

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**TruNatomy, WaveOne Gold, HyFlex EDM Ni-Ti EĞE
SİSTEMLERİNİN ŞEKİLLENDİRME YETENEKLERİNİN
MİKRO BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Seher AKTAŞ

Endodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Kübra YEŞİLDAL YETER

ESKİŞEHİR
2022

**T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**TruNatomy, WaveOne Gold, HyFlex EDM Ni-Ti EĞE
SİSTEMLERİNİN ŞEKİLLENDİRME YETENEKLERİNİN
MİKRO BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Seher AKTAŞ

**Endodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Kübra YEŞİLDAL YETER**

Bu tez, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 202045A222/110 proje numarası ile desteklenmiştir.

**ESKİŞEHİR
2022**

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**TruNatomy, WaveOne Gold, HyFlex EDM Ni-Ti EĞE
SİSTEMLERİNİN ŞEKİLLENDİRME YETENEKLERİNİN MİKRO
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Seher AKTAŞ

Tez Savunma Tarihi : 03/06/2022
Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Kübra YEŞİLDAL YETER
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ali KELEŞ
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ekim Onur ORHAN

Onay

Bu çalışma yukarıdaki jüri tarafından Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Batu Can YAMAN

Dekan

Uzmanlık Tezi
ESKİŞEHİR-2022

UZMANLIK TEZİ BEYANNAMESİ

Uzmanlık tezi olarak sunduğum “**TruNatomy, WaveOne Gold, HyFlex EDM Ni-Ti EĞE SİSTEMLERİNİN ŞEKİLLENDİRME YETENEKLERİNİN MİKRO BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı araştırmayı danışmanım **Dr. Öğr. Üyesi Kübra YEŞİLDAL YETER**’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.

Seher AKTAŞ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	III
ÖZET	IV
ABSTRACT.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Kök Kanallarının Şekillendirilmesinde Kullanılan Aletler	4
2.1.1. El ile Kullanılan Paslanmaz Çelik Endodontik Aletler	4
2.1.2. Ni-Ti Kanal Aletleri.....	6
2.1.2.1. Ni-Ti Alaşımının Genel Özellikleri	6
2.1.2.2. Ni-Ti Aletlerin Endodontik Motorla Kullanımı.....	8
2.1.2.3. Ni-Ti Alaşıma Uygulanan Yüzey İşlemleri	9
2.1.2.4. Ni-Ti Aletlerine Uygulanan Isıl İşlemler	11
2.1.2.5. Güncel Ni-Ti Döner Eğe Sistemleri.....	14
2.2. Kök Kanal Şekillendirmesi Sırasında Yapılan İşlemsel Hatalar	19
2.2.1. Apikal Transportasyon.....	19
2.2.2. Perforasyon	20
2.2.3. Strip Perforasyon	20
2.2.4. Alet Kırılması	21
2.2.5. Basamak Oluşumu	21
2.3. Kök Kanal Şekillendirme Yeteneğinin Değerlendirilmesi	22

2.3.1. Seri Kesit Tekniği	23
2.3.2. Radyografik Yöntem.....	24
2.3.3. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi	24
2.3.4. Mikro Bilgisayarlı Tomografi.....	25
3. MATERYAL METOT	27
3.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması	27
3.1.1. Dişlerin Çalışmaya Dahil Edilme ve Dahil Edilmeme Kriterleri	27
3.2. Örneklerin Hazırlanması.....	28
3.3. Kök Kanal Şekillendirmesi Öncesi Mikro-BT Görüntülemesi.....	29
3.4. Çalışma Uzunluğının Belirlenmesi	30
3.5. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi	31
3.6. Kök Kanal Şekillendirmesi Sonrası Mikro-BT Görüntülemesi.....	33
3.7. Apikal Transportasyon Yapma Miktarı ve Merkezde Kalabilme Yeteneğinin Değerlendirilmesi	34
3.8. İstatistiksel Analiz.....	36
4. BULGULAR.....	37
5. TARTIŞMA.....	46
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR	57
EKLER	75
EK-1. ÖZGEÇMİŞ	75
EK-2. ETİK KURUL ONAYI.....	76
EK-3. BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ ONAY BELGESİ.....	79

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tez çalışmamda bana yol gösteren, bilgi ve tecrübelerini sabırla benimle paylaşan tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Kübra YEŞİLDAL YETER'e,

Bilgi ve deneyimlerinden yaralandığım ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyeleri Doç. Dr. Ekim Onur ORHAN'a ve Doç. Dr. Betül GÜNEŞ'e,

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

Birlikte çalışmış olmaktan mutluluk duyduğum, bana her zaman destek olan kıdemlim Uzm. Dt. Emine Zeynep BAL'a,

Berber çalıştığım tüm asistan arkadaşlarım ve klinik çalışanlarına,

Sevgilerini her koşulda hissettiren, tüm kararlarımda yanımda olan canım aileme, sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Trunatomy, Waveone Gold, Hyflex EDM Ni-Ti Eğe Sistemlerinin Şekillendirme Yeteneklerinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi

Amaç: Çalışmanın amacı farklı eğe sistemlerinin kök kanal şekillendirme yeteneklerinin çekilmiş insan dişleri üzerinde Mikro-BT ile değerlendirilmesidir.

Materyal ve Metot: Bu çalışmada kanal kurvatürü 25°-35° olan 45 adet çekilmiş insan mandibular molar dişleri kullanılmıştır. Dişler 3 gruba ayrılmış ve apikal açıklıkları #10 K el eğesi ile kontrol edildikten sonra Mikro-BT ile görüntülenmiştir. Daha sonra 1. grup TRN, 2. grup WOG, 3. grup ise HEDM eğesi ile şekillendirilmiştir. Şekillendirme sonrasında Mikro-BT ile görüntülenenen dişlere ait ölçümler apeksten itibaren 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7. mm'den yapılmıştır. İstatistiksel analiz SPSS 18.0 paket programı kullanılarak Kruskal-Wallis testi ve Bonferroni Dun's çoklu karşılaştırma testi ile ortaya konulmuştur.

Bulgular: Bu çalışmanın sonucuna göre mezio-distal yönde 1. mm'de HEDM eğesi WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır ($P<0.05$). Mezio-distal yönde 2. mm'de HEDM eğesi WOG ve TRN eğelerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır ($P<0.05$). Mezio-distal yönde 6. mm'de TRN eğesi HEDM eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır ($P<0.05$). Mezio-distal yönde 7. mm'de TRN eğesi WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır ($P<0.05$). Mezio-distal yönde 3, 4 ve 5. mm'lerde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0.05$). Bukko-lingual yönde apikal transportasyon açısından gruplar arasında 1, 2, 3, 5, 6 ve 7. mm'lerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamışken ($P>0.05$), 4. mm'de HEDM ve TRN eğeleri WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır. ($P<0.05$) Mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneği açısından 3, 4, 5, 6 ve 7. mm'lerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamışken ($P>0.05$), 1. mm'de HEDM eğesi WOG eğesine göre daha iyi derecede merkezde kalabilmiştir ($P<0.05$). Mezio-distal yönde 2. mm'de HEDM eğesi TRN ve WOG eğelerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla merkezde kalabilmiştir ($P<0.05$). Bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneği açısından 1, 2, 3, 5, 6 ve 7. mm'lerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamışken ($P>0.05$), 4. mm'de HEDM eğesi WOG eğesinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla merkezde kalabilmiştir ($P<0.05$).

Sonuç: Bu çalışmanın sonuçlarına göre bütün eğe gruplarında transportasyon meydana gelmiştir. Apikal transportasyon miktarı hiçbir seviyede 0.3 mm'yi geçmemiştir. HEDM ve TRN eğelerinin WOG eğesine göre eğri kök kanallarının şekillendirilmesinde daha avantajlı olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Apikal transportasyon, Merkezleme yeteneği, Mikro-BT, Ni-Ti tek eğe sistemleri

ABSTRACT

Micro-Computed Tomographic Evaluation of The Shaping Ability of TruNatomy, WaveOne Gold, HyFlex EDM Ni-Ti File Systems

Aim: The aim of the study was to evaluate the root canal shaping abilities of different file systems on extracted human teeth with Micro-CT.

Materials and Methods: In this study, 45 extracted human mandibular molar teeth with 25°-35° canal curvatures were used. The teeth were divided into 3 groups and their apical patency were checked with a #10 K hand file and scanned with Micro-CT. Then, the 1. group were shaped with TRN, the 2. group with WOG, and the 3. group with the HEDM file. After shaping, the teeth were scanned with the Micro-CT and were measured at 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 mm from the apex. Statistical analysis was performed with the Kruskal-Wallis test and Bonferroni Dun's multiple comparison test using the SPSS 18.0 package program.

Results: According to the results of this study, the HEDM file performed statistically less apical transportation than the WOG file at 1 mm in the mesio-distal direction ($P < 0.05$). At 2 mm in the mesio-distal direction, the HEDM file performed statistically less apical transportation than the WOG and TRN files ($P < 0.05$). At 6 mm in the mesio-distal direction, the TRN file performed statistically less apical transportation than the HEDM file ($P < 0.05$). At 7 mm in the mesio-distal direction, the TRN file performed statistically less apical transportation than the WOG file ($P < 0.05$). There was no significant difference between the groups at 3, 4 and 5 mm in the mesio-distal direction ($P > 0.05$). While there was no statistical difference between the groups in terms of apical transportation in the bucco-lingual direction at 1, 2, 3, 5, 6 and 7 mm ($P > 0.05$), HEDM and TRN files had statistically less apical transportation than the WOG files at 4 mm ($P < 0.05$). There was no statistical difference between the groups at 3, 4, 5, 6 and 7 mm in terms of the centering ability in the mesio-distal direction ($P > 0.05$). HEDM file showed a more centering ability than the WOG file at 1 mm ($P < 0.05$). The HEDM file showed a more centering ability than the TRN and WOG file at 2 mm ($P < 0.05$). No statistical difference was found at 1, 2, 3, 5, 6 and 7 mm in terms of the centering ability in the bucco-lingual direction ($P > 0.05$), while at the 4. mm, the HEDM file showed a statistically more centering ability than the WOG file. ($P < 0.05$).

Conclusion: According to the results of this study, transportation occurred in all file groups. The amount of apical transportation did not exceed 0.3 mm at any level. It can be said that HEDM and TRN files are more advantageous in shaping curved root canals than WOG files.

Keywords: Apical transportation, Centering ability, Micro-CT, Ni-Ti single file systems

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

#	: Numara
%	: Yüzde
°	: Derece
μ	: Mikron
μm	: Mikro metre
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Af	: Ostenit bitiş sıcaklığı
Ark.	: Arkadaşları
As	: Ostenit başlangıç sıcaklığı
°C	: Santigrat derece
EDM	: Elektriksel deşarj işlemi (Electrical discharge machining)
EDTA	: Etilendiamin tetraasetik asit
ISO	: Uluslararası standartlar teşkilatı
KIBT	: Konik ışınli bilgisayarlı tomografi
Kv	: Kilovolt
Mf	: Martensit bitiş sıcaklığı
Mikro-BT	: Mikro bilgisayarlı tomografi
Mm	: Milimetre
Ms	: Martensit başlangıç sıcaklığı
NaOCl	: Sodyum hipoklorit
Ni-Ti	: Nikel Titanyum
Ncm	: Newton santimetre
P	: İstatistiksel anlamlılık derecesi
Rpm	: Dakikadaki devir sayısı

Std : Standart
TiN : Titanyum Nitrür



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Örneklerin gruplandırılması	29
Şekil 3.2. SkyScan 1272 Mikro-BT cihazı	29
Şekil 3.3. Örneklerin hazırlanması	30
Şekil 3.4. TruNatomy eğesi	31
Şekil 3.5. WaveOne Gold eğesi.....	32
Şekil 3.6. HyFlex EDM eğesi.....	32
Şekil 3.7. Şekillendirme öncesi (A, C, E) ve şekillendirme sonrası (B, D, F) Mikro-CT kesit örnekleri	33
Şekil 3.8. DataViewer 1.5.4.0 programı ile şekillendirme öncesi ve şekillendirme sonrası görüntülerin üst üste getirilmesi.....	35

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Apikal 1 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	38
Tablo 4.2. Apikal 2 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	38
Tablo 4.3. Apikal 3 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	38
Tablo 4.4. Apikal 4 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	39
Tablo 4.5. Apikal 5 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	39
Tablo 4.6. Apikal 6 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	39
Tablo 4.7. Apikal 7 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	39
Tablo 4.8. Apikal 1 mm seviyesinde bukkö-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	40
Tablo 4.9. Apikal 2 mm seviyesinde bukkö-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	40
Tablo 4.10. Apikal 3 mm seviyesinde bukkö-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	40
Tablo 4.11. Apikal 4 mm seviyesinde bukkö-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	40

Tablo No**Sayfa No**

Tablo 4.12. Apikal 5 mm seviyesinde bukko-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	41
Tablo 4.13. Apikal 6 mm seviyesinde bukko-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	41
Tablo 4.14. Apikal 7 mm seviyesinde bukko-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler.....	41
Tablo 4.15. Apikal 1 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	41
Tablo 4.16. Apikal 2 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	42
Tablo 4.17. Apikal 3 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	42
Tablo 4.18. Apikal 4 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	42
Tablo 4.19. Apikal 5 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	42
Tablo 4.20. Apikal 6 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	43
Tablo 4.21. Apikal 7 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	43
Tablo 4.22. Apikal 1 mm seviyesinde bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	43
Tablo 4.23. Apikal 2 mm seviyesinde bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	43

Tablo No**Sayfa No**

Tablo 4.24. Apikal 3 mm seviyesinde bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	44
Tablo 4.25. Apikal 4 mm seviyesinde bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	44
Tablo 4.26. Apikal 5 mm seviyesinde bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	44
Tablo 4.27. Apikal 6 mm seviyesinde bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	44
Tablo 4.28. Apikal 7 mm seviyesinde bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler	45

1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin aşamalarından biri olan kök kanal preparasyonunun amacı canlı ve nekrotik dokuları uzaklaştırmak, kök kanal sisteminden bakterilerin eliminasyonunu sağlamak, debrisı uzaklaştırmak, etkili irrigasyon için gereken boşluğu oluşturmak ve kök kanallarının 3 boyutlu ve sızdırmaz bir şekilde doldurulmasına olanak sağlamaktır.¹

Kök kanalındaki dallanmalar ve kalsifikasyonlar preparasyonu zorlaştıran faktörler olmasına rağmen özellikle kök kanal sisteminde görülebilen eğriliklerle diğer anatomik varyasyonlara kıyasla daha sık karşılaşılabilmektedir. Bunlardan bazıları nispeten daha az eğriliğe sahipken, bazıları ileri derecede eğimli olabilmektedir.^{2, 3} Kök kanalındaki bu eğrilikler sıklıkla hatalı kanal boyu tespitine ve hatalı kök kanal şekillendirmesine neden olmaktadır. Şekillendirme işlemi sırasında meydana gelebilecek komplikasyonlar; apikal transportasyon, zip oluşumu (kum saati görüntüsü), dirsek oluşumu, basamak oluşumu, kanal aletlerinin kırılması, çalışma uzunluğundaki kayıp, şeklinde sıralanabilir. Eğri kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında komplikasyonların en aza indirilmesi için esnekliklerinin artırılması amacıyla farklı alaşımlardan oluşan kök kanal enstrümantasyonları piyasaya sürülmüştür.⁴

Schäfer, kanal aletlerini alaşımları açısından paslanmaz çelik ve titanyum alaşımları olarak ikiye ayırmıştır; Paslanmaz çelikten üretilen eğeler ise konvansiyonel ve esnek paslanmaz çelik eğeler olarak iki kısım altında değerlendirmiştir. Konvansiyonel paslanmaz çelik eğelerin yapısında Fe, Cr, Mn, Ni, Si, C ve Mo bulunduğunu ve oranlarının üretici firmalara göre değişim gösterdiğini bildirmiştir.⁵ Titanyum içeren ege grupları da nikel-titanyum ve titanyum alüminyum alaşımlı eğeler olarak iki başlık altında incelenebilir. Nikel-titanyum alaşımından oluşan kanal eğeleri %55 oranında nikel ve

%45 oranında titanyum içerir.^{6, 7} Nikel titanyum alaşımlarının diğer alaşımlara göre önemli farklılığı, yüksek korozyon direncine sahip olmaları ve süperelastisite gösterebilmeleridir.⁸ Ni-Ti içeren döner eğe sistemlerindeki farklı tasarımların yanı sıra üreticiler alaşımların mekanik özelliklerini iyileştirmek için termal, mekanik ve yüzey işleme dahil olmak üzere çeşitli tescilli üretim prosedürleri ortaya koymuşlardır.⁹

TruNatomy (TRN) (Densply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ısıtma işlem görmüş kanal eğe sistemi son zamanlarda Densply Sirona firması tarafından piyasaya sürülmüştür. TRN döner eğe aletlerinin, small (boyut 20/.04 konik), prime (boyut 26/.04 konik) ve medium (boyut 36/.03 konik) olmak üzere üç farklı boyutu mevcuttur. İnce NiTi tel tasarımı, diğer birçok değişken koniklik içeren 1.2 mm kalınlıktaki aletlerden farklı olarak 0.8 mm telden üretilmiştir. TRN eğe sistemi merkezden uzak paralelkenar kesit tasarımıdadır.¹⁰ TRN eğelerinin NiTi alaşımlarının görmüş olduğu ısıtma işlem ile birlikte alet geometrisi, regresif konisitesi ve ince tasarım nedeniyle yapısal dentin ve diş bütünlüğünü koruduğu öne sürülmüştür.^{10, 11}

WaveOne Gold (WOG) (Densply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) resiprokasyonel hareketle kullanılan tek eğe sistemi, üretimden sonra uygulanmış olan ısıtma işlem sebebiyle kendine özgü bir altın görünümüne sahiptir. Ham metal tekrar tekrar ısıtılır ve soğutulur, bu da ona sadece altın rengini vermekle kalmaz, aynı zamanda önemli ölçüde artmış dayanıklılık ve esneklik sağlar. Eğe, konuma bağlı olarak bir veya iki kesme kenarı olan benzersiz bir paralelkenar şekilli kesit tasarımına sahiptir. Bu kesit tasarımının torku önemli ölçüde azalttığı, vidalama etkisini en aza indirdiği ve debrislerin daha iyi çıkarılmasını sağladığı öne sürülmüştür.¹²

HyFlex EDM (HEDM) (Coltene/Whaledent, Altstätten, İsviçre) eğesinin ana özelliği elektro deşarjlı işleme (EDM) prosedürü ile üretilmeleridir.¹³ Elektrik akımı, malzemenin küçük kısımlarını iyi kontrollü ve tekrarlanabilir bir şekilde kısmen eritir ve

buharlaştırır.¹⁴ Eğin çapraz kesiti esnekliği, döngüsel yorgunluğu ve burulma direncini optimize etmek için gövdeden uca doğru üçgenden dikdörtgene değişen kesit şekilleri gösterir.¹⁵

Apikal transportasyon yapma miktarı ve merkezde kalma yeteneği, kök kanal şekillendirme yeteneği değerlendirilirken kullanılan parametrelerdendir.¹⁶ Apikal transportasyonun yönü ve genişliği prepare edilmemiş kanalın kenarından dış kenarına kadar olan en kısa mesafenin hem mesial hem de distal yönlerde ölçülmesi ve ardından aynı ölçümlerin preparasyondan sonra da yapıp değerlerin karşılaştırılmasıyla belirlenir.¹⁷

1980'lerin ilk yıllarında geliştirilmiş olan mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT) sistemleri 5-50 µm aralığında voksel üretir ve KIBT ye göre çok daha iyi uzaysal çözünürlüğe sahiptir.¹⁸ Görüntüleme yöntemi non-invazivdir. Bu durum örneklerin birçok kez incelenebilmesine ve tarama sonrası biyolojik, mekanik testler yapılabilmesine olanak verir.¹⁹ Bu yöntem ile kök kanal yüzey ve hacmi, kanal genişliği, apikal transportasyon, kanal merkezleme oranı ve şekillendirme öncesi ve sonrası oluşmuş değişiklikleri değerlendirmek mümkündür.^{18, 20}

Bu araştırmada TRN, WOG, HEDM Ni-Ti tek eğe sistemlerinin kök kanal şekillendirme yeteneği Mikro-BT ile değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Endodontik tedavide başarıyı etkileyen en önemli etkenlerden biri mikroorganizma ve toksinlerinin kök kanalından uzaklaştırılması işlemidir. Bu amaç doğrultusunda; kök kanal tedavisinde mekanik şekillendirme, irrigasyon ve kanal içi ilaçların kullanılması ile vital ve nekrotik dokuların uzaklaştırılmasına, kök kanallarının doğal formunun korunarak şekillendirilmesine ve mikroorganizmaların elimine edilmesine çalışılmaktadır. Kök kanallarının şekillendirilmesi için çok sayıda endodontik alet ve şekillendirme teknikleri geliştirilmiştir.²¹⁻²⁵

2.1. Kök Kanallarının Şekillendirilmesinde Kullanılan Aletler

Günümüzde kök kanal eğelerinin üretiminde kullanılan başlıca iki farklı alaşım türü vardır. Bunlar paslanmaz çelik ve nikel-titanyum (Ni-Ti) alaşımlarıdır. Manuel olarak çalıştırılan endodontik aletlerin çoğu paslanmaz çelikten üretilir ve kırılmaya karşı oldukça dirençlidir. Bununla birlikte, kök kanal enstrümantasyonu için tasarlanmış döner aletler tipik olarak Ni-Ti alaşımından yapılır.²⁶

2.1.1. El ile Kullanılan Paslanmaz Çelik Endodontik Aletler

K-Reamerlar

K-Reamerlar ISO standartlarına ve üreticiye bağlı kalınarak kare ya da üçgen tellerden üretilir. Eğenin çalışma ucuna spiral bir şekil vermek için bükülme işlemi yapılır ve bu da torsiyonel kırılmaya karşı yüksek dirençle sonuçlanır. Reamerlerde çalışma

uçlarının her bir mm'sinde 1/2 ila 1 kesme bıçağı vardır ve bu nedenle K tipi el eğesinden daha az kesme bıçağına sahiptir.²⁷ Endodontik reamerlar kesme işlemini kanala yerleştirilirken yapar. Bıçakların dentine yerleştirilebilmesi için saat yönünde çeyrek ila yarım tur döndürülmesi ve ardından penetrasyon, rotasyon ve retraksiyon ile geri çekilmesi gerekir. İşlem daha sonra tekrarlanır ve kanal içinde daha derine nüfus etmesi sağlanır.²⁸

K Tipi Eğeler

K tipi eğeler kanala penetrasyon ve kanalları genişletmek için kullanılan en eski aletlerdendir. Kare şekilli paslanmaz çelik telin burulmasıyla üretilir. Eğedeki yiv sayısı K tipi reamerlardan daha fazladır. Paslanmaz çelik K tipi el eğesine, kanala yerleştirmeyi kolaylaştırmak ve transportasyonu en aza indirmek için ön eğim verilebilir. Eğer yivlerin arası açılmışsa kalıcı deformasyon meydana gelmiştir ve eğe artık kullanılmamalıdır.²⁹

H Tipi Eğeler

H-tipi bir alet, çekme hareketi sırasında kesmeye izin verecek şekilde düzenlenmiş spiral kenarlara sahiptir. Kesme kabiliyeti K tipi bir eğeden daha fazladır. Bunun sebebi H tipi eğenin pozitif kesme açısına sahip olmasıdır. H-tipi eğeler, yuvarlak, konik, paslanmaz çelik bir tel parçasının spiral oluklar şeklinde frezlenmesiyle üretilir.^{29, 30}

2.1.2. Ni-Ti Kanal Aletleri

2.1.2.1. Ni-Ti Alaşımının Genel Özellikleri

Ni-Ti alaşımı, W. F. Buehler tarafından 1960'ların başında, ABD'deki deniz savaş araçları laboratuvarında uzay programı için manyetik olmayan, tuza dayanıklı, su geçirmez bir alaşım araştırılırken geliştirilmiştir.³¹ Diş hekimliğinde ilk kez 1971 yılında ortodontik tel üretiminde kullanılırken,³² 1988 yılında ortodontik tel işlenerek endodontide ilk el ile kullanılan Ni-Ti alet üretilmiştir.³³

Ni-Ti alaşımlar, ısıtıldıklarında ya da zorlandıklarında ilk şekillerine dönebilme yeteneğine sahiptirler. Bu özelliğe şekil hafıza özelliği denmektedir.³⁴ Ni-Ti alaşımında bu özellikten dolayı bulunan gözenekli yapı ve insan vücuduyla olan biyouyumundan dolayı biyomedikal uygulamalarda önemli bir uygulama alanına sahiptir.³⁵

Ni-Ti alaşımları, süper elastikiyetleri ve düşük elastik modülleri nedeniyle kök kanal preparasyonunun daha etkili şekilde yapılmasını sağlayan döner endodontik aletlerin geliştirilmesine izin vermiştir. Süper elastikiyet, alaşım östenit fazındayken belirli bir miktarda stres uygulanması üzerine alaşımın martensitik faz dönüşümünün meydana gelmesi ve stres serbest bırakıldığında gerilmenin neden olduğu martensitik fazın kendiliğinden tersine dönmesiyle ilişkilidir, bu da malzemenin orijinal şeklini geri kazanmasıyla sonuçlanır.^{36, 37} Ni-Ti alaşımlar süperelastisite özelliği sayesinde %8 oranında deformasyon göstermeden esneyebilirken bu oran, paslanmaz çelik gibi diğer eğerlerde % 1'den daha azdır.³⁷

Şekil hafıza özelliği bulunan alaşım sıcaklık, kuvvet veya manyetik alana bağlı olarak martensit ve östenit olarak isimlendirilen iki faz arasında dönüşüm işlemine tabi tutulduğunda ilk şeklini koruyabilir. Martensitik dönüşüm bir katı hal faz dönüşümüdür. Yani etkisinde kaldığı sıcaklık, dışarıdan uygulanan kuvvet veya her ikisinin uygulanması

sonucunda alaşımdaki atomlar birbirlerine olan komşuluklarını kaybetmezler. Ancak bu etkiler ile şekil hafızalı alaşımların iç yapısının değişmesine ve neticesinde faz değişimine neden olur.^{38, 39}

Şekil hafıza özelliği bulunan alaşımlar kritik dönüşüm sıcaklığının üstünde veya altında iki farklı şekil ya da kristal yapıda bulunurlar. Kararlı iki fazı bulunan şekil hafızalı alaşımların yüksek sıcaklık fazı östenit faz , düşük sıcaklık fazı martensit fazdır. Alaşım östenit fazdayken hafızaya aldığı şekli, martensit fazdayken dışarıdan uygulanan gerilim ile deformasyona maruz bırakıldıktan sonra östenit fazdaki sıcaklığa geri getirildiğinde tekrar kazanır. Mühendislik uygulamaları için tasarlanan sistemlerde veya kullanılan malzemelerde yüksek dayanıklılık, yüksek aşınma direnci, yüksek korozyon direnci ve absorbe etme gibi özellikler istenmektedir. Bu gibi özelliklerin sağlanması için martensitik dönüşüm yapabilen malzemeler gereklidir. Bu yüzden şekil hafıza özelliği bulunan materyaller uygun seçim olmaktadır.⁴⁰

Martensitik dönüşüm atomların beraber hareketiyle meydana gelir ve bu yüzden difüzyonsuz dönüşüm olarak tanımlanır. Martensitik dönüşümün başladığı sıcaklık M_s ve martensit bitiş sıcaklığı da M_f olarak isimlendirilir. Alaşıma uygulanan sıcaklık arttırıldığında oluşan martensit, östenit başlangıç sıcaklığı olan A_s sıcaklığında östenit faza dönüşmeye başlar. Östenit bitiş sıcaklığı olan A_f de dönüşüm tamamlanır ve tekrar östenit fazdaki alaşım elde edilir. Bütün materyaller ısıtma-soğutma sıcaklık değişimi yeteri kadar hızlı tutulduğunda difüzyonsuz dönüşüme uğrayabilirler.⁴¹ Alaşım martensit formundayken monoklinik olarak adlandırılan bir formdadır ve kolayca deforme olabilir. Östenitik Ni-Ti ise oldukça güçlü ve serttir.^{41, 42}

R-fazı ise, martensit-östenit dönüşüm sırasında ısıtmada ve östenit-martensit dönüşümündeki soğutma sırasında oluşabilen eşkenar dörtgen bir yapıya sahip bir ara fazdır.⁴²

Ni-Ti endodontik aletlerin, paslanmaz çelik aletlere kıyasla daha yüksek kırılma direnci ile daha esnek olduğu bildirilmiştir.³³ Bununla birlikte, döner NiTi aletlerinin kırılması, klinik kullanım sırasında istenmeyen bir durum olmaya devam etmektedir.⁴³ Ni-Ti aletlerinin tasarımındaki varyasyonların yanı sıra, üreticiler, kırılmaya karşı geliştirilmiş dirençli ve arttırılmış esnekliğe sahip aletler üretmek için Ni-Ti alaşımlarının mekanik özelliklerini iyileştirmiş; termal, mekanik ve yüzey işleme dahil olmak üzere çeşitli teknikleri uygulamaya koymuşlardır.⁹ Aynı zamanda alet performansının iyileştirilmesi için, apikal çap, koniklik, kesit tasarımı, heliks açısı ve uzunluğu gibi geometrik ve boyutsal özellikleri değiştirmeye odaklanmışlardır.⁴⁴⁻⁴⁶

2.1.2.2. Ni-Ti Aletlerin Endodontik Motorla Kullanımı

Başlangıçta Ni-Ti aletleri düşük hızlı dental mikro motorlarla kullanılmış ve bu durum klinik olarak fazla sayıda alet kırığı ile sonuçlanmıştır. Sonuç olarak, bu aletlerle kullanılmak üzere sabit hız ve sabit torklu özel endodontik motorlar üretilmiştir. Yüksek torklu motorları tercih eden önceki konseptleri, bazıları otomatik başlatma/durdurma, apikalden otomatik geri dönüş gibi çeşitli farklı özelliklere sahip olan düşük torklu motorların geliştirilmesi izlemiştir.¹⁶

Aletin kesme verimliliğini sağlamak ve apikalde sıkışmasını önlemek için yüksek torklu motorlar tercih edilmiştir. Bununla birlikte, bu motorlarda alet kırılma insidansı yüksek bulunmuştur. Her bir eğe için ayrı ayrı ayarlanmış tork değerlerine sahip düşük torklu veya kontrollü torklu motorların kullanılmasının mantığı, alete özgü tork limitini aşmayarak kırılma riskini azaltmaktır.⁴⁷

2.1.2.3. Ni-Ti Alaşıma Uygulanan Yüzey İşlemleri

Son yıllarda, metalin işlenmesi ve ege üretimi sırasındaki yüzey kusurlarını veya varyasyonları düzeltmek için alaşım değiştirilerek yeni Ni-Ti varyasyonları geliştirilmiştir. Ni-Ti aletlerinin yüzeyine uygulanan işlemlerle aletin döngüsel yorgunluğa karşı direncini ve kesme verimliliğini artırmak amaçlanmıştır.⁴⁸

Plazma Daldırma İyon İmplantasyonu

Plazma daldırma iyon implantasyonu yönteminde numune, bir bölmeye yerleştirilir ve plazma içine daldırılır; daha sonra numune negatif yüklü yüksek gerilim darbelerine maruz bırakılır. Elektrik alanı boyunca iyonlar (çoğunlukla azot iyonları), ivmelendirilerek numune yüzeyine yüklenirler. İşlem sonrası egein kesme verimliliğinin, aşınma direncinin ve döngüsel yorulma direncinin arttığı gözlemlenmiştir.^{48, 49}

Ni-Ti Oksit Formasyonu/Titanyum Oksit Kaplama

Titanyumun oksijene afinitesinin nikel göre daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, orta sıcaklıklarda artan süreyle oluşan oksit, esas olarak titanyum oksitten (TiO_2) oluşur. Aun ve ark.⁵⁰ TiO_2 tabakasının endodontik aletlerin mekanik davranışı üzerindeki etkisini ve ayrıca NaOCl çözeltisi içindeki korozyon direncini incelemiş, kesme verimliliği ve NaOCl çözeltisinde korozyona karşı dirençte artış gözlemlemişlerdir.^{48, 50}

Termal Nitrürleme

Nitrürleme yönteminde, Ni-Ti alaşımı üzerinde titanyum nitrür (TiN) oluşturulur. Modifiye edilmiş yüzey, ince bir dış TiN tabakası ve altında daha kalın bir Ti₂Ni tabakasından oluşur.⁵¹ Ni-Ti eğe yüzeyinde TiN tabakasının bulunması eğenin %5,25 NaOCl ile teması sırasında korozyon direncini önemli ölçüde artırır.⁴⁸

Kriyojenik Yöntem

Derin kuru kriyojenik yöntemler metallerin aşınma direncini, korozyon direncini, mikrosertliğini ve dayanıklılığını arttırmak için kullanılmıştır. İşlem sonrası alaşımın elementel kristal bileşiminde herhangi bir değişiklik olmaksızın aletin tüm kesitinin etkilendiği görülmüştür.⁵² Bu yöntem metalin sıvı azot (N) (-196 °C/-320 °F) içeren aşırı soğutulmuş bir banyo üzerinde süspanse edilmesini ve ardından metalin yavaşça oda sıcaklığına çıkarılmasını içerir.^{53, 54} Çalışmalar kriyojenik yöntemin alaşımın mikro sertlik, döngüsel yorgunluk ve kesme etkinliği üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir.^{52, 55, 56}

Elektro-Parlatma İşlemi

Elektro-parlatma, Ni-Ti aletlerinin imalatı sırasında son cila olarak kullanılan standart bir yüzey işleme işlemidir. Bu işlemde yüzey kimyası ve morfolojisi değiştirilirken yüzeydeki defektler çözünmüş metal iyonları ile kaplanır. Alaşımın yüzeyinden akım geçtikçe metalin yüzeyi oksitlenir ve elektrolit içinde çözünür. Bu süreçte, iyileştirilmiş yüzey özellikleri ile birlikte metalin korozyon direnci artırılır.⁵⁷ Anderson ve ark.⁵⁸ elektro-parlatma yapılmış aletlerin döngüsel yorulma testinde daha iyi

performans gösterdiğini bulmuşlardır. Ayrıca elektro-parlatma işleminin yüzey düzensizliklerinin sebep olduğu stres noktalarında azalma sağladığı gösterilmiştir.⁵⁸

2.1.2.4. Ni-Ti Aletlerine Uygulanan Isıl İşlemler

Ni-Ti alaşımının mekanik davranışı, mikroyapısal fazların oranları ve özellikleri ile belirlenir. Isıl işlem Ni-Ti endodontik eğelerin yorulma direncini etkilemeye yönelik en temel yaklaşımlardan biridir.⁴⁸

M-Wire

Klinik koşullar altında büyük ölçüde kararlı martensit fazı içeren Ni-Ti alaşımı üretmek amacıyla bir dizi tescilli termomekanik işleme prosedürü geliştirilmiştir. Ni-Ti alaşımının martensitik formu mükemmel bir yorulma direncine sahiptir.⁵⁹⁻⁶² 2007 yılında M-wire (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, ABD) olarak bilinen martensitik, premartensitik R-fazında olan ve psödoelastik yapıyı korurken östenit kısımlar da içeren bir tel üretilmiştir.^{63, 64} Üreticiler M-wire alaşımından üretilen eğelerin, geleneksel Ni-Ti alaşımlarına kıyasla daha esnek ve döngüsel yorgunluğa karşı artmış bir dirence sahip olduğunu iddia etmektedir. Bu alaşımla üretilmiş eğeler arasında Dentsply Sirona firmasının ProFile GT-X, ProFile Vortex, ProTaper Next, Path Files, WaveOne eğeleri ve Reciproc (VDW, Münih, Almanya) bulunur.⁶⁵

Kontrollü Bellek Özelliği (CM Wire)

CM Wire (DS Dental, Johnson City, Tennessee, ABD), 2010 yılında piyasaya sürülen esnek özelliklere sahip yeni bir Ni-Ti alaşımıdır. Esnekliği arttırmayı, şekil hafıza

özelliğini azaltmayı ve vücut sıcaklığında kararlı martenzit faz elde etmeyi amaçlayan tescilli bir termo-mekanik işlem ile üretilmiştir. Böylelikle eğeye kanala yerleştirmeden önce ön eğim verilebilmektedir. Mevcut CM Wire Ni-Ti eğe sistemleri arasında Hyflex CM (Coltene Whaledent, ABD), Typhoon CM (Clinician's Choice Dental Products, ABD) ve ProFile Vortex Blue (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, ABD) bulunur.

Çoğu geleneksel Ni-Ti eğeler için Af sıcaklığı oda sıcaklığında veya daha altındadır, oysa CM eğelerinin Af sıcaklığı vücut sıcaklığının üzerindedir. Sonuç olarak, geleneksel Ni-Ti eğeleri klinik kullanım sırasında östenit fazındayken, CM eğeleri östenite ek olarak martensit ve R fazı da içerir.^{66, 67}

Shen Y ve ark.⁶⁰ CM eğelerinin, geleneksel Ni-Ti telden yapılmış aletlere göre yorulma direncinin yaklaşık %300 ila %800 daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca CM-Wire alaşımdan yapılan Ni-Ti aletlerinin kare konfigürasyonu, üçgen konfigürasyondan önemli ölçüde daha uzun bir yorulma ömrü göstermiştir. Bu nedenle, yorulma ömrünün önemli bir belirleyicisi olduğu için aletin tasarımı da dikkate alınmalıdır.⁶⁰

R Faz Alaşımlar

Östenit fazında bulunan geleneksel Ni-Ti tellerin ısıtılması işlemi, onları östenit ve martensit arasında bir geçiş fazı olan ve R-fazı olarak adlandırılan eşkenar dörtgen bir kristal yapıya dönüştürür.⁶⁸ Bu dönüşüm sıcaklık ve stres kaynaklı olabilir. R-fazı iyi bir esneklik ve şekil hafızası özelliği gösterir. Young modülü tipik olarak östenit fazdaki alaşımdan daha düşüktür. Böylece, R fazlı telden yapılmış bir alet daha esnek olacaktır.⁶⁹

R-fazındaki tel bükülebilir. Büküm, alaşımların yapısını optimize ederken aşındırma işlemi alaşımların yapısını moleküler düzeyde zayıflatır ve yüzeyinde mikro kırıklar

oluşmasına sebep olur. Bu durumun eğenin kırılmasına yol açabileceği iddia edilmektedir.⁷⁰ Twisted File ve K3XF eğeleri (SybronEndo Orange, CA, ABD) R-faz alaşımından üretilen eğelerdir.⁷¹

R-faz alaşımlar geleneksel Ni-Ti alaşımlara göre daha esnek; döngüsel yorulma direnci ve burulma direnci açısından da daha iyidir. Ancak M-Wire alaşım burulma direnci açısından daha üstün özelliklere sahiptir.⁷²

Gold ve Blue Isıl İşlemler

2011 yılında, Dentsply Tulsa Dental (Tulsa, OK, ABD), belirgin bir mavi renge sahip ilk endodontik alet olan ProFile Vortex Blue'yu piyasaya sürmüştür.⁷³ Vortex Blue eğelerinin yüzeyindeki belirgin mavi renkten titanyum oksit tabakasının sorumlu olduğu bilinmektedir.⁷⁴ Vortex Blue için Af sıcaklığının vücut sıcaklığı 38.5 °C civarında olduğu, Ms sıcaklığının ise yaklaşık 31 °C olduğu bulunmuştur.⁷⁵ Blue ısıl işlem görmüş eğelerin kontrollü bellek davranışı göz önüne alındığında, daha düşük dönüşüm sıcaklıklarına rağmen bu aletlerin M-Wire alaşımından üretilenlere göre daha kararlı martensit formda olduğu ve bunun da daha yumuşak ve daha esnek bir Ni-Ti alaşımıyla sonuçlandığı söylenebilir.⁹

Gold ısıl işlem görmüş eğelerden olan ProTaper Gold'un Af sıcaklığı yaklaşık 50 °C dir. Bu da bu aletlerin klinik koşullar altında esas olarak martensit veya R fazında olduğunu gösterir.⁷⁶

Tüm Gold ve Blue ısıl işlem görmüş eğeler, geleneksel Ni-Ti ve M-Wire aletlerine kıyasla gelişmiş esneklik ve yorulma direnci göstermiş aynı zamanda da merkezde kalan bir kök kanal genişletmesine olanak tanımıştır.⁹

Max-Wire Alaşımlar

FKG Dentaire (La Chaux-de-Fonds, İsviçre) firması tarafından piyasaya sürülmüş olan Max Wire Ni-Ti alaşımı klinik uygulamada hem şekil hafızası hem de süper elastisite özelliği gösterir.⁹ Şu anda, Max-Wire alaşımdan yapılmış iki döner eğe sistemi mevcuttur; XP-endo Shaper ve XP-endo Finisher (FKG Dentaire La Chaux-de-Fonds, İsviçre). Bu eğeler oda sıcaklığında martensitik fazda ve nispeten düz iken, kanal içinde (37 °C) östenit faza dönüşür.⁷⁷ Bu nedenle, bu aletler kök kanalına yerleştirildiğinde şekil hafıza özelliği gösterir ve kök kanal preperasyonu sırasında süper elastikiyete sahiptir. Ayrıca bu eğelerin eğimli ve karmaşık kök kanal morfolojisine sahip kanallarda düzensizliklere uyum sağlama potansiyeline sahip olduğu da iddia edilmektedir.⁹

T-Wire/C-Wire Ni-Ti Alaşımlar

T-Wire ısıl işlemle üretilen eğelerin esnekliğinin ve kırılma direncinin %40 oranında arttığı ve eğelerin kullanımdan sonra orijinal şekline dönebildiği iddia edilmektedir. 2Shape (Micro-Mega, Besancon, Fransa) eğeleri bu alaşımdan üretilmiştir.⁷⁸

C-Wire alaşım OneCurve (Micro-Mega, Besancon, Fransa) eğeleri için üretilmiş olan bir ısıl işlemdir.⁷⁷ Eğeye ısıl işlem öncesinde elektro-parlatma işlemi uygulanır.⁷⁹ Uygulanan ısıl işlem sonrasında eğeler kontrollü bellek özelliği kazanmaktadır.⁷⁷

2.1.2.5. Güncel Ni-Ti Döner Eğe Sistemleri

Ni-Ti döner aletleri, paslanmaz çelik el eğelerinden daha az işlemsel hata ve daha öngörülebilir kök kanal temizleme ve şekillendirme işlemi yapabildikleri için popüler hale gelmiştir.⁸⁰ Ancak Ni-Ti aletlerde öngörülemez kırıklar sorun yaratmaktadır. Ni-Ti

kanal aletlerinde iki kırık modu tanımlanmıştır; fleksural kırık ve torsiyonel kırık. Fleksural kırık eğenin eğri bir kanal içinde yaşadığı döngüsel yorgunluk nedeniyle oluşur.⁵⁵ Torsiyonel yorgunluk kaynaklı kırılma, eğenin apikal kısmı kanal içerisinde sıkışmışken gövdenin dönmeye devam etmesi sonucu meydana gelir. Geri döndürülemez plastik deformasyon sonucunda da alet kırılır.^{55, 81}

Ni-Ti alaşımlarının mekanik özelliklerinin, alaşımda meydana gelen stres kaynaklı faz dönüşümünden güçlü bir şekilde etkilendiğinin ve termomekanik işlemlerin getirdiği mikroyapısal değişikliklerin bu faz dönüşümünü kontrol edebileceğinin anlaşılmasıyla geliştirilmiş mekanik özellikte endodontik alet tasarımı gündeme gelmiştir.⁴⁸

TruNatomy

TRN eğeleri de (Dentsply Sirona) özel bir tasarımla ısıtılma işlemi prosedürü uygulanarak üretilen güncel Ni-Ti eğelerindendir. TRN şekillendirme eğesinin, küçük (boyut 20/.04 konik), prime (boyut 26/.04 konik) ve orta (boyut 36/.03 konik) olmak üzere üç farklı boyutu mevcuttur. Eğenin üretiminde kullanılan tel yarıçapı, piyasadaki diğer eğelerden farklı olarak 1,2 mm yerine 0.8 mm'dir. TRN eğeleri merkezden uzak paralelkenar kesit tasarımıdadır.¹⁰ Eğenin ısıtılma işlemi görmüş olmasının esnekliği ve yorulma direncini arttırdığı öne sürülmektedir. Bununla birlikte geometrik dizaynı, sap kısmına doğru azalan koniklik derecesi ve ince tasarımının yapısal dentin ve diş bütünlüğünü koruduğu ileri sürülmüştür.^{10, 11}

Geleneksel Ni-Ti veya M-Wire alaşımdan yapılan eğeler ile kıyaslandığında TRN kanal eğesi daha az şekil hafızası özelliği gösterir. Bu durum eğimli bir kanalda şekillendirme sonrası eğenin hafif kavisli görünmesiyle sonuçlanır. Eğenin azalmış şekil hafıza özelliği kanala düz bir girişin sağlanamadığı durumlarda eğeye hafifçe bir ön eğim verilebilmesini mümkün kılar.¹⁰

TRN eğelerinin 500 rpm hız ve 1.5 N/cm tork ayarı ile rotasyonel harekette kullanımı önerilir.¹⁰

HyFlex EDM

Yakın zamanda piyasaya sürülmüş olan HEDM (Coltene/Whaledent Altstatten, İsviçre) eğelerine, yüksek frekanslı elektrik deşarjları ile teli kısmen eriten ve buharlaştıran temassız termal erozyon işlemi uygulanır.^{14, 82} EDM teknolojisi ile üretilen bu eğe taramalı elektron mikroskopunda incelendiğinde yüzeyinin ‘krater benzeri’ bir görünüm sergilediği gösterilmiştir.⁸³

Yapılan bir çalışma eğenin döngüsel yorulma direncinin %700 oranında artmış olduğunu göstermektedir.⁸³

HEDM eğeleri 25/0.08, 40/0.04, 50/0.03 ve 60/0.02 boyutlarında üretilmiştir. HEDM (25/0.08) eğesi apikal 4 mm’lik kısımda sabit %8 koniklik gösterirken, koronal kısma doğru konikliğin %4 e kadar düştüğü belirtilmektedir.⁸⁴ Eğe tüm çalışma boyunca üç farklı yatay kesite sahiptir. Apikal kısımda kare, orta kısımda yamuk ve koronal kısımda ise neredeyse üçgene yakın bir kesit gösteren eğenin apikal kısımda kare oluşunun kanal içinde ilerlemeyi kolaylaştırdığı ve kırılmayı önlediği, orta kısımdaki yamuk yatay kesit şeklinin daha fazla debris temizliği sağladığı ve koronal kısımda üçgen yatay kesit özelliğinde oluşunun da kesme verimliliğini artırdığı öne sürülmektedir.^{15, 85}

Tüm HyFlex EDM Ni-Ti eğeleri 400 rpm ve 2.5 Ncm’ye kadar bir torkla rotasyonel hareket ile kullanılabilir.⁸⁶

WaveOne Gold

WOG eğe sistemi (Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre), WaveOne eğesi ile aynı hareket kinematiğini (resiprokasyonel) kullanır (350 rpm, 170° saat yönünün tersine ve 50° saat yönünde),⁸⁷ ancak eğeye uygulanan ‘gold’ ısıtma işleminin eğenin esnekliğini, döngüsel yorgunluk direncini ve kesme verimliliğini artırdığı ileri sürülmüştür.^{88, 89} Isıtma işlemi ağırlıklı olarak martensitik fazda uygulanır ve eğelere kontrollü bir hafıza etkisi kazandırmaktan sorumludur.^{90, 91}

WOG eğeleri 20/.07 (small), 25/.07 (primary), 35/.06 (medium) ve 45/.05 (large) boyutlarındadır. Eğeler paralelkenar çapraz kesite ve yuvarlak bir uca sahiptir.⁹¹ Üreticiye göre, bu yeni tasarım vidalama etkisini en aza indirir ve torku azaltır.⁹²

Reciproc Blue

Reciproc Blue (VDW, Munich, Almanya) resiprokasyonel hareket kinematiği ile (saat yönünün tersi yönde 150° ve saat yönünde 30°) çalışan kanal eğesi S şeklinde çapraz kesite, 2 kesme bıçağına ve kesici olmayan bir uç tasarımına sahiptir. Eğenin döngüsel yorulma direncinin artırılması amacıyla tescilli ısıtma işlemi uygulanmıştır. Bu ısıtma işlemi eğeye mavi rengini verirken Reciproc eğesine göre 2 kat fazla döngüsel yorulma direnci sağlar.⁹³

Reciproc Blue eğesi R25 (25/.08), R40 (40/.06) ve R50 (50/.05) olmak üzere 3 farklı ebattadır. Her 3 boyuttaki eğe de apikal 3 mm den başlayan bir regresif konisite gösterir.⁹⁴

OneCurve

One Curve (Micro-Mega, Besancon, Fransa) eğe sistemi C-Wire teknolojisi ile ısıtıl işlem görerek üretilmiş ve devamlı rotasyonel hareketle çalışan bir tek eğe sistemidir. Yüksek esneklik ve kırılma direncine sahiptir. C-Wire teknolojisi eğeye ön eğim verilerek kullanılma imkanı sunar.⁹⁵ Eğenin uç çapı 0,25 mm'dir. Eğe kesici kenar boyunca %6 koniklik deresine sahiptir. Eğenin karakteristik bir özelliği ise asimetrik yatay kesite sahip olmasıdır. Eğe uç kısmında 3 adet kesici kenara ve üçgen kesite sahipken, sap kısmına doğru kesici kenar sayısı 2'ye düşer ve sap kısmında da modifiye S kesitli iki kesici kenara sahiptir.⁹³

Eğenin 300-450 rpm hız ve maksimum 2.5 N/cm tork ile kullanılması önerilir.⁹⁶

2Shape

2Shape (MicroMega, Besancon, Fransa) eğe sistemi TS1 (25/.04) ve TS2 (25/.06) olmak üzere iki eğeden oluşmaktadır. Eğe üretiminde kullanılan T-Wire teknolojinin, döngüsel yorulma direncini arttırdığı iddia edilmektedir. 2Shape eğelerinde 2 ana kesme kenarı ve debrisin daha iyi çıkarılması için bir ikincil kenara sahip üçlü helikal yapıda enine kesit bulunmaktadır. Eğeler 300 rpm hız ve 2.5 N/cm tork değerlerinde rotasyonel hareket ile kullanılır.⁹⁷

2.2. Kök Kanal Şekillendirmesi Sırasında Yapılan İşlemsel Hatalar

2.2.1. Apikal Transportasyon

Kanalın fizyolojik apeksinin iyatrojenik sebeplerle kökün dış yüzeyinde başka bir noktaya taşınması apikal transportasyon olarak tanımlanır.¹ Apikal transportasyon, eğimli kökün eğrilik açısının azalmasına, kanalın uzun ekseninin yer değiştirmesine ve sonuç olarak da eğimli kanalların düzleşmesine neden olur. Kök kanal aletleri kanal içinde orijinal şekillerine dönme eğilimindedir. Bu yüzden eğri kök kanalının apikal üçte birlik kısmında dış kurvatüre, orta üçte birlik kısımda ise iç kurvatürüne baskı yaparlar. Bu durum da, aşırı preperasyon eğri kanalların apikal üçte birlik kısmındaki dışbükeyliğe ve daha çok orta üçte birlik kısımdaki içbükeyliğe doğru meydana gelir.^{98, 99} Elbow olarak adlandırılan bu burum apikal transportasyon meydana geldiğinde oluşur. Apikal transportasyon şu durumlarda oluşur;

- Uygun olmayan ya da yetersiz açılmış giriş kavitesi,
- Uygulayıcıya bağlı faktörler,
- Eğrilik yarıçapının küçük ve derecesinin büyük olması,
- Yanlış ya da az yapılan irrigasyon,
- Kullanılan eğelerin rijiditesi,
- Uygulanan kök kanal preperasyon tekniği,
- Preperasyonda kullanılan eğenin yapılmış olduğu alaşımın türü,
- Kullanılan eğenin çapraz kesiti ve uç tasarımının aktif oluşu,
- Radyografte kök kanal eğiminin değerlendirilmesi sırasında yapılan hatalardır.¹⁰⁰

Apikal transportasyon sonucunda eğimli kanalların düzleşmesi nedeniyle apikal direnç ve sızdırmazlık kaybolur. Bu da NaOCl ve EDTA gibi irrigasyon solüsyonlarının,

debris ve mikroorganizmaların, kanal dolgu materyallerinin kök dışına taşmasına sebep olabilir.¹⁶ Apikal transportasyonun önlenmesi ile kanalın orijinal anatomisi korunur ve daha az debris ekstrüzyonu ile kök kanalının sızdırmaz şekilde doldurulması sağlanmış olur.¹⁰¹ Ayrıca apikalde elbow olarak adlandırılan görüntü ve kum saati görüntüsü de apikal tranportasyon sonucu oluşabilen istenmeyen durumlardandır.^{16, 102}

2.2.2. Perforasyon

Kök kanalı ile periodontal dokular arasında bağlantı oluşumuna neden olan açıklık olarak tanımlanan perforasyonlar, iyatrojenik sebeplerle olabileceği gibi rezorpsiyon ya da çürük sebebiyle de meydana gelebilir. Endodontik aletlerin yanlış ya da uygunsuz kullanımı iyatrojenik perforasyonlara yol açabilir. Kök yüzeyindeki internal veya eksternal rezorpsiyona zamanında müdahale edilmediğinde de perforasyon ile sonuçlanabilir.¹⁰³

Perforasyon olan bir dişin prognozu, perforasyonun olduğu bölgeye, perforasyonun tamir edilebilme durumuna, perforasyonun kontaminasyona açık olduğu zamana ve ana kanalın ulaşılabilirliğine bağlıdır.¹⁰³

2.2.3. Strip Perforasyon

Strip perforasyon kök kanal genişletmesi sırasında eğimli kök kanalının iç duvarının fazla genişletilmesi nedeniyle meydana gelen dikey yönlü bir perforasyondur.¹⁰⁴ Strip perforasyon sonucunda eğimli kök kanalı inceler ve sonunda da periodontal dokularla temasa geçer. Bu durum kanal dolgu malzemelerinin irrigasyon solüsyonunun ve debrisin ekstrüzyonuyla sonuçlanır. Lezyon ya da kemik kaybı bu durumun kaçınılmaz sonuçlarındandır. Bazı durumlarda strip perforasyon kök

rezorpsiyonu nedeniyle incelmış kanal duvarında da görülebilir.^{98, 105} Strip perforasyonun meydana geldiği alanın ulaşım zorluğu sebebiyle geleneksel cerrahi yaklaşımlarla tedavisi zordur. Aynı zamanda kanalın koronal üçte ikisindeki radiküler dentin kaybıyla ilişkili olarak kökte kırıklara ve sonucunda da dişin çekilmesine sebep olabilir.¹⁰⁶

2.2.4. Alet Kırılması

Kök kanal aletlerinin kırılması, genellikle aletlerin uygunsuz, aşırı kullanımı ya da kullanım sırasında aşırı kuvvet uygulanması sonucu meydana gelir.¹⁰⁷ Kanalda kırılan alet kök kanalının uygun şekilde temizlenmesine, şekillendirilmesine ve doldurulmasına engel olur. Kırık alet bazı yöntemlerle çıkarılabiliyor olsa da konservatif yöntemler birçok durumda başarısız olur. Ayrıca kırılan parçanın çıkarılmaya çalışılması perforasyon, basamak, kanal duvarının incilmesi gibi prosedüral hatalara yol açabilir.¹⁰⁸

2.2.5. Basamak Oluşumu

Eğri kök kanalının dış kurvatüründe yapay olarak oluşturulan ve kanal aletlerinin çalışma uzunluğuna gitmesine engel olan basamak oluşumu kanalın esnek olmayan eğelerle aşırı genişletilmeye çalışılması, doğru kanal uzunluğunda çalışılmamasının bir sonucu olarak meydana gelir.¹⁰⁹ Kanalda basamak varlığında ideal çalışma uzunluğuna ulaşan bir kök kanal preperasyonu yapılamaz. Bu durum da kök kanalının yetersiz dezenfeksiyonuna ve uygun olmayan şekilde doldurulmasıyla sonuçlanır.¹⁰⁵ Basamak oluşumun önüne geçilebilmesi için işlem öncesi radyografi alınmalı, bol irrigasyon yapılmalı ve genişletme sırasında eğeler sırayla kullanılmalıdır.¹¹⁰

2.3. Kök Kanal Şekillendirme Yeteneğinin Değerlendirilmesi

Apikal transportasyon yapma miktarı ve merkezde kalma yeteneği, kök kanal şekillendirme yeteneği değerlendirilirken kullanılan parametrelerdendir.¹⁶ Apikal transportasyonun yönü ve genişliği enstrumante edilmemiş kanalın kenarından dışın kenarına kadar olan en kısa mesafenin hem mesial hem de distal yönlerde ölçülmesi ve ardından aynı ölçümlerin enstrumantasyondan sonra da yapıp değerlerin karşılaştırılmasıyla belirlenir.¹⁷

Apikal transportasyon değerlendirilirken kullanılan formül şu şekildedir:

$$AT = (M_1 - M_2) - (D_1 - D_2)$$

M₁ şekillendirmeden önceki mezial yönde kanal ile kökün dış yüzeyi arasındaki en kısa mesafeyi, M₂ şekillendirme sonrası mezial yönde kanal ile kökün dış yüzeyi arasındaki en kısa mesafeyi temsil eder. Aynı şekilde D₁ şekillendirme işlemi öncesi distal yönde kanal ile kök dış yüzeyi arasındaki en kısa mesafeyi ve D₂ de şekillendirme işlemi sonrası kanal ile kök dış yüzeyi arasındaki en kısa mesafeyi temsil eder. Formül sonucunun '0' çıkması kanalda apikal transportasyon gözlenmediğini gösterirken, pozitif sonuç mezial yönde ve negatif sonuç distal yönde apikal transportasyon varlığına işaret eder.¹⁷

Kanal şekillendirme yeteneği değerlendirilirken kullanılan bir diğer parametre olan merkezde kalma oranı ise şu formülle hesaplanır:

$$MY = (M_1 - M_2) / (D_1 - D_2)$$

Eğer (M₁ - M₂) ve (D₁ - D₂) sayıları eşit değilse, daha küçük olan pay olarak belirlenir. Sonucun '1' çıkması ideal merkezde kalma oranını gösterir.¹⁷

Literatürde şekillendirme yeteneğinin değerlendirildiği birçok çalışma olmasına rağmen, farklı kanal aletlerinin şekillendirme yeteneğinin tekrarlanabilir bir şekilde karşılaştırılabilmesi için uygulanan standart bir protokol yoktur. Bu çalışmalardan

bazıları çekilmiş insan dişleriyle yapılırken bazılarıysa rezin bloklarda simüle edilmiş kök kanallarında yapılmaktadır.¹¹¹ Bazı araştırmacılar çalışmaların, doğal dentin yapısında olduğu için çekilmiş insan dişlerinde yapılması gerektiğini savunurken,⁹⁸ bazılarıysa yüksek standardizasyondan dolayı simüle edilmiş yapay kök kanallarının kullanılması gerektiğini savunur.^{98, 112} Yapay kök kanallarının bir diğer avantajı da C şekilli veya J şekilli kanallar gibi çeşitli zorlu kök kanal konfigürasyonlarına sahip diş örneklerini standartlaştırılmış koşullar altında üretme imkanı sunmasıdır.^{111, 113} Çekilmiş insan dişlerinin kullanılmasının en büyük avantajı klinik koşulların sağlanabiliyor olmasıyken, üç boyutlu kanal morfolojisindeki kök kanal uzunluğu ve genişliği, dentin sertliği, pulpa taşları, apikal daralmanın boyutu ve konumu ve özellikle de kanalın açısı, yarıçapı, uzunluğu ve konumu gibi çeşitli varyasyonlar standardizasyonu zorlaştırmaktadır.¹⁶

Kanal eğelerinin şekillendirme yeteneklerini değerlendirmede güncel yöntemler yüksek çözünürlüklü olmalarından dolayı bilgisayarlı tomografi ve mikro bilgisayarlı tomografiyi işaret etse de seri kesit tekniği ve radyografik teknik de kullanılan yöntemler arasındadır.^{16, 114, 115}

2.3.1. Seri Kesit Tekniği

Seri kesit tekniği kök kanal şekillendirme yeteneğinin değerlendirilmesinde faydalanılan tekniklerden biridir.¹¹⁶ Şekillendirme işlemi öncesi belirlenen seviyelerden alınan kesitler fotoğraflanır, aynı işlem şekillendirme işleminden sonra da tekrarlanır ve fotoğraflar bir bilgisayar yazılımı kullanılarak kıyaslanır.¹¹⁷

İnvaziv bir yöntem olan bu teknikte kesit alma işlemi sırasında dişte geri dönüşümsüz hasar olduğu bildirilmiştir.¹¹⁸ Alınan kesitlerde boyama teknikleri de kullanılarak büyütme altında çalışılabilmesine rağmen, tekrarlanabilir ölçümlerin yapılamaması bu yöntemin bir dezavantajıdır.¹¹⁶

2.3.2. Radyografik Yöntem

Çift dijital standardize edilmiş radyografik görüntüleme yönteminde şekillendirme işlemi öncesi ve sonrasında mezio-distal ve bukkalo-lingual yönlerden radyografiler alınır ve bu radyografiler bilgisayar programları aracılığı ile incelenir.^{116, 119} Bunun için AutoCAD (Autodesk, San Rafael, Kanada) gibi dijital bir program kullanılarak alınan radyografilerin karşılaştırılması sağlanabilir.¹¹⁹ İnvaziv olmayan bu teknik yalnızca 2 boyutlu değişikliklerin incelenmesine olanak tanır.¹¹⁴

2.3.3. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Endodontide dişlerin geleneksel bilgisayarlı tomografi (BT) ile üç boyutlu olarak görüntülenebilmesine ilişkin ilk araştırmalar Tachibana ve Matsumoto isimli araştırmacılar tarafından yapılmıştır.¹²⁰ Geleneksel BT yüksek radyasyon dozu ve maliyeti sebebiyle endodontide sınırlı bir kullanım alanı bulmuştur.¹²⁰

Endodontide üç boyutlu görüntüleme sağlanması için ilk kez 1996 yılında konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) tanıtılmış ve düşük dozda yeterli çözünürlük sağlanması sebebiyle endodontik tanı ve tedavide kullanılması önerilmiştir.^{121, 122} İnvaziv olmayan bu yöntemle kök kanal anatomisi, kök kırıkları, perforasyonlar değerlendirilebildiği gibi şekillendirme öncesi ve sonrasında alınan görüntüler ile şekillendirme yeteneği de değerlendirilebilmektedir.¹²³⁻¹²⁶

KIBT’de görüntü kalitesi, voksel boyutu ve ışınlama dozuna bağlıdır.^{127, 128} Düşük voksel boyutunun anatomik yapılardaki detayı göstermede daha hassas olduğu belirtilmiştir.^{129, 130}

2.3.4. Mikro Bilgisayarlı Tomografi

1980'lerin ilk yıllarında geliştirilmiş olan mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT) sistemleri 5-50 μm aralığında voksel üretir ve KIBT ye göre çok daha iyi uzaysal çözünürlüğe sahiptir.¹⁸ Mikro-BT cihazında görüntü, örneğin sabit bir x-ışını kaynağı ve x-ışını görüntüleme dizisi içeren bir sistem içerisinde dikey eksen etrafında döndürülerek taranmasıyla elde edilir. Görüntüleme yöntemi non-invazivdir. Bu durum örneklerin birçok kez incelenebilmesine ve tarama sonrası biyolojik, mekanik testler yapılabilmesine olanak verir.¹⁹

Mikro-BT cihazında görüntüleme yapılırken x-ışını kaynağı sabitken numune kendi eksen etrafında döndürülür. Bu durum oluşabilecek vibrasyonu azaltırken çözünürlüğü artırır. KIBT'de ise dedektör ve ışın kaynağı örneğin etrafında döner ve bu durum mekanik vibrasyon oluşmasına neden olur. Mikro-BT ile BT arasındaki bir diğer fark ise BT'de 1 mm olan x-ışını kaynağı boyutu, mikro-BT de 5-10 μm 'dir. Böylelikle çok küçük ayrıntıların bile net görünebilmesine olanak sağlanır.¹⁹

Mikro-BT diş hekimliğinde kök kanal morfolojisinin incelenmesi, mine kalınlığının ölçülmesi, dental materyallerin incelenmesi, dişlerin mineral yoğunluğu, implant ve kök çevresi kemiğinin değerlendirilmesi gibi birçok in-vitro çalışmada kullanılabilir. Aynı zamanda kök kanal aletlerinin etkinliklerini mikro-BT yöntemi ile kıyaslayan çalışmalar da vardır. Bu yöntem ile kök kanal yüzey ve hacmi, kanal genişliği, apikal transportasyon, kanal merkezleme oranı ve şekillendirme öncesi ve sonrası oluşmuş değişiklikleri değerlendirmek mümkündür.^{18, 20} Bununla birlikte numunelerin mikro-BT ile taranması ve üç boyutlu modellerinin oluşturulabilmesi için uzun bir süreye ihtiyaç duyulur ve yüksek maliyetlidir. Bu sebeple kullanımı sınırlıdır.¹³¹

Bu çalışmada literatür bilgimiz dahilinde daha önce karşılaştırılmamış olan TRN, WOG ve HEDM ısıtma işlem görmüş tek ege sistemlerinin şekillendirme yeteneği açısından

değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 45 adet çekilmiş insan mandibular molar dişi kullanılarak Mikro-BT ile değerlendirilmiştir.



3. MATERYAL METOT

Bu çalışmanın planlanması Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda yapılmıştır. Kullanılan çekilmiş dişlerin Mikro-BT görüntülemeleri Hacettepe Üniversitesi İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizleri Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü Biyometri ve Genetik Anabilim Dalı'nda yapılmıştır.

Çalışmanın etik açıdan uygunluğu planlama sonrası Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'na başvurularak 16/06/2020 tarih ve Karar No: 30 ile onaylanmıştır. Çalışma planlanan süre içerisinde bitirilmiştir.

3.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Çalışmada her bir gruptaki örnek sayısı 15 olacak şekilde 45 adet çekilmiş insan mandibular molar dişleri kullanıldı.

3.1.1. Dişlerin Çalışmaya Dahil Edilme ve Dahil Edilmeme Kriterleri

Örneklerden dijital periapikal radyografi alınmış ve kanal eğimi Schneider'e¹³² göre 25°-35° olan dişler bu çalışmaya dahil edilmiştir.

Dişlerin Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

1. Kök kanalında kalsifikasyon olmaması,

2. Kanal eğiminin 25°-35° arasında olması,
3. Diş daha önceden kök kanal tedavisi yapılmamış olması,
4. Kökte kırık, rezorpsiyon olmaması,
5. Kök gelişimini tamamlamış olması,
6. Kök boyunun uygun olması,
7. Apikal açıklığın sağlanabiliyor olması,

Dişlerin Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri:

1. Kök kanalında kalsifikasyon varlığı,
2. Kök kanal eğiminin 25°-35° arasında olmaması,
3. Diş daha önceden kök kanal tedavisi yapılmış olması,
4. Kökte kırık ya da rezorpsiyon olması,
5. Kök gelişimini tamamlamamış olması,
6. Kök boyunun uygun olmaması,
7. Apikal açıklığın sağlanamaması durumunda çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.2. Örneklerin Hazırlanması

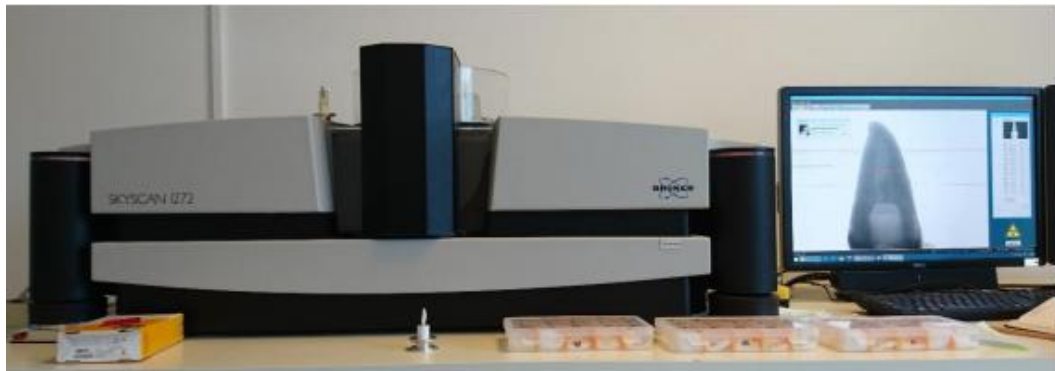
Çalışmaya dahil edilen dişler rastgele olacak şekilde 3 gruba ayrılmıştır. (n=15) (Şekil 3. 1) Seçilen dişlerdeki yumuşak doku eklentileri periodontal küretler aracılığıyla uzaklaştırılmış ve dezenfeksiyonu için %0.1 lik timol solüsyonu kullanılmıştır. Daha sonra oda sıcaklığında distile su içerisine bırakılmıştır. Dişlerin boyu 18 mm olacak şekilde kuron kısmından aşındırılmıştır. Giriş kavitesi açıldıktan sonra mezio-bukkal kanalın apikal açıklığı #10 numaralı K tipi (VDW, Münih, Almanya) el eğesi ile kontrol edilmiştir.



Şekil 3.1. Örneklerin gruplandırılması

3.3. Kök Kanal Şekillendirmesi Öncesi Mikro-BT Görüntülemesi

Örnekler şekillendirme öncesi görüntülenmek üzere Hacettepe Üniversitesi İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezinde Mikro-BT cihazıyla (Bruker Skyscan 1272, Billerica, Massachusetts, ABD) taranmıştır. (Şekil 3. 2)

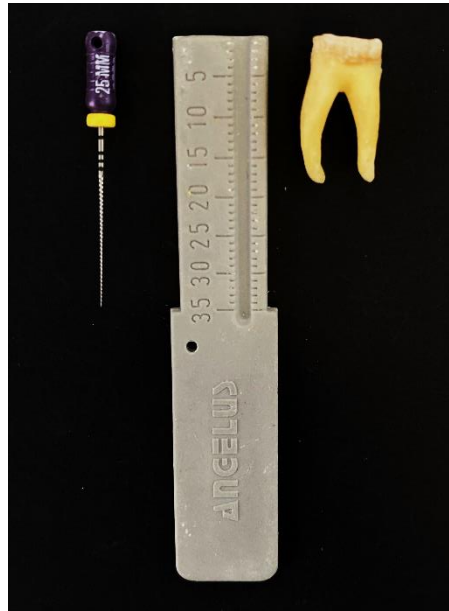


Şekil 3.2. SkyScan 1272 Mikro-BT cihazı

X ışını tüpü 99kV ve 111 μ A ile çalıştırılmıştır. Taramalar vertikal ekseninde 180° dönüşle yapılmıştır. Dönüş adımları 0.6 derecedir. Taranan görüntülerin piksel büyüklüğü 7.4 μ m'dir. Taramalar 1 mm kalınlığında alüminyum filtre kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir örneğin tarama süresi yaklaşık olarak 60dk sürmüştür. Her kökten 749 kesit alınmıştır. Elde edilen görüntüler NRecon (v.1.7.4.2, Bruker Corporation, Billerica, ABD) yazılımı kullanılarak yeniden yapılandırılmıştır.

3.4. Çalışma Uzunluğunun Belirlenmesi

Kök kanalı şekillendirme işlemi tek bir operatör tarafından yapılmıştır. Her bir örneğin mezio-bukkal kanalına #10 numaralı K tipi (VDW, Münih, Almanya) eğe yerleştirilmiş ve apikal foramenden görününceye dek ilerletilmiştir. Çalışma uzunluğu ölçülen boya göre 1 mm daha kısa olacak şekilde belirlenmiştir. (Şekil 3.3)



Şekil 3.3. Örneklerin hazırlanması

3.5. Kök Kanallarının  ekillendirilmesi

Kök kanal şekillendirme işlemi X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues,  svi re) endodontik motoruyla yapılmıştır. Kök kanallarının şekillendirilmesinde aşağıda belirtilen 3 farklı Ni-Ti tek eğe sistemi kullanılmıştır.

Grup 1: 15 adet  rnek TRN (26/04 Densply Sirona, Maillefer, Ballaigues,  svi re) eğesi ile, ( kil 3. 4)



 kil 3.4. TruNatomy eğesi

Grup 2: 15 adet  rnek WOG (25/07 Densply Sirona, Maillefer, Ballaigues Switzerland), eğesi ile, ( kil 3. 5)



Şekil 3.5. WaveOne Gold egesi

Grup 3: 15 adet örnek HEDM (25 /~, Coltene/Whaledent, Altstatten, İsviçre) egesi ile genişletilmiştir. (Şekil 3. 6)



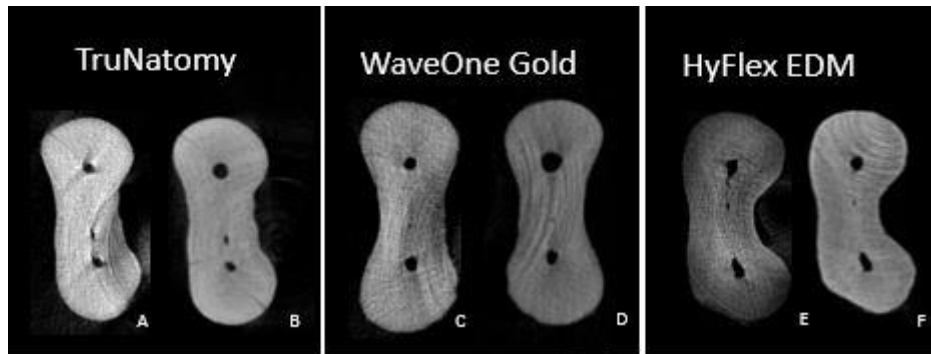
Şekil 3.6. HyFlex EDM egesi

Şekillendirme sırasında TRN (Densply Sirona, Maillefer,Ballaigues Switzerland), egesi 500 rpm hız ve 1.5 N/cm² tork ayarında rotasyonel harekette, HEDM (Coltène/Whaledent, Altstatten, İsviçre) egesi 400 devir/dk ve 2.5 Ncm'ye kadar bir

torkla rotasyonel harekette ve WOG (Densply Sirona, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) eğesi kendi programında resiprokasyonel harekette kullanılmıştır. Her bir eğe 3 kök kanalını genişletmek için kullanılmıştır. Genişletme sırasında HEDM grubunda bir örnekte kırık meydana gelmiş, bir örnekte de alet kırığı meydana gelmiş ve toplamda 2 örnek çalışma dışı bırakılmıştır. Kök kanallarının genişletilmesi sırasında kök kanalları 27-G klasik şırınga iğnesi kullanılarak %5,25'lik NaOCl (Promida, Eskişehir, Türkiye) ile irrig  edilmiş ve eğeleme sırasında eğe üzerindeki debrisler nemli bir gazlı bez yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Kök kanal genişletmesi sonrası kök kanalları son irrigasyon prosedürü %5,25'lik 5 ml NaOCl, %17'lik 2,5 ml EDTA (Imicryl, Konya, Türkiye) ve 2,5 ml distile su ile irrig  edilmiştir.

3.6. Kök Kanal şekillendirmesi Sonrası Mikro-BT Görüntülemesi

Kök kanal şekillendirmesi sonrası  rnekler, Hacettepe Üniversitesi İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezinde ikinci kez taranarak görüntüleri elde edilmiştir. (şekil 3. 7) Enstrümantasyon  ncesi ve sonrası elde edilen görüntüler DataViewer yazılımı (v.1.5.4.0; Bruker Corporation, Billerica, ABD) kullanılarak üst üste çakıştırılmıştır.



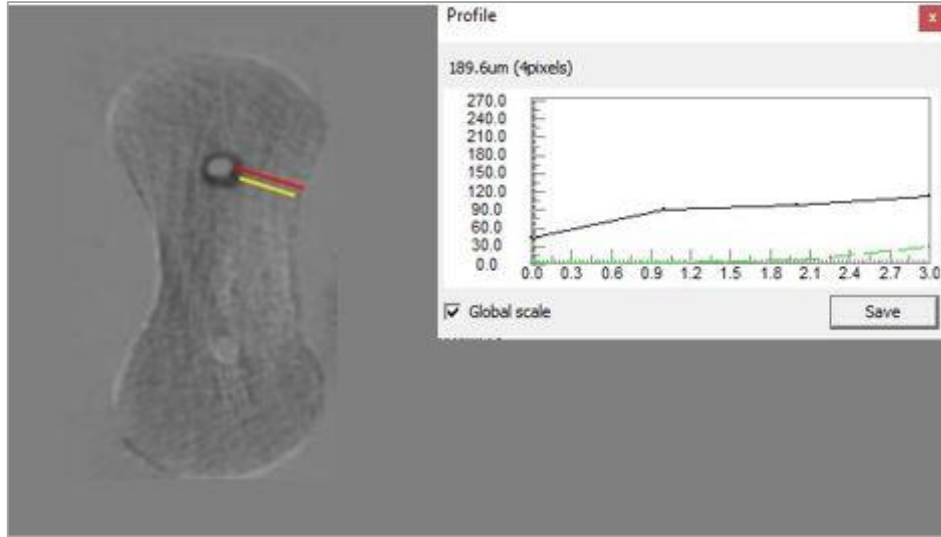
şekil 3.7. şekillendirme  ncesi (A, C, E) ve şekillendirme sonrası (B, D, F) Mikro-CT kesit  rnekleri

3.7. Apikal Transportasyon Yapma Miktarı ve Merkezde Kalabilme Yeteneğinin Değerlendirilmesi

Kök kanal şekillendirmesi öncesi ve sonrası görüntülerin karşılaştırılmasında, DataViewer 1.5.4.0 yazılımının (Bruker Mikro-BT) 3B kayıt özelliği kullanılmıştır (Şekil 3. 8).

Örneklerin apikal transportasyon (AT) miktarı hesaplanırken; apekten itibaren 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 mm uzaklıktaki aksiyel kesitleri kullanılmıştır. Her bir örnek için mezio-distal ve bucco-lingual yönlerde şekillendirme öncesi kök kanal duvarı ve dişin dış duvarı arasındaki uzaklıktan, şekillendirme sonrası kök kanal duvarı ve dişin dış duvarı arasındaki uzaklık çıkarılmış ve kök kanalında şekillendirmeye meydana gelen apikal transportasyon miktarı bulunmuştur.

Merkezde kalma (MY) yeteneği değerlendirilirken yine apekten itibaren 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 mm uzaklıktaki yatay kesitler kullanılmıştır. Her bir örnek için şekillendirme öncesi mezio-distal ve bucco-lingual yönlerde kök kanal duvarı ve dişin dış duvarı arasındaki mesafe ile şekillendirme sonrası kök kanal duvarı ve dişin dış duvarı arasındaki mesafe oranlanarak eğelerin kanalın merkezinde kalabilme yeteneği belirlenmiştir.



Şekil 3.8. DataViewer 1.5.4.0 programı ile şekillendirme öncesi ve şekillendirme sonrası görüntülerin üst üste getirilmesi. Kırmızı çizgi D1, sarı çizgi D2 uzaklığını belirtmektedir.

Apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği değerlendirilirken kullanılan formül şöyledir;

$$AT = (M_1 - M_2) - (D_1 - D_2) \text{ ve } (B_1 - B_2) - (L_1 - L_2)$$

$$MY = (M_1 - M_2) / (D_1 - D_2) \text{ ve } (B_1 - B_2) / (L_1 - L_2)$$

Bu formüldeki M_1 şekillendirmeden önceki mezial yönde kanal ile kökün dış yüzeyi arasındaki en yakın mesafeyi, M_2 kök kanalı genişletilmesi sonrası mezial yönde kök kanalı ile kökün dış yüzeyi arasındaki en yakın mesafeyi temsil eder. Aynı şekilde D_1 kök kanalı genişletilmesi öncesi distal yönde kök kanalıyla kök dış yüzeyi arasındaki en yakın mesafeyi ve D_2 de kök kanalı genişletilmesi işlemi sonrası kanal ile kök dış yüzeyi arasındaki en yakın mesafeyi gösterir.

AT değerinin pozitif çıkması mezial ve bukkal yönlerde transportasyon varlığını, negatif çıkması distal ve lingual yönde transportasyon varlığını ifade etmektedir. AT değerinin sıfır olması kanalın eşit şekilde genişlediğini ifade etmektedir.

MY değeri hesaplamasında küçük çıkan değer pay olarak belirlenir. Sonuç 0 ve 1 arasında bir değer çıkar. Sonucun 0' a yakın çıkması eğerin merkezde kalabilme yeteneği

açısından başarısız bulunduğunu, 1' e yakın çıkması ise merkezde kalabilme yeteneği açısından başarılı olduğunu gösterir.

3.8. İstatistiksel Analiz

Çalışma verilerinin istatistiksel değerlendirmesi Eskişehir Osmangazi Üiversitesi Ziraat Fakóltesi Zootekni Bölümü Biyometri ve Genetik Anabilim Dalında yapılmıştır. Çalışma verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 18.0 (SPSS Inc, şikago, IL, ABD) istatistik paket programı kullanılmıştır. Kolmogrov-Smirnov testi kullanılarak verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Levene testi yapılarak elde edilen veriler homojen dağılım göstermediği için non-parametrik bir test olan Kruskal-Wallis testi yapılmış ve gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olup olmadığı değerlendirilmiştir. Çalışmada 3 farklı Ni-Ti kanal eğesinin (TRN, HEDM, WOG) 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 mm seviyelerinde rank ortalamaları arasında apikal transportasyon ve merkezde kalma yeteneği bakımından istatistiksel olarak bir farkın olup olmadığı değerlendirilmiştir. Bonferroni Dunn's çoklu karşılaştırma testi yapılarak Hangi rank ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Veriler değerlendirilirken % 95 güven aralığı ve % 5 önem seviyesi ($P=0.05$) uygulanmıştır.

4. BULGULAR

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre mezio-distal yönde apikal transportasyon yapma miktarı açısından 1, 2, 6 ve 7. mm’de istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ($p<0.05$) (Tablo 4.1, 4.2, 4.6 ve 4.7) 3, 4 ve 5 mm’de anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.3, 4.4, 4.5). Mezio-distal yönde 1. mm’de HEDM eğesi WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır. Mezio-distal yönde 2. mm’ de HEDM eğesi WOG ve TRN eğelerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır. Mezio-distal yönde 6. mm’de TRN eğesi HEDM eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır. Mezio-distal yönde 7. mm’ de TRN eğesi WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır. Bukko-lingual yönde gruplar arasında apikal transportasyon açısından 4. mm’de anlamlı bir fark bulunurken ($p<0.05$) (Tablo 4.11); 1, 2, 3, 5, 6 ve 7. mm’de anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.8, 4.9, 4.10, 4.12, 4.13, 4.14). Bukko-lingual yönde 4. mm’de HEDM ve TRN eğeleri WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır.

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneği açısından 1 ve 2, mm’de anlamlı bir fark bulunurken ($P<0.05$) (Tablo 4.15, 4.16); 3, 4, 5, 6 ve 7. mm’de istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0.05$) (Tablo 4.17, 4.18, 4.19, 4.20 ve 4.21). Mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneği açısından 1. mm’de HEDM eğesi WOG eğesine göre istatistiksel olarak daha iyi derecede merkezde kalabilmiştir. Mezio-distal yönde 2. mm’de HEDM eğesi TRN ve WOG eğelerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla merkezde kalabilmiştir. Bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneği açısından 1, 2, 3, 5, 6 ve 7. mm’de

istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark bulunamamışken ($p>0.05$) (Tablo 4.22, 4.23, 4.24, 4.26, 4.27 ve 4.28); 4. mm’de istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 4.25). Bukko-lingual yönde 4. mm’de HyFlex EDM eğesi WOG eğesinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla merkezde kalabilmiştir.

Tablo 4.1. Apikal 1 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğe	N	Min	Maks	Ortalama	Ort.Std Hata	Std sapma	Ort Rank	p değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.0940	0.01613	0.00718	0.02783	21.6 ^{ab}	0.003
HyFlex EDM	13	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000	15.0 ^b	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.0940	0.03600	0.00883	0.03421	28.5 ^a	

($p<0.05$)

Tablo 4.2. Apikal 2 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğe	N	Min	Maks	Ortalama	Ort.Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.0940	0.0257	0.0076	0.0294	24.3 ^a	0.01
HyFlex EDM	13	0.0000	0.0470	0.0036	0.0036	0.0130	14.2 ^b	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.1410	0.0428	0.0127	0.0490	26.5 ^a	

($p<0.05$)

Tablo 4.3. Apikal 3 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğe	N	Min	Maks	Ortalama	OrtStd Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.1260	0.0322	0.0100	0.0388	21.0	0.748
HyFlex EDM	13	0.0000	0.1410	0.0362	0.0132	0.0476	21.0	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.0940	0.0407	0.0090	0.0349	23.9	

($p>0.05$)

Tablo 4.4. Apikal 4 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğ	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.0500	0.0264	0.0058	0.0227	19.2	0.528
HyFlex EDM	13	0.0000	0.1890	0.0507	0.0155	0.0560	24.0	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.1410	0.0501	0.0148	0.0575	23.1	

(p>0.05)

Tablo 4.5. Apikal 5 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğ	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.0940	0.0227	0.0080	0.0311	18.3	0.270
HyFlex EDM	13	0.0000	0.1410	0.0511	0.0137	0.0492	25.5	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.1410	0.0387	0.0106	0.0410	22.7	

(p>0.05)

Tablo 4.6. Apikal 6 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğ	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.1890	0.0364	0.0153	0.0591	16.2 ^b	0.048
HyFlex EDM	13	0.0000	0.1890	0.0765	0.0137	0.0495	27.5 ^a	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.2830	0.0649	0.0180	0.0698	23.0 ^{ab}	

(p<0.05)

Tablo 4.7. Apikal 7 mm seviyesinde mezio-distal yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğ	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.1420	0.0423	0.0135	0.0524	15.6 ^b	0.036
HyFlex EDM	13	0.0000	0.2830	0.1092	0.0279	0.1007	23.7 ^{ab}	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.2830	0.1299	0.0244	0.0947	26.9 ^a	

(p<0.05)

Tablo 4.8. Apikal 1 mm seviyesinde bukko-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğ	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.0470	0.0172	0.0058	0.0225	21.8	0.121
HyFlex EDM	13	0.0000	0.0500	0.0074	0.0050	0.0182	17.7	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.1410	0.0345	0.0107	0.0415	26.0	

(p>0.05)

Tablo 4.9. Apikal 2 mm seviyesinde bukko-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğ	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.0750	0.0224	0.0068	0.0266	21	0.322
HyFlex EDM	13	0.0000	0.1000	0.0222	0.0104	0.0375	19.2	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.2360	0.0544	0.0188	0.0728	25.5	

(p>0.05)

Tablo 4.10. Apikal 3 mm seviyesinde bukko-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğ	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.0940	0.0297	0.0086	0.0336	24.5	0.064
HyFlex EDM	13	0.0000	0.0470	0.0072	0.0049	0.0176	15.9	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.1890	0.0392	0.0138	0.0533	24.7	

(p>0.05)

Tablo 4.11. Apikal 4 mm seviyesinde bukko-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğ	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.0940	0.0219	0.0077	0.0308	18.8 ^b	0.000
HyFlex EDM	13	0.0000	0.0470	0.0072	0.0049	0.0176	14.0 ^b	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.1890	0.0764	0.0142	0.0548	32.1 ^a	

(p<0.05)

Tablo 4.12. Apikal 5 mm seviyesinde bukkio-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğce	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.1890	0.0408	0.0171	0.0663	18.7	0.096
HyFlex EDM	13	0.0000	0.2360	0.0439	0.0190	0.0684	19.7	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.2830	0.0815	0.0181	0.0701	27.3	

(p>0.05)

Tablo 4.13. Apikal 6 mm seviyesinde bukkio-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğce	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.1410	0.0485	0.0100	0.0389	25.8	0.178
HyFlex EDM	13	0.0000	0.2000	0.0372	0.0200	0.0720	17.5	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.2360	0.0565	0.0196	0.0761	22.1	

(p>0.05)

Tablo 4.14. Apikal 7 mm seviyesinde bukkio-lingual yönde apikal transportasyona ait istatistikler

Eğce	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	0.1890	0.0395	0.0150	0.0581	19.5	0.282
HyFlex EDM	13	0.0000	0.2360	0.0475	0.0193	0.0698	20.5	
WaveOne Gold	15	0.0000	0.2360	0.0895	0.0244	0.0944	25.8	

(p>0.05)

Tablo 4.15. Apikal 1 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğce	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.0000	0.7440	0.1060	0.4120	22.1 ^{ab}	0.004
HyFlex EDM	13	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	29.0 ^a	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.4720	0.1210	0.4690	15.8 ^b	

(p<0.05)

Tablo 4.16. Apikal 2 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğce	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.000	0.6270	0.1030	0.3980	18.8 ^b	0.007
HyFlex EDM	13	0.0000	1.000	0.9743	0.0257	0.0926	30.3 ^a	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.000	0.5870	0.1020	0.3960	18.0 ^b	

(p<0.05)

Tablo 4.17. Apikal 3 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğce	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.000	0.6500	0.1040	0.4040	21.9	0.831
HyFlex EDM	13	0.0000	1.000	0.7115	0.0992	0.3578	23.5	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.000	0.6422	0.0897	0.3474	20.8	

(p>0.05)

Tablo 4.18. Apikal 4 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğce	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.0000	0.7576	0.0550	0.2129	25.7	0.258
HyFlex EDM	13	0.0000	1.0000	0.5260	0.1210	0.4350	18.2	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.6588	0.0848	0.3283	21.7	

(p>0.05)

Tablo 4.19. Apikal 5 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğce	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.0000	0.7888	0.0794	0.3075	24.6	0.535
HyFlex EDM	13	0.0000	1.0000	0.6743	0.0901	0.3250	19.8	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.7153	0.0791	0.3063	21.3	

(p>0.05)

Tablo 4.20. Apikal 6 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğ	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.0000	0.7608	0.0794	0.3074	27.1	0.134
HyFlex EDM	13	0.0000	1.0000	0.5613	0.0776	0.2798	18.4	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.5938	0.0760	0.2945	20.0	

(p>0.05)

Tablo 4.21. Apikal 7 mm seviyesinde mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğ	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.0000	0.7275	0.0770	0.2982	27.6	0.073
HyFlex EDM	13	0.0000	1.0000	0.5392	0.0994	0.3585	20.8	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.4455	0.0834	0.3230	17.4	

(p>0.05)

Tablo 4.22. Apikal 1 mm seviyesinde buko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğ	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.0000	0.6330	0.1240	0.4810	21.7	0.114
HyFlex EDM	13	0.0000	1.0000	0.8460	0.1040	0.3760	26.6	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.4670	0.1330	0.5160	18.3	

(p>0.05)

Tablo 4.23. Apikal 2 mm seviyesinde buko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğ	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.0000	0.5670	.01280	0.4950	22.4	0.297
HyFlex EDM	13	0.0000	1.0000	0.6920	0.1330	0.4800	25.2	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.4000	0.1310	0.5070	18.8	

(p>0.05)

Tablo 4.24. Apikal 3 mm seviyesinde bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğce	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.0000	0.467	0.133	0.516	19.3	0.08
HyFlex EDM	13	0.0000	1.0000	0.846	0.104	0.376	27.6	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.500	0.129	0.500	19.9	

(p>0.05)

Tablo 4.25. Apikal 4 mm seviyesinde bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğce	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.0000	0.633	0.481	0.481	23.2 ^{ab}	0.009
HyFlex EDM	13	0.0000	1.0000	0.846	0.104	0.376	28.3 ^a	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.0000	0.279	0.103	0.399	15.3 ^b	

(p<0.05)

Tablo 4.26. Apikal 5 mm seviyesinde bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğce	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.000	0.700	0.115	0.445	25.9	0.097
HyFlex EDM	13	0.0000	1.000	0.615	0.129	0.463	23.4	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.000	0.348	0.101	0.389	16.9	

(p>0.05)

Tablo 4.27. Apikal 6 mm seviyesinde bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğce	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.000	0.472	0.117	0.452	18.7	0.285
HyFlex EDM	13	0.0000	1.000	0.718	0.124	0.448	25.7	
WaveOne Gold	15	0.0000	1.000	0.585	0.113	0.438	22.2	

(p>0.05)

Tablo 4.28. Apikal 7 mm seviyesinde bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneğine ait istatistikler

Eğ	N	Min	Maks	Ortalama	Ort Std Hata	Std Sapma	Ort Rank	p Değeri
TruNatomy	15	0.0000	1.000	0.609	0.116	0.451	22.5	
HyFlex EDM	13	0.0000	1.000	0.628	0.128	0.462	22.5	0.925
WaveOne Gold	15	0.0000	1.000	0.548	0.105	0.405	21	

(p>0.05)

5. TARTIŞMA

Literatürde farklı eğe sistemlerinin kök kanal şekillendirme yeteneğinin değerlendirildiği birçok çalışma olmasına rağmen, farklı kanal aletlerinin şekillendirme yeteneğinin tekrarlanabilir bir şekilde karşılaştırılabilmesi için uygulanan standart bir protokol yoktur. Bu çalışmalardan bazıları çekilmiş insan dişleriyle yapılırken, bazıları rezin bloklarda simüle edilmiş kök kanallarında yapılmaktadır.¹¹¹ Bazı araştırmacılar çalışmaların doğal dentin yapısında olduğu için çekilmiş insan dişlerinde yapılması gerektiğini savunurken,⁹⁸ bazılarıysa yüksek standardizasyondan dolayı simüle edilmiş yapay kök kanallarının kullanılması gerektiğini savunur.^{98, 112} Yapay kök kanallarının bir diğer avantajı da C, J veya S şekilli kanallar gibi çeşitli zorlu kök kanal konfigürasyonlarına sahip diş örneklerini standartlaştırılmış koşullar altında üretme imkanı sunmasıdır.^{111, 113, 133} Simüle edilmiş rezin blokların kullanımının temel amacının standardizasyonu sağlamak olmasına karşın geleneksel olarak üretilen rezin bloklarda üretimle ilgili sapmalar olmakta ve standardizasyon sağlanamamaktadır.¹³⁴ Günümüzde ise 3D baskı işleminde stereolitografik malzemeler kullanılarak, sapmaların önüne geçilerek aynı ayrıntıları taşıyan, yüksek standardizasyonda modeller üretmek mümkün hale gelmiştir.¹¹³ Bu çalışmada ise klinik koşullarla daha uyumlu olması için doğal dentin yapısındaki 45 adet çekilmiş insan mandibular molar dişi kullanılmıştır.

Kanal transportasyonu şekillendirme işlemi sırasında eğenin orijinal şekline dönme eğiliminden dolayı kanal duvarının, eğimin dış yüzeyine doğru taşınması olarak tanımlanır ve eğri kök kanallarının preperasyonu sırasında karşılaşılan yaygın bir komplikasyondur.^{16, 135} Transportasyon yetersiz kök kanal temizliği yapılmasına neden olur, kökü zayıflatır ve kök kanal dolgusunda mikro sızıntıya neden olarak başarılı bir endodontik tedavi yapılabilmesinin önüne geçer.^{16 136, 137} Kanal transportasyon riski kanal

preperasyonunda kullanılan eğenin tasarımına, koniklik derecesine, yapıldığı materyale bağlı olduğu gibi kökün eğrilik derecesine bağlı olarak da değişir.¹³⁸ Bizim çalışmamızda kanal kurvatürü Schneider'e¹³² göre 25°-35° olan dişler kullanılmıştır.

Gambill ve arkadaşları¹⁷ 'merkezlleme yeteneği' terimini aletin genişletme sırasında kök kanalının merkezinde kalabilme yeteneğinin değerlendirilme ölçütü olarak kabul etmişlerdir. Bu ölçümler, farklı metodolojiler kullanan alet ve tekniklerle kök kanallarının biyomekanik olarak hazırlanmasının kalitesini değerlendirmek için çeşitli endodontik çalışmalarda halen kullanılmaktadır.¹³⁹ Bizim çalışmamızda da TRN, WOG ve HEDM tek eğeli döner eğe sistemlerin şekillendirme yeteneği; apikal transportasyon miktarı ve merkezde kalma derecesi parametrelerine bakılarak Mikro-BT ile değerlendirilmiştir.

Lopez ve ark.¹⁴⁰ maksiller molar dişlerin mezio-bukkal kanallarında #30, #35 ve #40 apikal çaplı Ni-Ti el eğelerinin apikal transportasyon yapma miktarını karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda apikal çap arttıkça tranportasyon miktarının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir.¹⁴⁰ Bunun aksine #30 ve #50 apikal çapa sahip eğelerle yapılan başka bir çalışmada ise apikal çaptaki artışın merkezde kalma yeteneğini ve apikal transportasyon yapma miktarını etkilemediği bulunmuştur.¹⁴¹ Şekillendirme yeteneği değerlendirilen çalışmalarda benzer apikal çaplara sahip eğelerin kullanılması önerilmektedir.¹⁴² Bizim çalışmamızda TRN Prime (26/.04), WOG Primary (25/.07) ve HEDM (25/.08) benzer apikal boyutlara sahip eğe sistemleri kullanılmıştır.

Rotasyonel ve resiprokasyonel hareketin şekillendirme yeteneği üzerine etkisinin Mikro-BT ile değerlendirildiği bir çalışmada WaveOne, Resiproc ve OneShape eğeleri kullanılmış ve gruplar arasında apikal transportasyon açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır.¹⁴³ Santa-Rosa ve arkadaşlarının¹⁴⁴ yapmış olduğu, WaveOne ve OneShape tek eğe sistemlerinin şekillendirme yeteneğinin değerlendirildiği bir başka

çalışmada da apikal transportasyon açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Literatürde resiprokasyonel hareketle kullanılan eğelerin, rotasyonel hareketle kullanılan eğelerden daha iyi şekillendirme yeteneğine sahip olduğunu gösteren yayınlar da mevcuttur.^{145, 146} Bunların aksine resiprokasyonel hareketle çalışan eğelerin rotasyonel hareketle çalışan eğelerden daha başarısız olduğunu gösteren yayınlar da mevcuttur.^{115, 147-150} Yapılan çalışmaların sonuçlarının birbirinden farklı olmasının nedeni eğelerin koniklik derecesi, tasarımsal özellikleri, ölçümlerin değerlendirilme metodu, ölçümlerin hangi seviyelerden yapıldığı ve kullanılan irrigasyon solüsyonlarına bağlı olabilir.

Bizim çalışmamızda mezio-distal yönde 1. mm’de rotasyonel hareketle kullanılan HEDM eğesi resiprokasyonel hareketle kullanılan WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır. Mezio-distal yönde 2. mm’ de HEDM eğesi WOG ve rotasyonel hareketle kullanılan TRN eğelerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır. HEDM eğesinin 1 ve 2. mm’lerde daha az apikal transportasyon yapma sebebi yüzeyine uygulanan elektrikli deşarj işlemi (EDM) olabilir. EDM teknolojisinin eğenin esnekliğini arttırdığı ileri sürülmektedir.^{151, 152} Mezio-distal yönde 6. mm’de TRN eğesi HEDM eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır. Mezio-distal yönde 7. mm’ de TRN eğesi WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır. 6 ve 7. mm’lerdeki bu anlamlı farkın sebebi TRN eğesinin apikalden sap kısma doğru azalan koniklik derecesi olabilir.¹¹ Bukko-lingual yönde gruplar arasında apikal transportasyon açısından 4 mm’de anlamlı bir fark bulunurken ($p<0.05$); 1, 2, 3, 5, 6 ve 7. mm’de anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$). Bukko-lingual yönde 4. mm’de HEDM ve TRN eğeleri WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır. Yapılan istatistiksel

analiz sonuçlarına göre mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneği açısından 1 ve 2. mm'de anlamlı bir fark bulunurken ($p<0.05$) ; 3, 4, 5, 6 ve 7. mm'de istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$). Mezio-distal yönde merkezde kalma yeteneği açısından 1. mm'de HEDM eğesi WOG eğesine göre istatistiksel olarak daha iyi derecede merkezde kalabilmiştir. Mezio-distal yönde 2. mm'de HEDM eğesi TRN ve WOG eğelerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla merkezde kalabilmiştir. Bukko-lingual yönde merkezde kalma yeteneği açısından 1, 2, 3, 5, 6 ve 7. mm'de istatistiksel olarak anlamlı derecede bir fark bulunamamışken ($p>0.05$); 4. mm'de istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$) . Bukko-lingual yönde 4. mm'de HEDM eğesi WOG eğesinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla merkezde kalabilmiştir. Merkezde kalma yeteneği açısından bu farkın sebebi HEDM eğesine uygulanan yüzey işleme prosedürü sayesinde artmış esnekliği olabilir.

Kanal şekillendirme yeteneğini değerlendiren önceki çalışmalara bakıldığında ölçümlerin kanalların farklı seviyelerinden yapıldığı görülmektedir.¹⁵³⁻¹⁵⁶ Yeter ve ark.¹⁵⁴ şekillendirme yeteneğini KIBT ile değerlendirdikleri bir çalışmalarında ölçümleri apikal foramenden 1, 4 ve 7 mm uzaklıktan yapmışlardır ve gruplar arasında belirtilen seviyelerde şekillendirme yeteneği açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. OneCurve, HEDM ve WOG eğelerinin şekillendirme yeteneğinin Mikro-BT ile değerlendirildiği bir başka çalışmada ise apikalden 1, 2, 3, 4 ve 7. mm'den ölçüm yapılmış, apikal transportasyon açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmazken, bukko-lingual yönde yalnızca 4. mm de OneCurve eğesinin WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyi merkezde kaldığı sonucuna ulaşılmıştır.¹⁵⁵ KIBT ile şekillendirme yeteneğinin değerlendirildiği bir başka çalışmada apikalden itibaren 3, 6 ve 9. mm'lerden ölçüm yapılmıştır. Bu çalışmada da OneCurve, HEDM ve WOG eğeleri kullanılmıştır. 3. mm'de HEDM eğesinin OneCurve eğesine göre istatistiksel olarak daha

fazla apikal transportasyon yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Merkezde kalma yeteneği açısından ise gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.¹⁵⁷ Bizim çalışmamızda merkezde kalma yeteneği açısından mezio-distal yönde 1 ve 2. mm’de; bukkal-lingual yönde 4. mm’de HEDM eğesi istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla merkezde kalmıştır.

S şekilli rezin bloklarda Resiproc R25, WOG Primary ve HEDM OneFile eğelerinin şekillendirme yeteneğinin değerlendirildiği bir çalışmada WOG ve HEDM eğeleri arasında şekillendirme yeteneği açısından anlamlı bir fark bulunamamışken Resiproc eğesinin daha kötü şekillendirme yeteneği olduğu sonucuna ulaşılmıştır.¹⁵⁸ Bizim çalışmamızda apikalden itibaren 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 mm seviyelerinden ölçüm yapılmıştır ve görüntülemeye Mikro-BT kullanılmıştır. Mezio-distal yönde 1 ve 2. mm’lerde, bukkal-lingual yönde de 4. mm’de HEDM eğesi WOG eğesine göre anlamlı derecede daha az apikal transportasyona sebep olmuştur. Merkezde kalma yeteneğine bakıldığında ise mezio-distal yönde 1 ve 2. mm’de ve bukkal-lingual yönde de 4. mm’de HEDM eğesi WOG eğesinden daha fazla merkezde kalabilmiştir. Çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmesinin nedeni görüntüleme yöntemlerinin farklı olması, farklı seviyelerden ölçüm yapılması, çekilmiş diş yerine rezin blok kullanımı ve operatör etkisi olabilir.

Wu ve ark.¹⁵⁹ göre apikal üçte birlik kısımdaki 0.3 mm’yi aşan apikal transportasyon; kök kanal dolgusunun sızdırmazlığını ve tedavinin başarısını olumsuz etkiler. Bizim çalışmamızda hiçbir seviyede bu kritik değeri aşacak kadar apikal transportasyon gerçekleşmemiştir.

Kanal eğelerinin şekillendirme yeteneklerini değerlendirmede güncel yöntemler yüksek çözünürlüklü olmalarından dolayı bilgisayarlı tomografi ve mikro bilgisayarlı tomografiyi işaret etse de seri kesit tekniği ve radyografik teknik de kullanılan yöntemler

arasındadır.^{16, 114, 115} İnvaziv bir yöntem olan kesit alma işlemi sırasında dişte geri dönüşüz hasar oluşur ve tekrarlanabilir ölçümlerin yapılması güç bir hale gelir.^{118 116} Radyografik teknik ise invaziv değildir ancak sadece 2 boyutlu görüntülemeye olanak verir.¹¹⁴ Endodontide üç boyutlu görüntüleme ilk kez 1996 yılında konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) tanıtılmasıyla mümkün olmuştur. Düşük dozda yeterli çözünürlük sağlaması sebebiyle endodontik tanı ve tedavide kullanılması önerilmiştir.^{121, 122} İnvaziv olmayan bu yöntemle kök kanal anatomisi, kök kırıkları, perforasyonlar değerlendirilebildiği gibi kök kanalı şekillendirilmesinden önce ve sonra alınan görüntüler ile şekillendirme yeteneği de değerlendirilebilmektedir.¹²³⁻¹²⁶ Diş hekimliğinde birçok çalışmada kullanılan Mikro-BT sistemleri ise 5-50 µm aralığında voksel üretir ve KIBT ye göre çok daha iyi uzaysal çözünürlüğe sahiptir.¹⁸ Böylelikle çok küçük ayrıntıların bile net görünebilmesine olanak sağlar.¹⁹ Bu yüzden Mikro-BT 3 boyutlu görüntüleme tekniğinin daha ayrıntılı görüntülemeye olanak sağladığı için geleneksel yöntemlerden daha iyi olduğu iddia edilmektedir.^{160, 161} Ancak Zanesco ve ark.¹⁶² apikal transportasyonu Mikro-BT ve direk dijital radyografi tekniği ile değerlendirdikleri bir çalışmalarında görüntüleme tekniği açısından anlamlı bir fark olmadığı sonucuna varmışlardır.¹⁶² Bizim çalışmamızda şekillendirme öncesi ve sonrası olmak üzere tüm örnekler Mikro-BT ile değerlendirilmiştir.

2021 yılında yapılmış bir çalışmada simüle rezin bloklarla ProTaper GOLD, WOG ve TRN eğeleriyle şekillendirme yeteneği değerlendirilmiştir.¹⁵⁶ Çalışmada rezin bloklar şekillendirme öncesi ve sonrasında farklı renk mürekkep ile boyanmış ve sonrasında fotoğraflama yapılarak apikal transportasyon yapma dereceleri 1-9 mm arasında her bir mm’de değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre TRN egesi 6, 7, 8 ve 9 mm’de diğer gruplardan anlamlı derecede daha az kanal transportasyonu yapmıştır.¹⁵⁶ Bu sonuç bizim çalışmamızla 7. mm’de benzerlik göstermektedir. Bizim çalışmamızda da mezio-

distal yönde 7. mm.'de TRN eğesi WOG eğesinden anlamlı derecede daha az kanal transportasyonu yapmıştır. Resin bloklarla aynı teknikle yapılan bir başka apikal tranportasyon değerlendirme çalışmasında Reciproc, WOG ve HEDM eğeleri kullanılmıştır.¹⁴² Apikal (0-3 mm), orta (4-7 mm) ve koronal (8-10 mm) kısımlarda HEDM ve WOG eğeleri arasında bir fark bulunamamışken; Resiproc eğesi diğer iki gruptan anlamlı derecede fazla transportasyona sebep olmuştur. Bizim çalışmamızda da kullanılan HEDM ve WOG eğelerine bakıldığında, çalışmamızdaki mezio-distal yönde 3, 4, 5, 6 ve 7. mm'lerde çıkan sonuçla bu çalışmanın sonucunun benzer çıktığı görülmektedir. Apikalden itibaren 1 ve 2. mm'lerdeki farkın sebebi bizim çalışmamızda çekilmiş insan dişi kullanılmış olması ve görüntüleme yöntemi olarak Mikro-BT kullanılmış olması olabilir.

Razcha ve ark.¹⁵³ bir çalışmalarında HyFlex CM, HEDM, WOG ve OneCurve eğelerini kullanarak çekilmiş mandibular molar dişlerin mezial kanallarında kanal transportasyonunu ve merkezde kalma yeteneğini değerlendirmişlerdir. Çalışmamızla benzer şekilde görüntülemeler preperasyon öncesi ve sonrası olmak üzere Mikro-BT ile yapılmıştır. Ölçümler mezio-distal yönde apikalden itibaren 3, 5 ve 7. mm'lerden yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda merkezde kalma yeteneği açısından hiçbir seviyede eğe grupları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. ¹⁵³ Bu sonuç sadece 3, 5 ve 7. mm'ler dikkate alındığında merkezde kalma yeteneği açısından bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Ni-Ti aletlerin şekillendirmedeki başarıları kesit tasarımına, metalürjik özelliklerine ve görmüş oldukları ısı işlemlere bağlıdır. ^{45, 98} Farklı tasarımsal özelliklerin şekillendirme yeteneği üzerine etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada Revo-S, Twisted File (TF), ProFile GT Series X ve ProTaper eğeleri kullanılmıştır. Apikal 1.3 mm'de gruplar arasında şekillendirme yeteneği açısından bir fark bulunamamıştır ve bu

durum tüm eğelerin kesici olmayan uç tasarımında olmasına bağlanmıştır.¹⁶³ Çalışılan diğer seviyelerde TF eğesi şekillendirme yeteneği açısından diğer gruplardan üstün bulunmuştur. Bu durum TF eğesinin frezleme yerine burularak üretilmesine, R-Faz ısıt işlem görmüş olmasına, yüzey deoksidasyon işlemine tabi tutulmasına atfedilmiştir.^{69, 163} Bizim çalışmamızda kullandığımız TRN eğeleri merkezden uzak paralelkenar kesit tasarımındadır.¹⁰ Isıl işlem görmüş olan bu eğe sisteminin koniklik derecesi apikalden sap kısma doğru azalan derecededir.^{10, 11} Çalışmamızdaki bir diğer eğe grubu olan ‘gold’ ısıt işlem görmüş olan WOG eğesi paralelkenar çapraz kesite ve yuvarlak bir uca sahiptir.⁹¹ Üreticiye göre, bu yeni tasarım vidalama etkisini en aza indirir ve torku azaltır.⁹² HEDM eğesi ise tüm çalışan kısım boyunca üç farklı yatay kesite sahiptir. Apikal kısımda kare, orta kısımda yamuk ve koronal kısımda ise neredeyse üçgene yakın bir kesit gösterir ve bu tasarımın eğenin kesme verimliliği, kırılmaya karşı direnç ve debris temizliği üzerine etkisi olduğu ileri sürülmektedir.^{15, 85} Eğelerin ısıt işleme tabi tutulmuş olması ve özel dizaynları özellikle apikal transportasyon açısından kritik sınırı aşmamış olmalarını açıklayabilir.

Yaptığımız bu tez çalışmasında TRN, WOG ve HEDM eğelerinin şekillendirme yetenekleri; apikal transportasyon yapma miktarı ve merkezde kalma yeteneği açısından Mikro-BT kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızın sonuçlarına göre;

Mezio-distal yönde 1. mm’de HEDM eğesi WOG eğesine göre, 2. mm’de HEDM eğesi TRN ve WOG eğesine göre, 6. mm’de TRN eğesi HEDM eğesine göre ve 7. mm’de TRN eğesi WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyona sebep olmuştur. 3, 4 ve 5. mm’lerde eğe grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Bukko-lingual yönde 4. mm’de HEDM eğesi TRN ve WOG eğelerine göre anlamlı derecede daha az apikal transportasyona sebep olmuştur. 1, 2, 3, 5, 6 ve 7.

mm'lerde eğe grupları arasında bukkio-lingual yönde apikal transportasyon açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Merkezde kalma yeteneği açısından mezio-distal yönde 1. mm'de HEDM eğesi WOG eğesinden, 2. mm'de HEDM eğesi TRN ve WOG eğesinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyi merkezde kalma yeteneği göstermiştir. Mezio-distal yönde 3, 4, 5, 6 ve 7. mm'de eğe grupları arasında merkezde kalma yeteneği açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Bukko-lingual yönde ise 4. mm'de HEDM eğesi WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyi merkezde kalma yeteneği gösterirken 1, 2, 3, 5, 6 ve 7. mm'de eğe grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. HEDM eğesinin diğer eğe gruplarına göre merkezde kalma başarısının sebebi eğenin esnekliğini arttırdığı ileri sürülen EDM yüzey işleme prosedürü olabilir.^{151, 152}

Çalışmamızın limitasyonları dahilinde, sonuçlara bakıldığında resiprokasyonel hareket yapan WOG eğesinin eğri kök kanallarını şekillendirme yeteneği açısından diğer eğe gruplarından daha başarısız olduğu sonucuna varılabilir. Ancak Wu ve ark.¹⁵⁹ belirttiği 0.3 mm apikal transportasyon sınırı hiçbir grupta aşılmamıştır. Bu yüzden tüm eğe gruplarının klinik olarak güvenle kullanılabileceği söylenebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda TRN, WOG ve HEDM döner eğe sistemlerinin apikal transportasyon yapma miktarı ve merkezde kalma yetenekleri Mikro-BT ile değerlendirilmiştir.

Apikal transportasyon sonuçlarına göre:

Mezio-distal yönde

1. mm’de HEDM eğesi WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır. 2. mm’ de HEDM eğesi WOG ve TRN eğelerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır. 6. mm’de TRN eğesi HEDM eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır. 7. mm’ de TRN eğesi WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır.

Bukko-lingual yönde;

4. mm’de HEDM ve TRN eğeleri WOG eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az apikal transportasyon yapmıştır.

Merkezde kalma yeteneği açısından:

Mezio-distal yönde

1. mm’de HEDM eğesi WOG eğesine göre istatistiksel olarak daha iyi derecede merkezde kalabilmiştir. 2. mm’de HEDM eğesi TRN ve WOG eğelerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla merkezde kalabilmiştir.

Bukko-lingual yönde

4. mm’de HEDM eğesi WOG eğesinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla merkezde kalabilmiştir.

HEDM ve TRN eğesi eğri kök kanallarının şekillendirilmesi açısından WOG eğesine göre daha avantajlıdır. Bununla birlikte bütün eğeler belirli seviyelerde apikal transportasyona sebep olmuştur. Ancak çalışmamızda kullanılan hiçbir eğenin Wu ve ark.¹⁵⁹ belirtmiş olduğu 0.3 mm kritik apikal transportasyon sınırını aşmadığı görülmüştür.

Bu nedenle TRN, WOG ve HEDM ısıt işlem görmüş tek eğe sistemleri bazı seviyelerde birbirlerine göre anlamlı derecede farklı şekillendirme yeteneği göstermelerine rağmen klinik olarak güvenle kullanılabilir.



KAYNAKLAR

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. Dent Clin North Am 1974;18:269-96.
2. Wildey WL, Senia ES, Montgomery S. Another look at root canal instrumentation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992;74(4):499-507.
3. Blašković-Šubat V, Smojver I, Maričić B, Šutalo J. A computerized method for the evaluation of root canal morphology. Int Endod J 1995;28(6):290-96.
4. Akman AA, Sonat B. Farklı alaşım içeren kök kanal aletlerinin eğri kök kanallarının preparasyonuna etkisinin in vitro olarak incelenmesi. Eur Ann Dent Sci 2017;44(2):79-92.
5. Schäfer E. Relationship between design features of endodontic instruments and their properties. Part 1. Cutting efficiency. J Endod 1999;25(1):52-55.
6. Lautenschlager EP, Monaghan P. Titanium and titanium alloys as dental materials. Int Dent J 1993;43(3):245-53.
7. Schafer E, Hoppe W. Wurzelkanalinstrumente aus Titan-Aluminium, Nickel-Titan oder Edelstahl. ZWR-Das Deutsche Zahnärzteblatt 1995;104(9):612-16.
8. Stoeckel D, Yu W. Superelastic Ni--Ti Wire. Wire J Int 1991;24(3):45-50.
9. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys—a review. Int Endod J 2018;51(10):1088-103.
10. 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.
11. Dentsply Sirona, TruNatomy™. <https://assets.dentsplysirona.com/flagship/en/explore/endodontics/brochure/trunatomy/END-TruNatomy-Brochure.pdf>. 27 Ocak 2022.

12. Webber J. Shaping canals with confidence: WaveOne GOLD single-file reciprocating system. *Roots* 2015;1(3):34-40.
13. Daneshmand S, Kahrizi EF, Abedi E, Abdolhosseini MM. Influence of machining parameters on electro discharge machining of NiTi shape memory alloys. *Int J Electrochem Sci* 2013;8(3):3095-104.
14. Jameson EC. Electrical discharge machining. Society of Manufacturing Engineers; Michigan, USA, Dearborn, 2001;791-813.
15. Gavini G, Santos Md, Caldeira CL, Machado MEdL, Freire LG, Iglecias EF, Peters OA, Candeiro GTdM. Nickel–titanium instruments in endodontics: A concise review of the state of the art. *Braz Oral Res* 2018;32.
16. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals: Shaping goals, techniques and means. *Endod Top* 2005;10(1):30-76.
17. Gambill JM, Alder M, Carlos E. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod* 1996;22(7):369-75.
18. Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci* 2009;1(4):177-88.
19. Dyck V. Desktop X-ray microscopy and microtomography. *J Microsc* 1998;191(2):151-58.
20. Şahin FÜ, Topuz Ö. Diş hekimliği araştırmalarında mikrobilgisayarlı tomografi uygulamaları. *Acta Odontol Turc* 2014;31(2):114-20.
21. Al-Omari M, Bryant S, Dummer P. Comparison of two stainless steel files to shape simulated root canals. *Int Endod J* 1997;30(1):35-45.
22. Çalışkan MK. Endodontide tanı ve tedaviler. Ankara, Nobel Tıp Kitabevleri; 2006;463-506.

23. Glickman GN, Dumsha T. Problems in canal cleaning and shaping. Problem Solving in Endodontics, 3rd ed. St Louis, MO, Mosby; 1997;91-122.
24. Ingle J, Bakland L. Endodontics (5th edn). BC Decker, Hamilton; 2002;791-813
25. Roane JB, Sabala CL, Duncanson Jr MG. The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. J Endod 1985;11(5):203-11.
26. Vertucci FJ, E. HJ. Tooth Morphology and Access Cavity Preparation. In: Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH. Cohen's Pathways of the Pulp, 10 ed. Missouri, Mosby Elsevier; 2011;136-222.
27. Schäfer E. Root canal instruments for manual use: A review. Dent Traumatol 1997;13(2):51-64.
28. Timothy AS. Instruments for cleaning and shaping. In: Ingle J, Bakland LK, Baumgartner CJ. Ingle's Endodontics, 6 ed. Hamilton, BC Decker Inc; 2008: 813-47.
29. Metzger Z, Basrani B, Goodis HE. Instruments, Materials and Devices. In: Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH. Cohen's Pathways of the Pulp, 10 ed. Missouri, Mosby Elsevier; 2011:223-82.
30. Peters OA, Koka RS. Preparation of Coronal and Radicular Spaces. In: Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner CJ. Ingle's Endodontics, ed. Hamilton, BC Decker Inc; 2008:877-991.
31. Buehler WJ, Gilfrich JV, Wiley R. Effect of low-temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition TiNi. J Appl Phys 1963;34(5):1475-77.
32. Andreasen GF, Barrett RD. An evaluation of cobalt-substituted nitinol wire in orthodontics. Am J Orthod 1973;63(5):462-70.

33. 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.
34. Ayhan H. Biyomalzemeler. *Bilim ve Teknik Tem* 2002;2-11.
35. Niinomi M. Recent metallic materials for biomedical applications. *Metall Mater Trans A* 2002;33(3):477-86.
36. Shimizu S, Xu Y, Okunishi E, Tanaka S, Otsuka K, Mitose K. Improvement of shape memory characteristics by precipitation-hardening of Ti-Pd-Ni alloys. *Mater Lett* 1998;34(1-2):23-29.
37. Thompson S. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J* 2000;33(4):297-310.
38. Özkul İ, Kalay E, Canbay CA. The investigation of shape memory recovery loss in NiTi alloy. *Mater Res. Expr* 2019;6(8):0865a5.
39. Turabi A, Lázpita P, Sasmaz M, Karaca H, Chernenko V. Magnetic and conventional shape memory behavior of Mn–Ni–Sn and Mn–Ni–Sn (Fe) alloys. *J Phys D: Appl Phys* 2016;49(20):205002.
40. Özkul İs, Canbay CA, Kalay E. Farklı yaşlandırma parametreleri ile Ni-Ti şekil hafızalı alaşımda meydana gelen yapısal ve kinetik parametrelerin analizi. *Fırat Ü F Bil Der* 2020;32(2):7-19.
41. Mihálcz I. Fundamental characteristics and design method for nickel-titanium shape memory alloy. *Period Polytech Mech Eng* 2001;45(1):75-86.
42. Brantley WA. Endodontics Instruments and Armamentarium. In: Ingle J, Bakland LK, Baumgartner CJ. *Ingle's Endodontics*, 6 ed. Hamilton, BC Decker Inc; 2008: 791-876.
43. Yared G, Dagher FB, Machtou P. Cyclic fatigue of Profile rotary instruments after simulated clinical use. *Int Endod J* 1999;32(2):115-19.

44. Viana ACD, de Melo MCC, de Azevedo Bahia MG, Buono VTL. Relationship between flexibility and physical, chemical, and geometric characteristics of rotary nickel-titanium instruments. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* 2010;110(4):527-33.
45. Schäfer E, Oitzinger M. Cutting efficiency of five different types of rotary nickel–titanium instruments. *J Endod* 2008;34(2):198-200.
46. Al-Sudani D, Al-Shahrani S. A comparison of the canal centering ability of ProFile, K3, and RaCe Nickel Titanium rotary systems. *J Endod* 2006;32(12):1198-201.
47. Gambarini G. Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation. *Dent Traumatol*: 2000;16(3):95-100.
48. Srivastava S, Alghadouni M, Alotheem H. Current strategies in metallurgical advances of rotary NiTi instruments: A review. *J Dent Health Oral Disord Ther* 2018;9(1):00333.
49. Gençer GM. Plazma daldırma iyon implantasyonu (PIII) yöntemi ile demir dışı metallerin nitrülenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.
50. Aun DP, Houmard M, Mermoux M, Latu-Romain L, Joud J-C, Berthomé G, Buono VTL. Development of a flexible nanocomposite TiO₂ film as a protective coating for bioapplications of superelastic NiTi alloys. *Appl Surf Sci* 2016;375:42-49.
51. Starosvetsky D, Gotman I. Corrosion behavior of titanium nitride coated Ni–Ti shape memory surgical alloy. *Biomaterials* 2001;22(13):1853-59.
52. Vinothkumar TS, Miglani R, Lakshminarayanan L. Influence of deep dry cryogenic treatment on cutting efficiency and wear resistance of nickel–titanium rotary endodontic instruments. *J Endod* 2007;33(11):1355-58.
53. Huang J, Zhu Y, Liao X, Beyerlein I, Bourke M, Mitchell T. Microstructure of cryogenic treated M2 tool steel. *Mater Sci Eng: A* 2003;339 (1-2):241-44.

54. Barron R. Cryogenic treatment of metals to improve wear resistance. *Cryogenics* 1982;22(8):409-13.
55. George GK, Sanjeev K, Sekar M. An in vitro evaluation of the effect of deep dry cryotreatment on the cutting efficiency of three rotary nickel titanium instruments. *J Conserv Dent* 2011;14(2):169.
56. Kim J, Griggs J, Regan J, Ellis R, Cai Z. Effect of cryogenic treatment on nickel-titanium endodontic instruments. *Int Endod J* 2005;38(6):364-71.
57. 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.
58. Anderson ME, Price JW, Parashos P. Fracture resistance of electropolished rotary nickel–titanium endodontic instruments. *J Endod* 2007;33(10): 1212-16.
59. 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.
60. 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.
61. 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.
62. Peters OA, Gluskin A, Weiss R, Han J. An in vitro assessment of the physical properties of novel Hyflex nickel–titanium rotary instruments. *Int Endod J* 2012;45(11):1027-34.

63. 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.
64. Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, Clark WA, Kovarik L, Buie C, Liu J, Johnson WB. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *J Endod* 2009;35(11):1589-93.
65. Al-Hadlaq SM, AlJarbou FA, AlThumairy RI. Evaluation of cyclic flexural fatigue of M-wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2010;36(2): 305-07.
66. De Vasconcelos RA, Murphy S, Carvalho CAT, Govindjee RG, Govindjee S, Peters OA. Evidence for reduced fatigue resistance of contemporary rotary instruments exposed to body temperature. *J Endod* 2016;42(5):782-87.
67. Shen Y, Coil J, Zhou H, Zheng Y, Haapasalo M. HyFlex nickel–titanium rotary instruments after clinical use: Metallurgical properties. *Int Endod J* 2013;46(8):720-29.
68. Otsuka K, Ren X. Physical metallurgy of Ti–Ni-based shape memory alloys. *Prog Mater Sci* 2005;50(5):511-678.
69. 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):253-58.
70. Gutmann J, Gao Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel–titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: A focused review. *Int Endod J* 2012;45(2):113-28.
71. Shen Y, Zhou H-m, 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.

72. 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.
73. Plotino G, Grande NM, Cotti E, Testarelli L, Gambarini G. Blue treatment enhances cyclic fatigue resistance of vortex nickel-titanium rotary files. *J Endod* 2014;40(9):1451-53.
74. Hu W, Whitten B, Sedgley C, Svec T. Effect of three NiTi files on transportation of the apical foramen. *Int Endod J* 2014;47(11):1064-71.
75. Shen Y, Zhou H, Coil JM, Aljazaeri B, Buttar R, Wang Z, Zheng Y-f, Haapasalo M. ProFile Vortex and Vortex Blue nickel-titanium rotary instruments after clinical use. *J Endod* 2015;41(6):937-42.
76. Hieawy A, Haapasalo M, Zhou H, Wang Z-j, Shen Y. Phase transformation behavior and resistance to bending and cyclic fatigue of ProTaper Gold and ProTaper Universal instruments. *J Endod* 2015;41(7):1134-38.
77. FKG Dentaire. https://www.fkg.ch/sites/default/files/FKG_Catalogue%202019_EN_WEB.pdf. 27 Ocak 2022.
78. 2Shape, Sequence of 2 shaping instruments in continuous rotation. <https://micro-mega.com/shaping/2shape/?lang=en>. 27 Ocak 2022.
79. Staffoli S, Grande NM, Plotino G, Özyürek T, Gündoğar M, Fortunato L, Polimeni A. Influence of environmental temperature, heat-treatment and design on the cyclic fatigue resistance of three generations of a single-file nickel–titanium rotary instrument. *Odontology* 2019;107(3):301-07.
80. Short JA, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod* 1997;23(8):503-07.
81. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod* 2000;26(3):161-65.

82. Liu CC. Microstructure and tool electrode erosion in EDM of TiN/Si₃N₄ composites. *Mater Sci Eng: A* 2003;363(1-2):221-27.
83. Pirani C, Iacono F, Generali L, Sassatelli P, Nucci C, Lusvarghi L, Gandolfi M, 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.
84. 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.
85. Pedullà E, Savio FL, 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):156-59.
86. HyFlex™ CM & EDM. <https://ap.coltene.com/pim/DOC/BRO/docbro60014375-03-18-tr-hyflex-cm-edm-a4straindv1.pdf>. 27 Ocak 2022.
87. Pedullà E, Leanza G, La Rosa G, Gueli A, Pasquale S, Plotino G, Rapisarda E. Cutting efficiency of conventional and heat-treated nickel–titanium rotary or reciprocating glide path instruments. *Int Endod J* 2020;53(3):376-84.
88. Prados-Privado M, Rojo R, Ivorra C, Prados-Frutos JC. Finite element analysis comparing WaveOne, WaveOne Gold, Reciproc and Reciproc Blue responses with bending and torsion tests. *J Mech Behav Biomed Mater* 2019;90:165-72.
89. Adigüzel M, Capar ID. Comparison of cyclic fatigue resistance of WaveOne and WaveOne Gold small, primary, and large instruments. *J Endod* 2017;43(4):623-27.
90. Gagliardi J, Versiani MA, de Sousa-Neto MD, Plazas-Garzon A, Basrani B. Evaluation of the shaping characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in curved canals. *J Endod* 2015;41(10):1718-24.

91. Elsaka S, Elnaghy A, Badr A. Torsional and bending resistance of WaveOne Gold, Reciproc and twisted file adaptive instruments. *Int Endod J* 2017;50(11):1077-83.
92. Silva EJNL, Tinoco JM, Tinoco EMB, Vieira VTL, Sassone LM, Lopes HP. Bending resistance and cyclic fatigue life of a new single-file reciprocating instrument WaveOne Gold. *Eur Endod J* 2016;1(1):1.
93. Gündoğar M, Özyürek T. Cyclic fatigue resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue nickel-titanium instruments. *J Endod* 2017;43(7):1192-96.
94. Yared G. Reciproc blue: The new generation of reciprocation. *G Ital Endod* 2017;31(2):96-101.
95. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Kafdağ Ö, Balkaya H. Effect of two different temperatures on resistance to cyclic fatigue of one Curve, EdgeFile, HyFlex CM and ProTaper next files. *Aust Endod J* 2020;46(1):68-72.
96. MicroMega.https://micro-mega.com/wp-content/uploads/2020/06/IFU_XLS_One_Curve-1.pdf. 06 Mart 2022.
97. MicroMega.<https://micro-mega.com/shaping/2shape/?lang=en>. 28 Ocak 2022.
98. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A review. *J Endod* 2004;30(8):559-67.
99. Young G, Parashos P, Messer H. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J* 2007;52-S63.
100. Chole D, Burad PA, Kundoor S, Bakle DS, Devagirkar A, Deshpande R. Canal transportation-a threat in endodontics: A review. *IOSR-JDMS* 2016;1564-72.
101. 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):505-09.

102. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod* 1975;1(8):255-62.
103. Sinai IH. Endodontic perforations: Their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc* 1977;95(1):90-95.
104. Ciobanu IE, Rusu D, Stratul S-I, Didilescu AC, Cristache CM. Root Canal stripping: Malpractice or common procedural accident-an ethical dilemma in endodontics. *Case Rep Dent* 2016;2016.
105. Jafarzadeh H, Abbott PV. Ledge formation: Review of a great challenge in endodontics. *J Endod* 2007;33(10):1155-62.
106. Touré B, Faye B, Kane AW, Lo CM, Niang B, Boucher Y. Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: A prospective study. *J Endod* 2011;37(11):1512-15.
107. Crump MC, Natkin E. Relationship of broken root canal instruments to endodontic case prognosis: A clinical investigation. *J Am Dent Assoc* 1970;80(6):1341-47.
108. McCoy T. Managing Endodontic Instrument Separation. *J Vet Dent* 2015;32(4):262-65.
109. Gluskin AH, Peters CI, Wong RD, Ruddle CJ. Retreatment of Non-Healing Endodontic Therapy and Management of Mishaps In: Ingle J, Bakland LK, Baumgartner CJ. *Ingle's Endodontics*, 6 ed. Hamilton, BC Decker Inc; 2008: 1088-161.
110. Van der Vyver PJ, Vorster M, Paleker F, De Wet FA. Errors in root canal preparation: A review of the literature and clinical case reports. *S Afr Dent J* 2019;74(5):246-54.

111. 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.
112. Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2006;39(3):196-202.
113. Nagy CD, Szabó J, Szabó J. A mathematically based classification of root canal curvatures on natural human teeth. *J Endod* 1995;21(11):557-60.
114. 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.
115. Marceliano-Alves M, Sousa-Neto M, Fidel S, Steier L, Robinson J, Pécora J, Versiani M. Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multifile rotary systems: A micro-CT study. *Int Endod J* 2015;48(12):1129-36.
116. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J. Endod* 1987;243-5.
117. Al-Manei K, Al-Hadlaq S. Evaluation of the root canal shaping ability of two rotary nickel–titanium systems. *Int Endod J* 2014;47(10):974-79.
118. Bramante C, Betti L. Efficacy of Quantec rotary instruments for gutta-percha removal. *Int Endod J* 2000;33(5):463-67.
119. Bürklein S, Mathey D, Schäfer E. Shaping ability of ProTaper NEXT and BT-Racer nickel–titanium instruments in severely curved root canals. *Int Endod J* 2015;48(8):774-81.
120. Tachibana H, Matsumoto K. Applicability of x-ray computerized tomography in endodontics. *Dent Traumatol* 1990;6(1):16-20.

121. Kiarudi AH, Eghbal MJ, Safi Y, Aghdasi MM, Fazlyab M. The applications of cone-beam computed tomography in endodontics: A review of literature. *Iran Endod J* 2015;10(1):16.
122. Durack C, Patel S. Cone beam computed tomography in endodontics. *Braz Dent J* 2012;23(3):179-91.
123. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbals G, Mickevičienė 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.
124. Patel S, Horner K. The use of cone beam computed tomography in endodontics. *Int Endod J* 2009;42(9):755-56.
125. Bernardes RA, Rocha EA, Duarte MAH, Vivan 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.
126. Gergi R, Abou Rjeily J, 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):904-07.
127. Sohaib S, Peppercorn P, Horrocks J, Keene M, Kenyon G, Reznick R. The effect of decreasing mAs on image quality and patient dose in sinus CT. *Br J Radiol* 2001;74(878):157-61.
128. Cohnen M, Fischer H, Hamacher J, Lins E, Kötter R, Mödder U. CT of the head by use of reduced current and kilovoltage: Relationship between image quality and dose reduction. *Am J Neuroradiol* 2000;21(9):1654-60.

129. Liedke GS, da Silveira HED, da Silveira HLD, Dutra V, de Figueiredo JAP. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. *J Endod* 2009;35(2): 233-35.
130. Kamburoğlu K, Kursun S. A comparison of the diagnostic accuracy of CBCT images of different voxel resolutions used to detect simulated small internal resorption cavities. *Int Endod J* 2010;43(9):798-807.
131. Keleş A, Alçin H. Mikro Bilgisayarlı Tomografi ve Endodontik Araştırmalardaki Yeri. *Türkiye Klin. J Endod-Special* 2015;1(3):32-39.
132. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;32(2):271-75.
133. Altunbaş D, Kuştarcı A, Akpınar KE, Arslan D. Mtwo ve S5 NiTi döner kanal eğelerinin yapay kök kanalını şekillendirme etkinliklerinin karşılaştırılması. *Acta Odontol Turc* 2016;33(3):115-20.
134. Silva EJNL, Vieira VCG, Tameirão MDN, Belladonna FG, Neves AdA, Souza EM, De-Deus G. Quantitative transportation assessment in curved canals prepared with an off-centered rectangular design system. *Braz Oral Res* 2016;30.
135. Sousa-Neto MDd, Silva-Sousa YC, Mazzi-Chaves JF, Carvalho KKT, Barbosa AFS, Versiani MA, Jacobs R, Leoni GB. Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: A literature review. *Braz Oral Res* 2018; 32-66.
136. 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):360-65.
137. Wu M-K, 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):210-16.

138. 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.
139. Shah DY, Wadekar SI, Dadpe AM, Jadhav GR, Choudhary LJ, Kalra DD. Canal transportation and centering ability of protaper and self-adjusting file system in long oval canals: An ex-vivo cone-beam computed tomography analysis. *J Conserv Dent* 2017;20(2):105.
140. López FU, Fachin EV, Fontanella VRC, Barletta FB, Só MVR, Grecca FS. Apical transportation: A comparative evaluation of three root canal instrumentation techniques with three different apical diameters. *J Endod* 2008;34(12):1545-48.
141. Pasternak-Júnior B, Sousa-Neto M, Silva R. Canal transportation and centering ability of RaCe rotary instruments. *Int Endod J* 2009;42(6):499-506.
142. 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.
143. Sousa-Neto MD, Crozeta BM, Lopes FC, Mazzi-Chaves JF, Pereira RD, Silva-Sousa AC, Amaral MCdA, Steier L, Jacobs R, Silva-Sousa YTC. A micro-CT evaluation of the performance of rotary and reciprocating single-file systems in shaping ability of curved root canals. *Braz Oral Res* 2020;34-39.
144. 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.

145. 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):138-141.
146. Saber S, Nagy M, Schäfer E. Comparative evaluation of the shaping ability of Wave One, Reciproc and One Shape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2015;48(1):109-14.
147. 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.
148. 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.
149. Saleh AM, Gilani PV, Tavanafar S, Schäfer E. Shaping ability of 4 different single-file systems in simulated S-shaped canals. *J Endod* 2015;41(4):548-52.
150. Marzouk AM, Ghoneim AG. Computed tomographic evaluation of canal shape instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium systems. *J Endod* 2013;39(7):906-09.
151. Das S, Pradhan PK, Lata S, Sinha SP. Comparative evaluation of dentinal crack formation after root canal preparation using ProTaper Next, OneShape, and Hyflex EDM. *J Conserv Dent* 2018;21(2):153.
152. Özyürek T, Gündoğar M, Uslu G, Yılmaz K, Staffoli S, Nm G, Plotino G, Polimeni A. Cyclic fatigue resistances of Hyflex EDM, WaveOne gold, Reciproc blue and 2shape NiTi rotary files in different artificial canals. *Odontology* 2018;106(4):408-13.

153. Razcha 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;46(5):675-81.
154. Yeter KY, Güneş B, Bayrakdar IS. Shaping Ability of WaveOne Gold Primary in combination with different glide path file systems in curved root canals. *Selcuk Dent J* 2020;7(2):304-09.
155. Bal EZ, Gunes B, Bayrakdar IS. Comparison of root canal shaping ability of different heat-treated NiTi single files: A micro-CT study. *Quintessence Int (Berlin, Germany: 1985)* 2021;2-11.
156. Kim H, Jeon S-J, Seo M-S. Comparison of the canal transportation of ProTaper GOLD, WaveOne GOLD, and TruNatomy in simulated double-curved canals. *BMC Oral Health* 2021;21(1):1-7.
157. Erik AA, Erik CE, Yildirim D. Resiprokal ve rotasyonel hareket ile çalışan yeni nesil tek eğe sistemlerinin şekillendirebilme etkinliklerinin konik ışınli bilgisayarlı tomografi kullanarak karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağ Bil Der* 2019;10(2):93-98.
158. Özyürek T, Yılmaz K, Uslu G. Shaping ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM single-file systems in simulated S-shaped canals. *J Endod* 2017;43(5):805-09.
159. Wu M-K, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89(6):739-43.
160. Freire LG, Gavini G, Cunha RS, Santos Md. Assessing apical transportation in curved canals: Comparison between cross-sections and micro-computed tomography. *Braz Oral Res* 2012;26(3):222-27.

161. Endal U, Shen Y, Knut A, Gao Y, Haapasalo M. A high-resolution computed tomographic study of changes in root canal isthmus area by instrumentation and root filling. *J Endod* 2011;37(2):223-27.
162. Zanesco C, Só MVR, Schmidt S, Fontanella VRC, 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.
163. Hashem AAR, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GAF. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J Endod* 2012;38(7):996-1000.

EKLER

EK-1. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

ADI SOYADI : Seher AKTAŞ

GÖREV YERİ : Eskişehir Osmangazi Üniversitesi / Diş Hekimliği Fakültesi

HALEN GÖREVİ : Araştırma Görevlisi

BÖLÜM : Endodonti AD

SON 5 YILDAKİ ÖNEMLİ YAYINLAR

1. Orhan, E. O., Bahadır, D., Akgün, C., & Aktaş, S. (2021). Scanning electron microscopic evaluation of the efficacy of 5% ethylenediaminetetraacetic acid for smear layer removal. *Microscopy Research and Technique*, 84(2), 253-260.

EK-2. ETİK KURUL ONAYI



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

Sayı : E-25403353-050.99-68771
Konu : 2020 - 247 Karar

20.07.2020

Sayın Dr.Öğr.Üy.Kübra YEŞİLDAL YETER
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı

Karar Tarihi: 16.06.2020
Karar Sayısı: 30

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyesi Dr.Öğr.Üy.Kübra YEŞİLDAL YETER'in sorumluluğunda yürütülecek olan *"TruNatomy, WaveOne Gold, HyFlex EDM Ni-Ti Ege Sistemlerinin Şekillendirme Yeteneklerinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi"* başlıklı araştırma/çalışma gereç, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, araştırmanın/çalışmanın gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel yönden sakınca bulunmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini saygı ile rica ederim.

Prof. Dr. Varol ŞAHİNTÜRK
Kurul Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : 735709b-1fa8-43d5-bb74-a5e5c74b5fc2

Belge Doğrulama Adresi : <https://obyasnetm.ogu.edu.tr/Flora>

Adres : Mıncık Kampüsü 26040 Osmangazi
Telefon : 0222 2393750 - Faks: 0222 2261418
İnternet Adresi : www.ogu.edu.tr
KEP adresi : etik.osmangaziunivirk@ogu1.kep.tr

Bilgi için : Ark GÜVEN
Telefon : 2393770-4404
E-posta : a.guven@ogu.edu.tr





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

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

Doç.Dr.Ferit KÖŞGER
(Raportör)
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Röntgen Radyasyon ve Hastalıkları AD

Prof.Dr.Önder SAYILGİL
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik AD

Prof.Dr.Senay BİNCER ÖNER
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi Biyostatistik AD

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

Prof.Dr.Melih ÖZGEN
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD

Prof.Dr.Özlem ÖRSAL
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Fakültesi
Halk Sağlığı Hemiyereligi AD

Doç.Dr.Suana SAYILSOY
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Radyoloji AD

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

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

Doç.Dr.Mehmet YELİPAŞAĞLU
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Kadın Hastalıkları ve Doğum AD

Doç.Dr.Zeynep BARIS
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD / Çocuk Gastroenteroloji BD

Dr.Öğr.Çy.Mevluda Değer BİLGEÇ
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi Güne Hastalıkları AD

Av. Önder CAN
Avukat

Etik Kurul Sekreterliği
Aytem SERTTAŞ
Tel: 0 222 239 29 79 / 4600

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

KARAR FORMU

Başvuru Tarihi: 05.06.2020	Çalışmanın Başlığı: <i>"TruNatomy, WaveOne Gold, HyFlex EDM Ni-Ti Ege Sistemlerinin Şekillendirme Yeteneklerinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi"</i> Çalışmacılar: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı - Dr.Öğr.Üy.Kübra YEŞİLDAL, YETER (Tez Danışmanı), Arş.Gör.Dr.Seher AKTAŞ (Tez Sahibi)
Çalışmanın değerlendirildiği ilk toplantı tarihi: 16.06.2020	Sonuç: 1. Laboratuvarında yapılacak araştırmaların ulusal ve/veya uluslararası standartlara uygun geçerliliği kabul edilmiş yöntemler kullanılarak çalışılması esastır. Mevzuat gereği araştırmaya ilişkin materyal ve kayıtların uygun koşullarda sonuçlar yayınlanıncaya kadar muhafazası şarttır. Araştırmacıların kurulumuza taahhütnameyle iletmis oldukları sorumlulukları yerine getirmeleri beklenmektedir. 2. Kurum izinlerinin alınması araştırmacıların sorumluluğunda olup, ilgili kurumdan alınan izin yazılarının kurulumuza iletilmesi gerekmektedir.
Karar Tarihi: 16.06.2020 Karar No: 30	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyesi Dr.Öğr.Üy.Kübra YEŞİLDAL, YETER'in sorumluluğunda yürütülecek olan <i>"TruNatomy, WaveOne Gold, HyFlex EDM Ni-Ti Ege Sistemlerinin Şekillendirme Yeteneklerinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi"</i> başlıklı araştırma/çalışma gereç, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, araştırmanın/çalışmanın gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel yönden sakınca bulunmadığına oy birliği ile karar verilmiştir. Araştırmacılara başarılar dileriz.



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

Çalışmanın Başlığı: "TruNatomy, WaveOne Gold, HyFlex EDM Ni-Ti Eğe Sistemlerinin Şekillendirme Yeteneklerinin Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi"

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

EK-3. BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ ONAY BELGESİ

T.C.

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOMİSYONU BAŞKANLIĞI

Bilim Alanı: Endodonti

Proje No: 202045A222

PROJENİN ADI

TruNatomy, WaveOne Gold, HyFlex EDM Ni-Ti EĞE SİSTEMLERİNİN
ŞEKİLLENDİRME YETENEKLERİNİN MİKRO BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

PROJE YÖNETİCİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Kübra YEŞİLDAL YETER/ Endodonti Anabilim Dalı Diş Hekimliği Fakültesi

PROJE ÇALIŞANLARI

Arş. Gör. Dt Seher AKTAŞ/ Endodonti Anabilim Dalı Diş Hekimliği Fakültesi

Başlama Tarihi: 25.09.2020

Bitiş Tarihi: 25.03.2022

Proje Desteği: 29.855,00 ₺

Harcanan Miktar: 29.739,96 ₺