (anteriorda sagittal, arkada koronal) kesit görüntüleri geleneksel periapikal radyografide görülemediği için Mikro-BT konvansiyonel radyografilerden daha üstündür.¹⁸⁴ Konik ışınli bilgisayarlı tomografinin kök kanal şekillendirme değerlendirilmesinde etkili bir yöntem olduğu söylene de kesit kalınlığının fazla olmasından dolayı ayrıntıların değerlendirilmesinde yetersiz kalabilmektedir.¹⁸³ Mikro-BT sistemleri, mikrofokus spot x-ray kaynakları ve yüksek

çözünürlüklü dedektörleri sayesinde, 5-50 µm aralığında voksel boyutuna sahip görüntülerin alınmasını sağlamaktadırlar.¹³⁷ Voksel boyutu ile görüntü kalitesinin pozitif bir korelasyona sahip olduğu bildirilmiştir.¹⁴⁵ Son yıllarda Mikro-BT, kök kanal sisteminin 3 boyutlu olarak değerlendirilmesine olanak sağladığı için endodontide popülerlik kazanmıştır.¹²⁸ Bu avantajlarının yanı sıra, Mikro-BT ile görüntünün elde edilmesi zaman alıcıdır ve oldukça pahalı bir görüntüleme cihazıdır.¹⁵⁴ Bu çalışmada kök kanalı görüntülerinin elde edilip, eğelerin apikal trasportasyon ve merkezde kalma yeteneği değerlerinin karşılaştırılması için diş anatomisinin daha ayrıntılı incelenebilmesine olanak sağlayan Mikro-BT cihazı kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalarda eğelerin kinematikleri, koniklikleri ve tasarım özelliklerinin kanal şekillendirme yetenekleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir.^{36, 185} Bu çalışmada resiprokasyon hareketiyle çalışan WaveOne Gold ve tam tur rotasyon hareketiyle çalışan OneCurve ve HyFlex EDM eğeleri karşılaştırılmıştır.

Literatürde resiprokasyon hareketiyle çalışan eğelerin şekillendirme yeteneğinin rotasyon hareketiyle çalışan eğelere göre daha kötü olduğunu bildiren yayınlar bulunmaktadır.^{128, 186-189} Bunun aksine resiprokasyon hareketinin kanal anatomisini tam tur rotasyon hareketine göre daha iyi koruduğunu bildiren çalışmalar da vardır.^{160, 190-194} Ayrıca, resiprokasyon ve tam tur rotasyon hareketlerinin kanal şekillendirme yeteneğine etkisinin olmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur.^{51, 180, 181, 195-204}

Mandibular molar dişlerde Reciproc, WaveOne, Twisted File ve HyFlex CM eğelerinin kanal şekillendirme yeteneklerinin değerlendirildiği bir Mikro-BT çalışmasında, Twisted File ve HyFlex CM sistemlerinin Reciproc ve WaveOne eğe sistemlerine göre daha az kanal trasportasyonu yaptığı belirtilmiştir ¹²⁸. Wizard Navigator, WaveOne ve ProTaper Universal eğelerinin eğimli kanallarda kullanıldığı bir Mikro-BT çalışmasında eğelerin benzer merkezde kalma yeteneğine sahip olduğu fakat

resiprokasyon hareketiyle çalışan WaveOne eğesinin apikal 5. mm'de en fazla kanal transportasyonu yaptığı gösterilmiştir.²⁰⁵ Berutti ve ark.³⁹, resiprokasyon hareketiyle çalışan WaveOne Primary eğesinin orijinal kanal anatomisini çok eğeli tam tur rotasyon hareketiyle çalışan ProTaper eğe sisteminden daha iyi koruduğunu göstermiştir. Bu durum resiprokasyon hareketine atfedilmiştir. Hem WaveOne Primary hem de ProTaper F2 eğelerinin resiprokasyon hareketiyle kullanıldığı bir çalışmada kanal şekillendirme yeteneği açısından bir fark bulunamamıştır.²⁰⁶ Resiprokasyon ve rotasyon hareketlerinin kanal anatomisinin korunmasına etkisini araştıran başka bir çalışmada, resiprokasyon hareketiyle çalışan eğe sisteminin rotasyon hareketiyle çalışan eğe sisteminden orijinal kanal anatomisini daha iyi koruduğu belirtilmiştir.²⁰⁷

Maksillar molar dişlerin mesio-bukkal köklerinde WaveOne ve OneShape tek eğe sistemlerinin kullanıldığı bir Mikro-BT çalışmasında, eğe kinematiklerinin şekillendirme yeteneğine etkisi karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda WaveOne ve OneShape eğelerinin şekillendirme yeteneklerinin benzer olduğu bulunmuştur.²⁰⁸ Resiprokasyon ve tam tur rotasyon hareketiyle çalışan eğelerin şekillendirme yeteneklerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada bu hareketin şekillendirme yeteneğine bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.²⁰⁹

S şekilli kanal modellerinde WaveOne Gold Primary, HyFlex EDM OneFile ve Reciproc R25 eğelerinin şekillendirme yeteneğinin karşılaştırıldığı bir çalışmada WaveOne Gold ve HyFlex EDM OneFile eğeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Reciproc R25 eğesi ise diğer iki gruptan daha kötü şekillendirme yeteneği göstermiştir. Bu durum, Reciproc R25 eğesinin üretim şekli nedeniyle dolaylı genişletme işlemi sırasında eğenin orijinal şekline dönme eğilimi ile ve Reciproc R25 eğesinin konikliğinin WaveOne Gold Primary ve HyFlex EDM OneFile eğelerinden fazla olmasıyla ilişkilendirilmiştir.²¹⁰

2016 yılında yayınlanan bir sistematik derlemede in-vitro çalışmalarda resiprokasyon hareketiyle çalışan eğelerin tam tur rotasyon hareketiyle çalışan eğelerden daha az kanal transportasyonuna sebep olduğu, ancak ex-vivo çalışmalarda anlamlı bir fark bulunmadığı belirtilmiştir. Bununla birlikte bu derlemede gözden geçirilen bütün çalışmalarda, her iki hareketle meydana gelen transportasyon miktarının 300 µm'den az olması nedeniyle klinik koşulları etkilemeyeceği belirtilmiştir.^{163, 185}

Bu çalışmada resiprokasyon hareketiyle çalışan WaveOne Gold eğesi apikal transportasyon açısından rotasyon hareketiyle çalışan HyFlex EDM ve OneCurve eğeleri ile benzer sonuçlar göstermiştir. WaveOne Gold eğesi apikal 4. mm'de merkezde kalma yeteneği açısından HyFlex EDM ile benzer, OneCurve eğesinden daha kötü merkezde kalma yeteneği göstermiştir. Bu durum eğelerin farklı kinematikle çalışmalarından, konikliklerinin farklı olmasından veya çapraz kesitlerinde ki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

Eğenin koniklik miktarının eğimli kanallarda kanal transportasyonunu etkileyebileceği belirtilmiştir. Eğenin konikliği arttıkça transportasyon oluşturma miktarı da artmaktadır.²¹¹ Hero 642 (25/.02, 30/.02) ve ProTaper (25/.08, 30/.09) eğelerinin şekillendirme yeteneklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, Hero 642 eğesinin ProTaper eğesinden daha az transportasyona sebep olduğu ve merkezde kalma yeteneğinin daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuç Hero 642 eğesinin konikliğinin daha az olmasıyla ilişkilendirilmiştir.²¹² RaCe (30/.04) ve ProTaper (20/.07, 25/.08, 30/.09) eğelerinin kanal şekillendirme yeteneklerinin karşılaştırıldığı iki farklı çalışmada konikliği daha az olan RaCe eğesinin kanalın orijinal şeklini daha iyi koruduğu gösterilmiştir.^{136, 213} Eğe tasarımının kanal şekillendirme yeteneği üzerine etkisinin S şekilli modellerde karşılaştırıldığı başka bir çalışmada da, eğe konikliğinin az olmasının kanalın orijinal şeklinin korunmasına katkı sağladığı bildirilmiştir.²¹⁴

ProTaper Next, Reciproc, Reciproc Blue ve TruShape eğelerinin mandibular molar dişlerin mesial köklerinde kanal şekillendirme yetenekleri Mikro-BT görüntüleri kullanılarak değerlendirildiği çalışmanın sonuçlarına göre; eğenin konikliğinin artmasının daha fazla morfolojik değişmelere sebep olabileceği belirtilmiştir.²¹⁵ Bizim çalışmamızın sonuçlarına göre de One Curve (%6) eğesinin merkezde kalma yeteneği için bukkal-lingual yönde 4. mm'de WaveOne Gold (%7) eğesine göre daha merkezde kalması konikliğinin daha az olması ile açıklanabilir.

Oliveira ve ark.²¹⁵ yapmış oldukları çalışmada; eğe sayısının, resiprokasyon ya da tam tur rotasyon hareketinin, Ni-Ti alaşıma uygulanan ısıtma işlemlerinin ve eğenin tasarımının apikal bölgede ki boyutsal değişiklikleri ve kanal transportasyon miktarını değiştirmeyeceğini bildirmişlerdir.

M-wire alaşımdan üretilen Reciproc ve Blue ısıtma işlemi uygulanan Reciproc Blue eğelerinin mandibular molar dişlerde şekillendirme yeteneğinin Mikro-BT ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, eğeler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.⁷⁴ Felipe ve ark.,⁷⁴ Reciproc Blue eğesinin Reciproc eğesinden daha esnek, yumuşak ve daha fazla döngüsel yorulma direncine sahip olmasının şekillendirme yeteneği üzerinde bir etkiye sahip olabileceğini düşünmüşlerdir. Fakat yapmış oldukları çalışmanın sonuçlarına göre eğeler arasında şekillendirme yetenekleri açısından bir fark bulamamışlardır. Bu durum iki eğenin de inaktif kesmeyen uca sahip olmasına ve iyi mekanik özelliklere sahip olmalarına bağlanmıştır.⁷⁴ Geleneksel Ni-Ti alaşımlar ve M-Wire alaşımının kanal şekillendirme yeteneği üzerine etkisinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada da ısıtma işleminin kanal şekillendirme yeteneği üzerine bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.²⁰⁹ Mandibular ve maksillar molar dişlerin kullanıldığı başka bir çalışmada ise Reciproc Blue, Reciproc, WaveOne ve WaveOne Gold eğelerinin kanal şekillendirme yetenekleri radyografik yöntem ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda eğeler arasında anlamlı

bir fark bulunmamış ve Blue ısıtma işlem veya Gold ısıtma işlem uygulamalarının, eğelerin şekillendirme yeteneklerine katkıda bulunmadığı gösterilmiştir. Ayrıca WaveOne Gold ve Reciproc Blue eğelerinin de benzer şekillendirme yeteneği sergiledikleri belirtilmiştir.²¹⁶ Bizim çalışmamızda da farklı ısıtma işlemleri uygulanan Ni-Ti kanal eğelerinin apikal taşıma değerleri benzer bulunmuştur. Merkezde kalma yeteneği mesio-distal yönde karşılaştırılan üç eğe için benzer bulunmuştur. Fakat bukkal-lingual yönde apikal 4. mm'de OneCurve eğesi WaveOne Gold eğesinden daha iyi merkezde kalma yeteneği sergilemiştir.

2017 yılında yayınlanan rotasyon ve resiprosasyon hareketiyle çalışan 10 farklı eğenin kanal şekillendirme yeteneklerinin in-vitro olarak karşılaştırıldığı bir çalışmada seri kesit alma tekniği kullanılmıştır. Bu çalışmada WaveOne Gold ve HyFlex EDM eğeleri arasında şekillendirilmeyen alanlar açısından farklılık olsa da, kanal anatomisinin korunması bakımından iki eğenin istatistiksel olarak benzer olduğu sonucu elde edilmiştir.²¹⁷ WaveOne Gold ve HyFlex EDM eğelerinin şekillendirme yeteneğinin rezin bloklarla karşılaştırıldığı iki çalışmada eğeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.^{95, 210} Bizim çalışmamızda da bu çalışmaların sonuçlarına benzer olacak şekilde WaveOne Gold ve HyFlex EDM eğeleri arasında şekillendirme yetenekleri açısından fark bulunmamıştır.^{95, 210, 217}

Elashiry ve ark.¹⁷³ WaveOne Gold, Reciproc Blue, HyFlex EDM, ve One Shape eğelerinin şekillendirme yetenekleri Mikro-BT kullanılarak mandibular molar dişlerin mesio-bukkal ve mesio-lingual kanallarında karşılaştırılmıştır. Eğeler arasında koronal ve orta üçlüde merkezde kalma yeteneği ve apikal taşıma açısından bir fark bulunmamıştır. Apikal bölgede WaveOne Gold eğesi istatistiksel olarak anlamlı derecede en iyi merkezde kalma yeteneği ve en az kanal taşımasını sağlamıştır.¹⁷³ Bizim çalışmamızda WaveOne Gold ve HyFlex EDM eğeleri arasında apikal taşıma ve

merkezde kalma yeteneği açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu çalışmada kanallarda rehber yol oluşturmak için #10 K el eğesi kullanılmıştır. Bizim alışmamızda şekillendirme eğeleri kullanılmadan önce One G eğesi kullanılarak rehber yol oluşturulmuştur. Farklı sonuçların elde edilmesinde şekillendirme işleminden önce farklı eğelerle rehber yol oluşturmanın katkısı olabilir. Elashiry ve ark.¹⁷³ çalışmalarında ölçümlerini apikalden 3, 5 ve 7 mm uzaklıktaki aksiyal kesitleri kullanarak yapmışlardır. Bizim alışmamızda apikalden 1, 2, 3, 4 ve 7 mm uzaklıktaki aksiyal kesitler kullanılarak apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği ölçümleri yapılmıştır. Çalışmalarda ki farklı sonuçların elde edilmesinin nedeni farklı seviyelerden ölçüm yapılması olabilir.

Razcha ark.²¹⁸ yaptıkları çalışmada HyFlex CM, HyFlex EDM, OneCurve ve WaveOne Gold eğelerinin kanal şekillendirme yeteneklerini orta derecede (10 °-20 °) kanal eğimine sahip mandibular molar dişlerde Mikro-BT ile karşılaştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucuna göre HyFlex EDM, OneCurve ve WaveOne Gold eğelerinin kanal transportasyon ve merkezde kalma yetenekleri benzer bulunmuştur. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada OneCurve eğesi bukkolingual yönde WaveOne Gold eğesinden daha iyi merkezde kalma yeteneği göstermiştir. Diğer seviyeler ve mesio-distal yönde eğeler arasında fark bulunmamıştır. Bunun nedeni Razcha ve ark.²¹⁸ çalışmalarında kullandıkları kanalların orta derece eğimli olması; değerlendirme yaptıkları seviyelerin 3, 5 ve 7. mm'ler olması; farklı rehber yol oluşturma teknikleri kullanmaları; irrigasyon solüsyonu olarak %17'lik EDTA kullanmaları gibi farklı metodolojik yöntemlerden dolayı olabilir. Apikal transportasyon için bütün yn ve seviyelerde Razcha ve ark.²¹⁸ yaptıkları çalışmaya benzer şekilde fark bulunmamıştır.

Wu ve ark.¹⁶³ apikal transportasyon miktarının kök kanal dolgusunun sızdırmazlığına etkisini araştırmışlar ve 0,3 mm'den daha fazla olan apikal transportasyonun kök kanal dolgusu sızıntısını olumsuz yönde etkileyeceği sonucuna

varmışlardır. Benzer şekilde diğer çalışmalarda da apikal transportasyon miktarının 0,3 mm'den az olmasının klinik olarak önemi olmadığı belirtilmiştir.^{159, 165, 185, 189, 197} Yapılan bu çalışmada hiçbir eğe grubunda apikal transportasyon miktarı 0,3 mm'den fazla olmadığı için 3 eğe sistemi de klinik olarak güvenli bir şekilde kullanılabilir.

Apikal preperasyonun küçük boyutlarda yapılması ile kanal transportasyonu ve irrite edici maddelerin ekstrüzyonu daha az olur ve kanal boşluklarında sert doku kalıntıları daha az birikir.²¹⁹ Lopez ve ark.²²⁰, maksillar molar dişlerin mesio-bukkal köklerinde #30, #35 ve #40 apikal boyutlu Ni-Ti ve paslanmaz çelik el eğelerinin apikal transportasyona etkisini karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda apikal preperasyon daha büyük boyutlu eğeler ile yapıldığında apikal transportasyon miktarı istatistiksel olarak anlamlı derecede artmıştır.²²⁰ Farklı kök kanal eğelerinin şekillendirme yetenekleri karşılaştırılırken benzer apikal çaplara sahip eğelerin kullanılması önemlidir.¹⁶⁷ Ayrıca Morfis ve ark.²²¹ taramalı elektron mikroskobu ile yaptıkları bir çalışmada mandibular molar dişlerin mesial kanallarının genişliğini ortalama 257,5 µm bulmuşlardır. Bu nedenle bu tez çalışmasında apikal preperasyonun standart olması ve eğri kanallara sahip mandibular molar dişlerde şekillendirme yapıldığı için önceki çalışmalarda olduğu gibi kullandığımız bütün eğelerin uç ebatları #25 boyutunda seçilmiştir.¹⁸²

Kanal transportasyonu eğenin çapraz kesiti ile ilişkili olabilir.³⁴ Kök kanal eğeleri; U-şekilli, çift sarmal, üçlü sarmal, üçgen, dörtgen, S-şekilli gibi farklı çapraz kesitler şeklinde üretilmiştir. SAF, ProTaper ve BioRaCe eğelerinin KIBT ile kanal şekillendirme yeteneklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, apikalden 6 mm uzaklıkta BioRaCe eğesinin anlamlı derecede daha az kanal transportasyonu yaptığı belirtilmiştir. Yazarlar bu farklılığın çapraz kesit farklılığından dolayı eğenin tasarım özellikleriyle ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.²²² Bizim çalışmamızda kullanılan HyFlex EDM eğesi uç kısımda dörtgen ve sap kısmına yakın üçgen şeklindedir.²² OneCurve eğesi uç kısımda üçgen sap kısmına

yakın “S” şeklindedir ve uç 2 mm’lik kısımda merkezi olmayan çapraz kesite sahiptir.¹⁰² WaveOne Gold eğesi merkezi olmayan paralel kenarlı çapraz kesite sahiptir.¹⁷² Çalışmamızın sonuçlarına göre OneCurve eğesi apikal 4 mm’ de WaveOne Gold egesinden daha iyi merkezde kalma yeteneği göstermiştir. İki eğenin farklı çapraz kesitlere sahip olması 4 mm’de bu farkın oluşmasında ki etkenlerden olabilir.

Yapılan çalışmalarda transportasyonun yönünün daha çok kanal kurvatürünün dış duvarında olduğu belirtilmiştir. ^{159, 180, 200} Bu çalışmada transportasyon 1, 2, 3, ve 4.mm’lerde mesial (dış) duvarda; 7.mm’de ise distal (iç) duvarda görülmüştür. Buna benzer şekilde Arruda ve ark.’larının ¹⁹⁷ mandibular molar dişlerle yapmış oldukları çalışmada transportasyonun kanalın 1. ve 3. mm’lerinde daha çok mesialde; 5. ve 7.mm’lerde ise daha çok distalde olduğu belirtilmiştir. Bu durumun kanalın eğimine, eğimin yarıçapına, kök kanal anatomisine ve kullanılan eğeye bağlı olabileceği belirtilmiştir.¹⁹⁷

Bu çalışmanın sonuçlarına göre; farklı ısıl işlemlerin, eğelerin farklı kinematik özelliklerinin ve eğe tasarımının kanal şekillendirme yeteneği üzerine bir etkisi bulunmamıştır.

Yapmış olduğumuz bu tez çalışmasının sonuçlarına göre OneCurve eğesi ile diğer eğeler arasında apikal transportasyon açısından bir fark bulunmamıştır. OneCurve eğesi apikal 4. mm’de WaveOne Gold egesinden daha iyi merkezde kalma yeteneği göstermiştir ve HyFlex EDM ile karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. HyFlex EDM ve WaveOne Gold eğelerinin merkezde kalma yeteneği açısından istatistiksel olarak benzer olduğu gözlenmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kök kanallarının şekillendirilmesi için One G rehber yol eğesi ve sonrasında HyFlex EDM, OneCurve ve WaveOne Gold eğeleri kullanılmıştır. Bu eğelerin merkezde kalma yetenekleri ve apikal transportasyon miktarları Mikro-BT cihazı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda;

OneCurve eğesi bukkal-lingual yönde apikal 4. mm'de WaveOne Gold eğesinden daha iyi merkezde kalma yeteneği göstermiştir.

Diğer seviyelerde merkezde kalma yeteneği açısından eğeler arasında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir.

Karşılaştırılan bütün eğeler benzer miktarda apikal transportasyona sebep olmuştur.

Apikal transportasyon mesial ve bukkal yönde, distal ve lingual yönden daha fazla meydana gelmiştir.

Bütün eğelerin apikal transportasyona sebep olduğu fakat hiçbir değer 0.3 mm'den daha fazla olmadığı bulunmuştur.

Bu nedenle HyFlex EDM, OneCurve ve WaveOne Gold eğeleri One G eğesi ile rehber yol oluşturulduktan sonra kanalın orijinal şeklinin korunması bakımından klinik olarak aynı derecede güvenli bir şekilde kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Estrela C, Pecora 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(2):179-90.
2. Burklein S, Schafer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod* 2012;38(6):850-2.
3. Lin LM, Rosenberg PA, Lin J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? *J Am Dent Assoc* 2005;136(2):187-93; quiz 231.
4. Park SY, Cheung GS, Yum J, Hur B, Park JK, Kim HC. Dynamic torsional resistance of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2010;36(7):1200-4.
5. Hulsmann M, Schade M, Schafers F. A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 2001;34(7):538-46.
6. Tharuni SL, Parameswaran A, Sukumaran VG. A comparison of canal preparation using the K-file and Lightspeed in resin blocks. *J Endod* 1996;22(9):474-6.
7. al-Omari MA, Bryant S, Dummer PM. Comparison of two stainless steel files to shape simulated root canals. *Int Endod J* 1997;30(1):35-45.
8. Coleman CL, Svec TA. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod* 1997;23(4):232-5.
9. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An Initial Investigation of the Bending and Torsional Properties of Nitinol Root-Canal Files. *J Endod* 1988;14(7):346-51.
10. Hayashi Y, Yoneyama T, Yahata Y, Miyai K, Doi H, Hanawa T, Ebihara A, Suda H. Phase transformation behaviour and bending properties of hybrid nickel-titanium rotary endodontic instruments. *Int Endod J* 2007;40(4):247-53.

11. 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(6):705-13.
12. 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(5):483-93.
13. Webber J. Shaping canals with confidence: WaveOne GOLD single-file reciprocating system. *Roots* 2015;6(1): 34-40.
14. Staffoli S, Grande NM, Plotino G, Ozyurek T, Gundogar 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(3):301-07.
15. Glossary of Endodontic Terms, 10th ed. Chicago, AAE, 2005-2006:10.
16. Siren EK, Haapasalo MP, Ranta K, Salmi P, Kerosuo EN. Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. *Int Endod J* 1997;30(2):91-5.
17. Stewart GG. The importance of chemomechanical preparation of the root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1955;8(9):993-7.
18. Endodontology ESo. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J* 2006;39(12):921-30.
19. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004;30(8):559-67.
20. Hargreaves KM, Berman *Cleaning and Shaping the Root Canal System, Cohen's pathways of the pulp.* 11 ed., Missouri, Elsevier,2016;210.

21. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18(2):269-96.
22. 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(4):628-32.
23. Gorni FG, Gagliani MM. The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *J Endod* 2004;30(1):1-4.
24. 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(11):1239-52.
25. Himel VT, Ahmed KM, Wood DM, Alhadainy HA. An evaluation of nitinol and stainless steel files used by dental students during a laboratory proficiency exam. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79(2):232-7.
26. McCoy T. Managing Endodontic Instrument Separation. *J Vet Dent* 2015;32(4):262-5.
27. Gencoglu N, Helvacioğlu D. Comparison of the different techniques to remove fractured endodontic instruments from root canal systems. *Eur J Dent* 2009;3(2):90-5.
28. Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner JC, Ingle JI, Ebscohost. *Retreatment of NonHealing Endodontic Therapy and Management of Mishaps*, Ingle's endodontics 6th ed. Hamilton, Ontario; Lewiston, NY: BC Decker; 2008:1122-23.
29. Jafarzadeh H, Abbott PV. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. *J Endod* 2007;33(10):1155-62.
30. Sinai IH. Endodontic perforations: their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc* 1977;95(1):90-5.

31. Seltzer S, Bender IB, Smith J, Freedman I, Nazimov H. Endodontic failures--an analysis based on clinical, roentgenographic, and histologic findings. II. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1967;23(4):517-30.
32. 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;20164841090.
33. Glossary of Endodontic Terms Ninth Edition, Chicago Endodontists AAo. 2012;47.
34. Chole D, Burad PA, Kundoor S, Bakle D, Devagirkar A, Deshpande D. Canal transportation-a threat in endodontics: a review. IOSR-JDMS 2016;1564-72.
35. Brantley WA, Svec TA, Iijima M, Powers JM, Grentzer TH. Differential scanning calorimetric studies of nickel titanium rotary endodontic instruments. J Endod 2002;28(8):567-72.
36. Kandaswamy D, Venkateshbabu N, Porkodi I, Pradeep G. Canal-centering ability: An endodontic challenge. J Conserv Dent 2009;12(1):3-9.
37. Schafer E, Burklein S. Impact of nickel-titanium instrumentation of the root canal on clinical outcomes: a focused review. Odontology 2012;100(2):130-6.
38. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. Endod Topics 2005;10(1):30-76.
39. Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. J Endod 2012;38(4):505-9.
40. Schäfer E, Dammaschke T. Development and sequelae of canal transportation. Endod Topics 2006;15(1):75-90.

41. Schafer E. Root canal instruments for manual use: a review. *Endod Dent Traumatol* 1997;13(2):51-64.
42. Hargreaves KM, Berman LH. *Cleaning and Shaping the Root Canal System Cohen's pathways of the pulp*. 11 ed., Missouri, Elsevier,2016;225-30.
43. Hargreaves KM, Berman LH. *Cleaning and Shaping the Root Canal System Cohen's pathways of the pulp*. 11 ed., Missouri, Elsevier,2016;223.
44. Yguel-Henry S, Von Stebut J. Cutting efficiency loss of root canal instruments due to bulk plastic deformation, surface damage, and wear. *J Endod* 1994;20(8):367-72.
45. Buehler WJ, Gilfrich J, Wiley RJJoap. Effect of low-temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition TiNi. *J App. Phys* 1963;34(5):1475-77.
46. Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J* 2000;33(4):297-310.
47. Andreasen GF, Hilleman TB. An evaluation of 55 cobalt substituted Nitinol wire for use in orthodontics. *J Am Dent Assoc* 1971;82(6):1373-5.
48. Civjan S, Huget EF, DeSimon LB. Potential applications of certain nickel-titanium (nitinol) alloys. *J Dent Res* 1975;54(1):89-96.
49. Glossen CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod* 1995;21(3):146-51.
50. Peters OA, de Azevedo Bahia MG, Pereira ES. Contemporary Root Canal Preparation: Innovations in Biomechanics. *Dent Clin North Am* 2017;61(1):37-58.
51. Burklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schafer 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(5):449-61.

52. 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(2):96-100.

53. Kuzekanani M. Nickel-Titanium Rotary Instruments: Development of the Single-File Systems. *J Int Soc Prev Community Dent* 2018;8(5):386-90.

54. De-Deus G, Barino B, Zamolyi RQ, Souza E, Fonseca A, Jr., Fidel S, Fidel RA. Suboptimal debridement quality produced by the single-file F2 ProTaper technique in oval-shaped canals. *J Endod* 2010;36(11):1897-900.

55. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008;41(4):339-44.

56. Bartols A, Reutter CA, Robra BP, Walther W. Reciproc vs. hand instrumentation in dental practice: a study in routine care. *PeerJ* 2016;4e2182.

57. 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(suppl 1):e67.

58. Mohammadi Z, Soltani MK, Shalavi S, Asgary S. A Review of the Various Surface Treatments of NiTi Instruments. *Iran Endod J* 2014;9(4):235-40.

59. Nemat-Nasser S, Guo W-GJMom. Superelastic and cyclic response of NiTi SMA at various strain rates and temperatures. *Mech. Mater.* 2006;38(5-6):463-74.

60. 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(2):163-72.

61. Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner JC. Ingle's ENDODONTICS 6. 2008;801.

62. Mihálcz IJPPME. Fundamental characteristics and design method for nickel-titanium shape memory alloy. *Periodica Polytechnica Ser. Mech. Eng.* 2001;45(1):75-86.
63. Khasnis SA, Kar PP, Kamal A, Patil JD. Rotary science and its impact on instrument separation: A focused review. *J Conserv Dent* 2018;21(2):116-24.
64. Goo HJ, Kwak SW, Ha JH, Pedulla E, Kim HC. Mechanical Properties of Various Heat-treated Nickel-titanium Rotary Instruments. *J Endod* 2017;43(11):1872-77.
65. Hargreaves KM, Berman LH. *Cleaning and Shaping the Root Canal System Cohen's pathways of the pulp.* 11 ed., Missouri, Elsevier,2016:221
66. Türk Standartları. web.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx, 9 Nisan 2020
67. Hou X, Yahata Y, Hayashi Y, Ebihara A, Hanawa T, Suda H. Phase transformation behaviour and bending property of twisted nickel-titanium endodontic instruments. *Int Endod J* 2011;44(3):253-8.
68. Zhou H, Peng B, Zheng YF. An overview of the mechanical properties of nickel–titanium endodontic instruments. *Endod Topics* 2013;29(1):42-54.
69. Gambarini G, Gerosa R, De Luca M, Garala M, Testarelli L. Mechanical properties of a new and improved nickel-titanium alloy for endodontic use: an evaluation of file flexibility. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105(6):798-800.
70. 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(8):1003-5.
71. Gambarini G, Plotino G, Grande NM, Al-Sudani D, De Luca M, Testarelli L. Mechanical properties of nickel-titanium rotary instruments produced with a new manufacturing technique. *Int Endod J* 2011;44(4):337-41.

72. 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(11):1406-09.
73. Nisha Garg AG. Textbook of Endodontics, Fourth Edition, Boydell - Brewer Ltd. 2019;156.
74. 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(7):1146-50.
75. 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(3):161-65.
76. 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(5):782-7.
77. Shen Y, Zhou HM, Wang Z, Campbell L, Zheng YF, Haapasalo M. Phase transformation behavior and mechanical properties of thermomechanically treated K3XF nickel-titanium instruments. *J Endod* 2013;39(7):919-23.
78. Santos Lde A, Bahia MG, de Las Casas EB, Buono VT. Comparison of the mechanical behavior between controlled memory and superelastic nickel-titanium files via finite element analysis. *J Endod* 2013;39(11):1444-7.
79. 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(9):1293-5.

80. Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Fatigue testing of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2011;37(7):997-1001.
81. Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Effect of environment on fatigue failure of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2012;38(3):376-80.
82. Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Campbell L, Peng B, Haapasalo M. Metallurgical characterization of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2011;37(11):1566-71.
83. 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(10):1217-21.
84. 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(3):398-401.
85. Gao Y, Shotton V, Wilkinson K, Phillips G, Johnson WB. Effects of raw material and rotational speed on the cyclic fatigue of ProFile Vortex rotary instruments. *J Endod* 2010;36(7):1205-9.
86. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schafer E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. *Int Endod J* 2018;51(10):1088-103.
87. Shen Y, Zhou H, Coil JM, Aljazaeri B, Buttar R, Wang Z, Zheng YF, Haapasalo M. ProFile Vortex and Vortex Blue Nickel-Titanium Rotary Instruments after Clinical Use. *J Endod* 2015;41(6):937-42.
88. Silva E, Vieira VTL, Belladonna FG, Zuolo AS, Antunes HDS, Cavalcante DM, Elias CN, De-Deus G. Cyclic and Torsional Fatigue Resistance of XP-endo Shaper and TRUShape Instruments. *J Endod* 2018;44(1):168-72.

89. MicroMega. <https://micro-mega.com/shaping/one-curve?lang=en>.
<https://micromega.com/shaping/one-curve?lang=en>. 19 Marc
90. Gundogar M, Ozyurek T. Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue Nickel-titanium Instruments. *J Endod* 2017;43(7):1192-96.
91. Yared G. Reciproc blue: the new generation of reciprocation. *Giornale italiano di endodonzia* 2017;31(2):96-101.
92. van der Vyver PJ, Vorster M, Peters OA. Minimally invasive endodontics using a new single-file rotary system. *Int Dent–African ed* 2019;9(4):6-20.
93. Theisen W, Schuermann A. Electro discharge machining of nickel–titanium shape memory alloys. *Mater Sci Eng, A* 2004;378(1-2):200-04.
94. Pernot J, Rolland X, Euvard H. Endodontic instrument with rough surfaces and method for producing such an instrument, U.S. Patent Application No. 14/914,170, 2016.
95. Radwanski M, Leski M, Pawlicka H. The influence of the manufacturing process of rotary files on the shaping of L-shaped canals. *Dent Med Probl* 2018;55(4):389-94.
96. 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(6):867-70.
97. 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(4):630-34.
98. 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(3):303-13.

99. Pedulla 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(1):156-9.
100. Uslu G, Ozyurek T, Yilmaz 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(1):115-19.
101. Serafin M, De Biasi M, Franco V, Angerame D. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of two rotary single-file endodontic systems: OneCurve versus OneShape. *Odontology* 2019;107(2):196-201.
102. Ertugrul IF. Effect of sodium hypochlorite on the cyclic fatigue resistance: A scanning electron microscopy evaluation. *Microsc Res Tech* 2019;82(12):2089-94.
103. Webber J. Shaping canals with confidence: WaveOne GOLD single-file reciprocating system. *Roots* 2015;134-40.
104. Stringheta CP, Bueno CES, Kato AS, Freire LG, Iglecias EF, Santos M, Pelegrine RA. Micro-computed tomographic evaluation of the shaping ability of four instrumentation systems in curved root canals. *Int Endod J* 2019;52(6):908-16.
105. West JD. The endodontic Glidepath: "Secret to rotary safety". *Dent Today* 2010;29(9):86, 88, 90-3.
106. Ha JH, Park SS. Influence of glide path on the screw-in effect and torque of nickel-titanium rotary files in simulated resin root canals. *Restor Dent Endod* 2012;37(4):215-9.
107. Pasqualini D, Alovise M, Cemenasco A, Mancini L, Paolino DS, Bianchi CC, Roggia A, Scotti N, Berutti E. Micro-Computed Tomography Evaluation of ProTaper Next and BioRace Shaping Outcomes in Maxillary First Molar Curved Canals. *J Endod* 2015;41(10):1706-10.

108. Berutti E, Cantatore G, Castellucci A, Chiandussi G, Pera F, Migliaretti G, Pasqualini D. Use of nickel-titanium rotary PathFile to create the glide path: comparison with manual preflaring in simulated root canals. *J Endod* 2009;35(3):408-12.
109. Patino PV, Biedma BM, Liebana CR, Cantatore G, Bahillo JG. The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *J Endod* 2005;31(2):114-6.
110. Turker SA, Uzunoglu E. Apical root canal transportation of different pathfinding systems and their effects on shaping ability of ProTaper Next. *J Clin Exp Dent* 2015;7(3):e392-5.
111. 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(1):32-6.
112. D'Amario M, Baldi M, Petricca R, De Angelis F, El Abed R, D'Arcangelo C. Evaluation of a new nickel-titanium system to create the glide path in root canal preparation of curved canals. *J Endod* 2013;39(12):1581-4.
113. Vorster M, van der Vyver PJ, Paleker F. Influence of Glide Path Preparation on the Canal Shaping Times of WaveOne Gold in Curved Mandibular Molar Canals. *J Endod* 2018;44(5):853-55.
114. Shen Y, Haapasalo M, Cheung GS, Peng B. Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 1: Relationship between observed imperfections and factors leading to such defects in a cohort study. *J Endod* 2009;35(1):129-32.
115. Cantatore G, Berutti E, Castellucci A. The pathfiles: a new series of rotary nickel titanium instruments for mechanical pre-flaring and creating the glide path. *Oral Health* 2010;100(10):66-8.

116. Gunes B, Yesildal Yeter K. Effects of Different Glide Path Files on Apical Debris Extrusion in Curved Root Canals. *J Endod* 2018;44(7):1191-94.
117. Keskin C, Inan U, Demiral M, Keles A. Cyclic fatigue resistance of R-Pilot, WaveOne Gold Glider, and ProGlider glide path instruments. *Clin Oral Investig* 2018;22(9):3007-12.
118. Yilmaz A, Kucukay ES, Istektepe M, Sisli SN, Ersev H, Karagoz-Kucukay I. Comparison of the Shaping Ability of WaveOne Reciprocating Files with or without Glide Path in Simulated Curved S-shaped Root Canals. *J Int Soc Prev Community Dent* 2017;7(Suppl 1):S13-S17.
119. Gambill JM, Alder M, del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod* 1996;22(7):369-75.
120. Schafer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2004;37(4):229-38.
121. Ding-ming H, Hong-xia L, Cheung GS, Lan Z, Hong T, Xue-dong Z. Study of the progressive changes in canal shape after using different instruments by hand in simulated S-shaped canals. *J Endod* 2007;33(8):986-9.
122. Madureira RG, Forner Navarro L, Llana MC, Costa M. Shaping ability of nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109(2):e136-44.
123. Bonaccorso A, Cantatore G, Condorelli GG, Schafer E, Tripi TR. Shaping ability of four nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod* 2009;35(6):883-6.

124. Christofzik D, Bartols A, Faheem MK, Schroeter D, Groessner-Schreiber B, Doerfer CE. Shaping ability of four root canal instrumentation systems in simulated 3D-printed root canal models. *PLoS One* 2018;13(8):e0201129.
125. Wei Z, Cui Z, Yan P, Jiang H. A comparison of the shaping ability of three nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study via a contrast radiopaque technique in vitro. *BMC Oral Health* 2017;17(1):39.
126. Zhang L, Luo HX, Zhou XD, Tan H, Huang DM. The shaping effect of the combination of two rotary nickel-titanium instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod* 2008;34(4):456-8.
127. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2003;36(4):288-95.
128. Marceliano-Alves MF, Sousa-Neto MD, Fidel SR, Steier L, Robinson JP, Pecora JD, Versiani MA. Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multife rotary systems: a micro-CT study. *Int Endod J* 2015;48(12):1129-36.
129. Talati A, Moradi S, Forghani M, Monajemzadeh A. Shaping ability of nickel-titanium rotary instruments in curved root canals. *Iran Endod J* 2013;8(2):55-8.
130. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod* 1987;13(5):243-5.
131. Campos JM, del Rio C. Comparison of mechanical and standard hand instrumentation techniques in curved root canals. *J Endod* 1990;16(5):230-4.
132. Hulsmann M, Gambal A, Bahr R. An improved technique for the evaluation of root canal preparation. *J Endod* 1999;25(9):599-602.
133. Al-Manei KK, Al-Hadlaq SMS. Evaluation of the root canal shaping ability of two rotary nickel-titanium systems. *Int Endod J* 2014;47(10):974-79.

134. Burklein S, Mathey D, Schafer E. Shaping ability of ProTaper NEXT and BT-RaCe nickel-titanium instruments in severely curved root canals. *Int Endod J* 2015;48(8):774-81.
135. Katz A, Tamse A. A combined radiographic and computerized scanning method to evaluate remaining dentine thickness in mandibular incisors after various intracanal procedures. *Int Endod J* 2003;36(10):682-6.
136. Schafer 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(4):239-48.
137. Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci* 2009;1(4):177-88.
138. Durack C, Patel S. Cone beam computed tomography in endodontics. *Braz Dent J* 2012;23(3):179-91.
139. Bernardes RA, Rocha EA, Duarte MA, Vivian RR, de Moraes IG, Bramante AS, de Azevedo JR. Root canal area increase promoted by the EndoSequence and ProTaper systems: comparison by computed tomography. *J Endod* 2010;36(7):1179-82.
140. Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod* 2010;36(5):904-7.
141. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbaly G, Mickeviciene L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *J Endod* 2014;40(12):1895-901.
142. Cohnen M, Fischer H, Hamacher J, Lins E, Kotter R, Modder U. CT of the head by use of reduced current and kilovoltage: relationship between image quality and dose reduction. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000;21(9):1654-60.

143. Sohaib SA, Peppercorn PD, Horrocks JA, Keene MH, Kenyon GS, Reznik RH. The effect of decreasing mAs on image quality and patient dose in sinus CT. *Br J Radiol* 2001;74(878):157-61.
144. Liedke GS, da Silveira HE, da Silveira HL, Dutra V, de Figueiredo JA. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. *J Endod* 2009;35(2):233-5.
145. Kamburoglu 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(9):798-807.
146. Wenzel A, Haiter-Neto F, Frydenberg M, Kirkevang LL. Variable-resolution cone-beam computerized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photostimulable phosphor radiography in detection of transverse root fractures in an in vitro model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108(6):939-45.
147. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Comparison of five cone beam computed tomography systems for the detection of vertical root fractures. *J Endod* 2010;36(1):126-9.
148. Dunn PM. Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923), the discovery of x rays and perinatal diagnosis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2001;84(2):F138-F39.
149. Kaya T. Radyografinin Temel Prensipleri ve Radyografik Yorumda Temel İlkeler. *Trd Sem* 2017; 5: 1-22.
150. Mallya SM. Principles of cone beam computed tomography. İçinde: *3D Imaging in Endodontics*, Springer, 2016: 1-14.
151. Michetti J, Maret D, Mallet JP, Diemer F. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod* 2010;36(7):1187-90.

152. Landis EN, Keane DT. X-ray microtomography. *Mater Charact* 2010;61(12):1305-16.
153. 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(3):250-9.
154. Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J* 1999;32(3):165-70.
155. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;32(2):271-5.
156. Mahmoud Torabinejad REW. *Endodontics 4th Edition Principles and Practices*. Endodontics 4th Edition Principles and Practice Saunders Elsevier, 2008: preface.
157. Walton RE, Torabinejad M., *Cleaning and Shaping, Endodontics Principles and Practise*, 4.Bask1., Missouri, Saunders Elsevier, 2009:259.
158. Briseno BM, Sonnabend E. The influence of different root canal instruments on root canal preparation: an in vitro study. *Int Endod J* 1991;24(1):15-23.
159. 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(12):2045-9.
160. 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(2):138-41.
161. Luiten DJ, Morgan LA, Baugartner JC, Marshall JG. A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. *J Endod* 1995;21(1):26-32.

162. Uzunoglu E, Turker SA. Comparison of Canal Transportation, Centering Ratio by Cone-beam Computed Tomography after Preparation with Different File Systems. *J Contemp Dent Pract* 2015;16(5):360-5.
163. Wu MK, Fan B, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part I: effects of apical transportation on seal of root fillings. *J Endod* 2000;26(4):210-6.
164. Eleftheriadis GI, Lambrianidis TP. Technical quality of root canal treatment and detection of iatrogenic errors in an undergraduate dental clinic. *Int Endod J* 2005;38(10):725-34.
165. 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(12):4255-62.
166. Pedulla 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(8):2227-33.
167. 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(1):325-34.
168. Walton RE, Torabinejad M., *Endodontic Instruments Chapter 12, Endodontics Principles and Practice*. 4th ed., Missouri, Saunders Elsevier, 2009:206.
169. Yao JH, Schwartz SA, Beeson TJ. Cyclic fatigue of three types of rotary nickel-titanium files in a dynamic model. *J Endod* 2006;32(1):55-7.

170. Alves FR, Rocas IN, Almeida BM, Neves MA, Zoffoli J, Siqueira JF, Jr. Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *Int Endod J* 2012;45(9):871-7.
171. Pongione G, Pompa G, Milana V, Di Carlo S, Giansiracusa A, Nicolini E, De Angelis F. Flexibility and resistance to cyclic fatigue of endodontic instruments made with different nickel-titanium alloys: a comparative test. *Ann Stomatol (Roma)* 2012;3(3-4):119-22.
172. Hamdy TM, Galal M, Ismail AG, Abdelraouf RM. Evaluation of Flexibility, Microstructure and Elemental Analysis of Some Contemporary Nickel-Titanium Rotary Instruments. *Open Access Maced J Med Sci* 2019;7(21):3647-54.
173. Elashiry MM, Saber SE, Elashry SH. Comparison of Shaping Ability of Different Single-File Systems Using Microcomputed Tomography. *Eur J Dent* 2020.
174. Yared G, Alasmar Ramli G. Single file reciprocation: A literature review. *Endo* 2013;7(3).
175. Uslu G, Ozyurek T, Yilmaz K, Gundogar M. Cyclic fatigue resistance of R-Pilot, HyFlex EDM and PathFile nickel-titanium glide path files in artificial canals with double (S-shaped) curvature. *Int Endod J* 2018;51(5):584-89.
176. Peters OA, Laib A, Gohring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod* 2001;27(1):1-6.
177. Keskin C, Sariyilmaz E, Demiral M. Shaping ability of Reciproc Blue reciprocating instruments with or without glide path in simulated S-shaped root canals. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2018;12(1):63-67.

178. 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(2):135-9.
179. Alrahabi M, Zafar MS. 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. *Niger J Clin Pract* 2018;21(6):772-77.
180. Mesgarani A, Hamidi MR, Haghanifar 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. *Dent Res J (Isfahan)* 2018;15(1):57-62.
181. Zanesco C, So MV, Schmidt S, Fontanella VR, Grazziotin-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(3):486-90.
182. Turkistani AK, Gomaa MM, Shafei LA, Alsofi L, Majeed A, AlShwaimi E. Shaping Ability of HyFlex EDM and ProTaper Next Rotary Instruments in Curved Root Canals: A Micro-CT Study. *J Contemp Dent Pract* 2019;20(6):680-85.
183. Arican Ozturk B, Atav Ates A, Fisekcioglu E. Cone-Beam Computed Tomographic Analysis of Shaping Ability of XP-endo Shaper and ProTaper Next in Large Root Canals. *J Endod* 2020.
184. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod* 2007;33(9):1121-32.
185. 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(7):1009-17.

186. 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(12):1788-91.
187. 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(6):578-82.
188. Saleh AM, Vakili Gilani P, Tavanafar S, Schafer E. Shaping ability of 4 different single-file systems in simulated S-shaped canals. *J Endod* 2015;41(4):548-52.
189. Marzouk AM, Ghoneim AG. Computed tomographic evaluation of canal shape instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium systems. *J Endod* 2013;39(7):906-9.
190. 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(6):637-41.
191. Arslan H, Kirici DO, Uygun AD, Khalilov R, Guven Y, Karatas E, Aladag H. Apical transportation of ProGlider and ProTaper Next activated with different motions. *Int J Artif Organs* 2017;39(12):625-28.
192. Saber SE, Nagy MM, Schafer 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(1):109-14.
193. 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(6):561-5.

194. 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(10):1398-401.

195. 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(3):245-49.

196. 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(5):481-85.

197. Arruda EDS, Sponchiado-Junior 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(4):613-18.

198. 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(4):328-32.

199. 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. *Dent Res J (Isfahan)* 2016;13(1):13-7.

200. 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(5):717-20.

201. 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(6):852-6.
202. 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 (muCT). *Int Endod J* 2012;45(6):514-23.
203. 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(9):1296-300.
204. Paque F, Zehnder M, De-Deus G. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *J Endod* 2011;37(10):1394-7.
205. Jardine AP, Rosa RA, Santini MF, Zaccara IM, So MV, Kopper PM. Shaping ability of rotatory or reciprocating instruments in curved canals: a micro-computed tomographic study. *Braz Oral Res* 2016;30(1).
206. Kim HC, Hwang YJ, Jung DW, You SY, Kim HC, Lee W. Micro-computed tomography and scanning electron microscopy comparisons of two nickel-titanium rotary root canal instruments used with reciprocating motion. *Scanning* 2013;35(2):112-8.
207. Maia Filho EM, Rizzi Cde C, Coelho MB, Santos SF, Costa LM, Carvalho CN, Tavares RR, Soares JA. Shaping Ability of Reciproc, UnicOne, and Protaper Universal in Simulated Root Canals. *Sci. World J* 2015;2015690854.
208. Santa-Rosa J, de Sousa-Neto MD, Versiani MA, Nevares G, Xavier F, Romeiro K, Cassimiro M, Leoni GB, de Menezes RF, Albuquerque D. Shaping Ability of Single-file Systems with Different Movements: A Micro-computed Tomographic Study. *Iran Endod J* 2016;11(3):228-33.

209. Ceyhanli KT, Kamaci A, Taner M, Erdilek N, Celik D. Shaping ability of two M-wire and two traditional nickel-titanium instrumentation systems in S-shaped resin canals. *Niger J Clin Pract* 2015;18(6):713-7.
210. Ozyurek T, Yilmaz K, Uslu G. Shaping Ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM Single-file Systems in Simulated S-shaped Canals. *J Endod* 2017;43(5):805-09.
211. Yuan G, Yang G. Comparative evaluation of the shaping ability of single-file system versus multi-file system in severely curved root canals. *J Dent Sci* 2018;13(1):37-42.
212. Yang GB, Zhou XD, Zhang H, Wu HK. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in simulated root canals. *Int Endod J* 2006;39(10):791-9.
213. Paque F, Musch U, Hulsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 2005;38(1):8-16.
214. Donnermeyer D, Viedenz A, Schafer E, Burklein S. Impact of new cross-sectional designs on the shaping ability of rotary NiTi instruments in S-shaped canals. *Odontology* 2019.
215. Filizola de Oliveira DJ, Leoni GB, da Silva Goulart R, Sousa-Neto MD, Silva Sousa YTC, Silva RG. Changes in Geometry and Transportation of Root Canals with Severe Curvature Prepared by Different Heat-treated Nickel-titanium Instruments: A Micro-computed Tomographic Study. *J Endod* 2019;45(6):768-73.
216. Burklein S, Fluch S, Schafer E. Shaping ability of reciprocating single-file systems in severely curved canals: WaveOne and Reciproc versus WaveOne Gold and Reciproc blue. *Odontology* 2019;107(1):96-102.

217. Rubio J, Zarzosa JI, Pallares A. Comparison of Shaping Ability of 10 Rotary and Reciprocating Systems: an In Vitro Study with AutoCad. *Acta Stomatol Croat* 2017;51(3):207-16.
218. Razza C, Zacharopoulos A, Anestis D, Mikrogeorgis G, Zacharakis G, Lyroudia K. Micro-Computed Tomographic Evaluation of Canal Transportation and Centering Ability of 4 Heat-Treated Nickel-Titanium Systems. *J Endod* 2020.
219. Kenneth M. Hargreaves, Berman Lh., *Cleaning and Shaping the Root Canal System*, Cohen's Pathways of The Pulp, Eleventh Edition, Missouri, Elsevier. 2016;238.
220. Lopez FU, Fachin EV, Camargo Fontanella VR, Barletta FB, So MV, Grecca FS. Apical transportation: a comparative evaluation of three root canal instrumentation techniques with three different apical diameters. *J Endod* 2008;34(12):1545-8.
221. Morfis A, Sylaras SN, Georgopoulou M, Kernani M, Prountzos F. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994;77(2):172-6.
222. Al-Gharrawi HAS, Abbas FS. An Evaluation of Canal Transportation and Centering Ability at Different Levels of Root Canals Prepared by Self-Adjusting File Using Computed Tomography: A Comparative Study. *J JBCD* 2014;325(2212):1-8.

EKLER

EK-1. ÖZGEÇMİŞ

ÖZGEÇMİŞ

1. KİŞİSEL BİLGİLER

ADI, SOYADI: Arş. Gör. Emine Zeynep BAL DOĞUM TARİHİ ve YERİ: 1993 Ankara	
HALEN GÖREVİ: Araştırma Görevlisi YAZIŞMA ADRESİ: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Meşelik Yerleşkesi Endodonti AD TELEFON: (222) 239 37 50 E-MAIL: bal.eminezeynep11@gmail.com	

2. EĞİTİM

YILI	DERECESİ	ÜNİVERSİTE	ÖĞRENİM ALANI
2011-2016	Lisans	Gazi Üniversitesi	Diş Hekimliği

3. AKADEMİK DENEYİM

GÖREV DÖNEMİ	ÜNVAN	BÖLÜM	ÜNİVERSİTE
2017-	Araştırma Görevlisi	Endodonti AD	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

4. ÇALIŞMA ALANLARI

ÇALIŞMA ALANI	ANAHTAR SÖZCÜKLER

5. SON BEŞ YILDAKİ ÖNEMLİ YAYINLAR

EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU



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



Sayı : 25403353-050.99-E.128677
Konu : 2018 - 314 Karar

05/12/2018

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

Sorumlu Araştırmacısı olduğunuz **“Farklı Isıl İşlem Görmüş NiTi Eğelerin Kök Kanal Şekillendirme Yeteneklerinin Karşılaştırılması: Mikro-BT Çalışması”** başlıklı çalışma hakkında alınan karar ilişikte gönderilmiştir.
Bilgilerinizi ve gereğini saygı ile rica ederim.

Doç. Dr. Ömer KILIÇ
Etik Kurul Başkan Yardımcısı

Bu evrak 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na göre elektronik olarak imzalanmıştır. Evrak doğrulama adresi:
<https://ebysnetm.ogu.edu.tr/Home/Dogrulama/643ef311-5e93-49bb-8b7b-f13f798614c0>

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



ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
BAŞKANLIĞI

KARAR FORMU

Prof.Dr.Ömür ŞAYLIGİL
(Başkan)
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı

Doç.Dr.Ömer KILIÇ
(Başkan Yardımcısı)
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları
Anabilim Dalı /
Çocuk Enfeksiyon Hast. Bilim Dalı

Doç.Dr.Özlem ÖRSAL
(Raportör)
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Fakültesi
Halk Sağ. Hemşireliği Anabilim Dalı

Doç.Dr.Uğur BİLGE
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Aile Hekimliği Anabilim Dalı

Prof.Dr.Setenay DİNÇER ÖNER
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyostatistik Anabilim Dalı

Prof.Dr.Hilmi ÖZDEN
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı

Prof.Dr.Varol ŞAHİNTÜRK
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Histoloji ve Embriyoloji Anabilim
Dalı

Prof.Dr.Timuçin KAŞIHOĞLU
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
İç Hastalıkları Anabilim Dalı /
Romatoloji Bilim Dalı

Doç.Dr.Batu Can YAMAN
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi
Anabilim Dalı

Prof.Dr.Bekir YAŞAR
Genel Cerrahi Uzmanı

Av. Önder CAN
Avukat

Etik Kurul Sekreterliği
Tel: 0 222 239 29 79 / 4690

Başvuru Tarihi:
22.11.2018

Çalışmanın Başlığı:

"Farklı Isıl İşlem Görmüş NiTi Eğelerin Kök Kanal Şekillendirme Yeteneklerinin Karşılaştırılması: Mikro-BT Çalışması"

Çalışmacılar:

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı - Dr.Öğr.Üy.Betül GÜNEŞ (Tez Danışmanı), Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı - Dr.Öğr.Üy.İbrahim Şevki BAYRAKDAR, Endodonti Anabilim Dalı - Arş.Gör.Dt.Emine Zeynep BAL (Tez Sahibi)

Çalışmanın değerlendirildiği ilk toplantı tarihi:

27.11.2018

Sonuç:

1. Laboratuvarında yapılacak araştırmaların ulusal ve/veya uluslararası standartlara uygun geçerliliği kabul edilmiş yöntemler kullanılarak çalışılması esastır. Mevzuat gereği araştırmaya ilişkin materyal ve kayıtların uygun koşullarda sonuçlar yayınlanıncaya kadar muhafazası şarttır.
2. Araştırma sona erdikten sonra araştırmada kullanılan materyallerin nasıl imha edileceği konusunda Etik Kurulumuz bilgilendirilmelidir.
3. Araştırmacılar İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu (2015), Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi (2013)'ni imzalamış bu imza ile sorumluluğu kabul ettiklerini beyan etmişlerdir.
4. Araştırmacıların yetkin ve bu araştırma için yeterli oldukları anlaşılmaktadır.

Karar Tarihi:


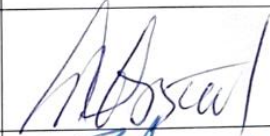
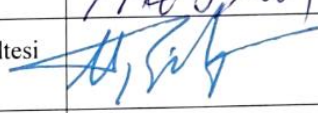


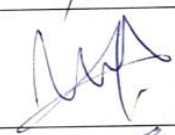
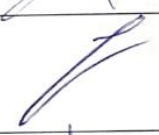
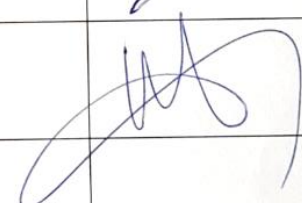
27.11.2018

Karar No: 34

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Dr.Öğr.Üy.Betül GÜNEŞ (Tez Danışmanı) sorumluluğunda yürütülen *"Farklı Isıl İşlem Görmüş NiTi Eğelerin Kök Kanal Şekillendirme Yeteneklerinin Karşılaştırılması: Mikro-BT Çalışması"* başlıklı çalışmanın yapılmasının etik açıdan uygun olduğuna oy birliğiyle karar verilmiştir.

Araştırmacılara başarılar dileriz.

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Unvanı/Adı/Soyadı	Kurumu	İmza
1 Prof. Dr. Ömür ŞAYLIGİL (Başkan)	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı	
2 Doç. Dr. Ömer KILIÇ (Başkan Yardımcısı)	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı/ Çocuk Enfeksiyon Hastalıkları Bilim Dalı	
3 Doç. Dr. Özlem ÖRSAL (Raportör)	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eskişehir Sağlık Bilimleri Fakültesi Halk Sağlığı Hemşireliği Anabilim Dalı	
4 Doç. Dr. Uğur BİLGE	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği Anabilim Dalı	
5 Prof. Dr. Setenay DİNÇER ÖNER	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyostatistik Anabilim Dalı	
6 Prof. Dr. Hilmi ÖZDEN	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı	
7 Prof. Dr. Varol ŞAHİNTÜRK	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı	
8 Prof. Dr. Timuçin KAŞİFOĞLU	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı / Romatoloji Bilim Dalı	
9 Doç. Dr. Batu Can YAMAN	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı	
10 Prof. Dr. Bekir YAŞAR	Genel Cerrahi Uzmanı	
11 Av. Önder CAN	Hukuk	