

T.C
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ VE ENDODONTİ
ANABİLİM DALI

**KAYMA YOLU EĞELERİNİN FARKLI DÖNER EĞE
SİSTEMLERİ İLE KULLANILDIĞINDA KÖK KANAL
ŞEKİLLENDİRME ETKİNLİĞİNİN VE APİKALDEN
TAŞAN DEBRİS MİKTARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Cihan KÜDEN

**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ VE ENDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. H. Oğuz YOLDAŞ**

ADANA 2017

T.C
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ VE ENDODONTİ
ANABİLİM DALI

**KAYMA YOLU EĞELERİNİN FARKLI DÖNER EĞE
SİSTEMLERİ İLE KULLANILDIĞINDA KÖK KANAL
ŞEKİLLENDİRME ETKİNLİĞİNİN VE APİKALDEN
TAŞAN DEBRİS MİKTARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Cihan KÜDEN

**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ VE ENDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. H. Oğuz YOLDAŞ**

Bu çalışma TDK 2015-4413 nolu proje olarak Çukurova Üniversitesi Araştırma
Projeleri tarafından desteklenmiştir.

Tez No:.....
ADANA-2017

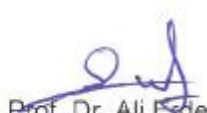
KABUL ve ONAY

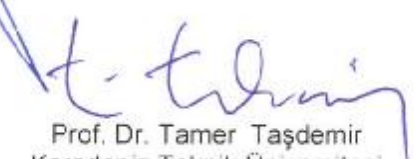
Endodonti Doktora Programı Çerçevesinde yürütölmüş olan
“Kayma Yolu Eğelerinin Farklı Döner Eğe Sistemleri ile Kullanıldığında Kök Kanal Şekillendirme
Etkinliğinin ve Apikalden Taşan Debris Miktarının Karşılaştırılması”
adlı çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tarihi: 20 / 04 / 2017

TEZ SINAV JÜRİSİ


Prof. Dr. H. Oğuz Yoldaş
Çukurova Üniversitesi
Başkan


Prof. Dr. Ali Erdemir
Kırıkkale Üniversitesi
Üye


Prof. Dr. Tamer Taşdemir
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Üye


Prof. Dr. Cem Doğan
Çukurova Üniversitesi
Üye


Yrd. Doç. Dr. Aysin Dumani
Çukurova Üniversitesi
Üye

Yukarıdaki Tez, Yönetim Kurulunun / / tarih ve
edilmiştir.

sayılı kararı ile kabul

Prof. Dr. Behice DURGUN
Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürü

T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullenir ve onaylar. 20/04/2017


İMZA

Adı Soyadı: Cihan Küden

Kayıtlı olunan Program : Endodonti
Tezin Konusu : Kayma Yolu Eğelerinin Farklı Döner Eğe Sistemleri ile Kullanıldığında Kök Kanal Şekillendirme Etkinliğinin ve Apikalden Taşan Debris Miktarının Karşılaştırılması

Tezin Türü : Yüksek Lisans : ☐ Doktora: ☒

Danışmanın Adı-Soyadı : Prof. Dr. H. Oğuz Yoldaş
Danışmanın İletişim Bilgileri
Telefon : 05323249261
E-Posta : oguzyoldas@gmail.com

Öğrencinin İletişim Bilgileri
Telefon : 05355910886
E-Posta : cihankuden@hotmail.com
Adresi : Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti
Anabilim Dalı

**Bu belgenin Lisansüstü eğitim tezleri savunmaya alınmadan önce öğrenci tarafından doldurulup imzalanarak Enstitü Müdürlüğüne teslim edilmesi gerekmektedir.*

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bilgilerini ve desteğini esirgemeyen, tezimin her aşamasında sabırla ve bilgisiyle bana yol gösteren, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum değerli hocam Prof. Dr. Oğuz YOLDAŞ'a,

Üniversite hayatıma başladığım andan itibaren, bu mesleği bana öğreten ve sevdiren, doktora eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen, aynı zamanda tezimin her aşamasıyla yürekten ilgilenen, değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Şehnaz YILMAZ ve Yrd. Doç. Dr. Ayşin DUMANI'ye,

Bana her zaman her konuda yardımcı olan ve desteği ile bana güven veren Yrd. Doç. Dr. Gonca B. KÜRKÜ'ye,

CBCT görüntülerinin elde edilmesinde, her türlü desteğini ve vaktini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Burcu EVLİCE'ye ve Prof. Dr. Haluk ÖZTUNÇ'a ,

Birlikte çalışmaktan keyif aldığım, tez çalışmamın klinik aşamasında canı gönülden yardımlarını sunan çalışma arkadaşlarım Arş. Gör. Dt. Zeynep ÖZPOLAT, Arş. Gör. Dt. Ayfer A. ATEŞ, Arş. Gör. Dt. Kadriye ÖZDAYI, Arş. Gör. Dt. Fırat ERGİN, Arş. Gör. Dt. Cemre SAPMAZ, ve hemşirelerimiz Nevin YANIK ve Dilek YONAT'a ,

Doktora tez çalışmamın deney ve yazım aşamalarında yardım ve desteğini esirgemeyen canım arkadaşım Gamze CÖMERTPAY'a,

İstatistiklerin yapım ve yorumunda yardımcı olan, grafiklerin ve tabloların düzenlenmesinde emeği geçen arkadaşım Berken ÇİMEN'e,

Debris ağırlığının hassas terazi ile ölçümü sırasında yardım ve vaktini esirgemeyen çalışma arkadaşım Fatih TEZCAN'a

Doktora süresince manevi desteklerini hep hissettiren sevgili arkadaşlarım Gözde GÜRBÜZ, Mualla AKCA, Melis DARAOĞLU, Zeynep ERSAN, Mehmet Can BAŞGİL, Hatice ŞİMŞEK, Orçun KORKMAZ ve burada isimlerini sayamadığım birçok arkadaşına sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca her zaman ve her ne olursa olsun ilgi ve sevgileri ile bana destek veren, bu günlere gelmemde en büyük paya sahip olan sevgili babam Ali KÜDEN, sevgili annem Ayzin KÜDEN ve kardeşim Hande KÜDEN başta olmak üzere tüm ailemeiçtenlikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY	ii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kök Kanal Tedavisinde Şekillendirme	3
2.1.1. Kök Kanal Şekillendirmesi Sırasında Oluşan Hatalar	4
2.1.1.1. Transportasyon (Yer Değiştirme)	4
2.1.1.2. Apikal bölgede kum saati oluşumu (Fermuar - Zip)	4
2.1.1.3. Dirsek (Elbow)	5
2.1.1.4. Basamak (Ledge)	5
2.1.1.5. Perforasyon	5
2.1.1.6. Kanalin tıkanması	5
2.1.1.7. Eğe Kırılması	5
2.1.2. Endodontik Kayma Yolu Oluşturma	6
2.1.2.1. Endodontik Kayma Yolu Oluşturan Manuel Sistemler	6
2.1.2.2. Endodontik Kayma Yolu Oluşturan Döner Sistemler	6
2.1.2.2.1. PathFile	7
2.1.2.2.2. ProGlider	8
2.1.2.2.3. G-Files	8
2.1.2.2.4. One G	9
2.1.3. Ni-Ti Döner Sistemler	10
2.1.3.1. ProTaper Next	13
2.1.3.2. Resiproc	14
2.1.3.3. OneShape	15

2.2. Kök Kanalı Şekillendirme Etkinliği İnceleme Teknikleri	15
2.2.1. Geleneksel Görüntüleme Yöntemleri.....	16
2.2.2. Üç Boyutlu Görüntüleme Teknikleri	16
2.3.Kök Kanal Şekillendirmesi Sırasında Apikalden Debris Çıkışı	17
2.3.1. Debris Çıkışına Etki Eden Faktörler	17
2.3.2. Debris Çıkışı Ölçümünde Kullanılan Yöntemler	19
3. GEREÇ ve YÖNTEMLER	20
3.1. Diş Seçimindeki Kriterler	20
3.2. Örneklerin Hazırlanması	21
3.3. Kök Kanal Genişletmesi	24
3.4. Süre Ölçümü.....	25
3.5. Debris Ölçümü	25
3.6. Transportasyon ve Merkezde Kalma Oranı Ölçümü	26
3.7. İstatistiksel Analiz	28
4.BULGULAR.....	29
4.1. Çalışma Zamanı Bulguları	29
4.2. Apikalden Taşan Debris Miktarı Bulguları.....	30
4.3. Kök Kanalında Oluşan Transportasyona Ait Bulgular	32
4.4. Kök Kanalında Merkezde Kalabilme Yeteneğine Ait Bulgular	44
5.TARTIŞMA.....	49
6.SONUÇ ve ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	68

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No:	Sayfa No:
Şekil 2.1. PathFile eğeleri ve yatay kesiti.....	7
Şekil 2.2. ProGlider eğesi ve yatay kesiti.....	8
Şekil 2.3. G-Files eğeleri ve yatay kesiti.....	9
Şekil 2.4. One G eğesi ve yatay kesiti.....	9
Şekil 2.5. ProTaper Next eğleri.....	13
Şekil 2.6. ProTaper Next eğesinin yatay kesiti.....	13
Şekil 2.7. Resiproc eğeleri ve yatay kesiti.....	14
Şekil 2.8. OneShape eğesi ve yatay kesiti ⁴⁷	15
Şekil 3.1. Meziyal kök boylarının eşit hale getirilmesi.....	20
Şekil 3.2. Apikal taşan debrisin toplanacağı düzenek.....	22
Şekil 3.3. 10 ⁻⁵ Hassas terazi.....	22
Şekil 3.4. Eppendorf içerisine yerleştirilen dişler.....	23
Şekil 3.5. CBCT ile taranan örnek.....	23
Şekil 3.6. Eppendorf içerisinde biriken debris ve sıvı.....	25
Şekil 3.7. Eppendorf tüplerin yerleştirildiği etüv.....	26
Şekil 3.8. CBCT ile taranan dişlerden elde edilen kesitler üzerindeki ölçümler.....	26
Şekil 4.1. Gruplara göre çalışma zamanı dağılımı (sn).....	30
Şekil 4.2. Gruplardaki apikalden taşan debris miktarının dağılımı (g).....	31
Şekil 4.3. Kök kanal transportasyonunun gruplar arasındaki dağılımı (mm).....	33
Şekil 4.4. Reciproc sistemi ile genişletilen kanalın preprasyon öncesi (A) ve sonrası (B) 2, 3, 5 ve 7 mm düzeylerindeki CBCT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler.....	35
Şekil 4.5. ProGlider sistemi ile kayma yolu oluşturulduktan sonra Reciproc sistemi ile genişletilen kanalın preprasyon öncesi (A) ve sonrası (B) 2, 3, 5 ve 7 mm düzeylerindeki CBCT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler.....	36
Şekil 4.6. OneShape sistemi ile genişletilen kanalın preprasyon öncesi (A) ve sonrası (B) 2, 3, 5 ve 7 mm düzeylerindeki CBCT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler.....	38
Şekil 4.7. OneG sistemi ile kayma yolu oluşturulduktan sonra OneShape sistemi ile genişletilen kanalın preprasyon öncesi (A) ve sonrası (B) 2, 3, 5 ve 7 mm düzeylerindeki CBCT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler.....	39
Şekil 4.8. ProTaper Next sistemi ile genişletilen kanalın preprasyon öncesi (A) ve sonrası (B) 2, 3, 5 ve 7 mm düzeylerindeki CBCT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler.....	41
Şekil 4.9. ProGlider sistemi ile kayma yolu oluşturulduktan sonra ProTaper Next sistemi ile genişletilen kanalın preprasyon öncesi (A) ve sonrası (B) 2, 3, 5 ve 7 mm düzeylerindeki CBCT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler.....	42

Şekil 4.10. Tüm ana sistemler toplamı ile kayma yolu sistemlerinin kök kanal transportasyonu açısından dağılımı	43
Şekil 4.11. Merkezde kalma oranının gruplar arasındaki dağılımı	45
Şekil 4.12. Tüm ana sistemler toplamı ile kayma yolu sistemlerinin merkezde kalma oranı açısından dağılımı	48



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge No:</u>	<u>Sayfa No:</u>
Çizelge 3.1. Grupların adlandırılması.....	21
Çizelge 4.1. Çalışma zamanı bulguları (sn).....	29
Çizelge 4.2. Apikalden taşan debris miktarına (g) ait ortalama değerler.....	30
Çizelge 4.3. Grupların transportasyon miktarının düzeyler açısından ve kendi içinde karşılaştırılması (mm).....	32
Çizelge 4.4. ProGlider sisteminin Reciproc sistemine kök kanal transportasyonu açısından etkisinin değerlendirilmesi (mm).....	34
Çizelge 4.5. OneG sisteminin OneShape sistemine kök kanal transportasyonu açısından etkisinin değerlendirilmesi (mm)	37
Çizelge 4.6. ProGlider sisteminin ProTaper Next sistemine kök kanal transportasyonu açısından etkisi (mm)	40
Çizelge 4.7. Tüm ana sistemler toplamı ile kayma yolu sistemlerinin kök kanal transportasyonu açısından etkisinin değerlendirilmesi (mm).....	43
Çizelge 4.8. Grupların merkezde kalma oranının düzeyler açısından ve kendi içinde karşılaştırılması	44
Çizelge 4.9. ProGlider sisteminin Reciproc sistemine kök kanal transportasyonu açısından etkisi	46
Çizelge 4.10. OneG sisteminin OneShape sistemine kök kanal transportasyonu açısından etkisi	46
Çizelge 4.11. ProGlider sisteminin ProTaper Next sistemine kök kanal transportasyonu açısından etkisi	47
Çizelge 4.12. Tüm ana sistemler toplamı ile kayma yolu sistemlerinin kanal merkezinde kalabilme kabiliyeti açısından etkisinin değerlendirilmesi.	47

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

CBCT	: Konik ışın hüzmeli bilgisayarlı tomografi
°C	: Derece Santigrat
dk	: Dakika
G	: Gauge
g	: Gram
ISO	: Uluslararası Standartlık Örgütü (International Organization for Standardization)
kV	: Kliovolt
μCT	: Mikro Tomografi
Maks	: Maksimum
M.K.K	: Merkezde Kalma Kabiliyeti
μm	: Mikrometre
mA	: Miliamper
mm	: Milimetre
Min	: Minimum
N	: ProTapet Next
N.cm	: Newton santimetre
Ni-Ti	: Nikel - Titanyum
NK	: ProGlider+ProTaper Next
Ort	: Ortalama
Q	: One Shape
QK	: One G+OneShape
sn	: Saniye
SS	: Standart sapma
R	: Reciproc
RK	: ProGlider+Reciproc
rpm	: Dakikadaki tur sayısı (round per minute)

ÖZET

Kayma Yolu Eğelerinin Farklı Döner Eğe Sistemleri ile Kullanıldığında Kök Kanal Şekillendirme Etkinliğinin ve Apikalden Taşan Debris Miktarının Karşılaştırılması

Bu in-vitro çalışmanın amacı; kayma yolu oluşturarak ve oluşturmadan resiprokal hareket yapan (Reciproc; VDW, Münih, Almanya), tam rotasyon yapan (ProTaper Next; Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre), (OneShape; Micro-Mega, Besancon Cedex, Fransa) 3 farklı döner Ni-Ti sistemini (1) kök kanal transportasyonu ve (2) merkezde kalma oranı açısından karşılaştırmak, (3) şekillendirme süresi ve (4) apikalden taşan debris miktarı açısından değerlendirmektir.

120 adet kök kanal kurvatürü yüksek eğime sahip alt çene birinci büyük azı dişin mezial kök kanalları 6 gruba ayrılmıştır. Şekillendirme öncesi ve sonrası tüm örneklerin CBCT taraması yapılmıştır. Kök kanalları Reciproc, ProTaper Next, OneShape, Proglider+Reciproc, OneG+OneShape ve ProGlider+ProTaper Next ile şekillendirilmiştir. CBCT görüntüleri üzerinde üç boyutlu modelleme yapılarak transportasyon ve merkezde kalma oranı değerlendirilmiştir. Taşan debrisin ağırlığı 10^{-5} hassas terazi ile ölçülmüştür. Toplam şekillendirme süresini içeren çalışma zamanı kaydedilmiştir. Elde edilen verilerin gruplar arası karşılaştırmasında tek yönlü varyans analizi ve çoklu karşılaştırmalar için Tukey testi kullanılmıştır. İstatistiksel analizde $p<0,05$ değeri anlamlılık düzeyi olarak kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, farklı düzeylerdeki transportasyon miktarı karşılaştırıldığında tüm gruplarda 7 mm'de istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Farklı düzeylerdeki merkezde kalma oranında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Kayma yolu oluşturulan gruplar daha iyi merkezde konumlanmıştır ve daha az transportasyon meydana gelmiştir. Kayma yolu oluşturulan gruplarda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla debris çıkışı meydana gelmiştir ($p<0,05$). OneShape grubu diğer gruplar ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az debris çıkışı oluşturmuştur ($p<0,05$). ProGlider+ProTaper Next grubunda şekillendirme süresi diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha uzun sürmüştür ($p<0,05$).

Sonuç olarak, çalışmamızda kullandığımız sistemlerin hepsi kabul edilebilir düzeyde transportasyon oluşumuna sebep olmuştur. Sistemlerin hepsi merkezden sapma göstermiştir. Bu çalışmanın sınırları dahilinde kayma yolu oluşturan döner sistemler daha fazla debris çıkışına neden olmuştur. Daha güvenilir sonuçlara ulaşmak için farklı gruplar dahil edilerek daha fazla araştırmalara gereksinim duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kayma yolu, Debris taşması, CBCT, Transportasyon, Resiprokasyon, Tek eğe

ABSTRACT

Comparison of Shaping Efficacy and Debris Extrusion of Different Rotary Instruments with or without Glide Path in Root Canal

The aim of this in-vitro study was to compare (i) canal transportation and (ii) centering ability of three different rotary systems working with reciprocal (Reciproc; VDW, Munich, Germany) and rotation movement systems (ProTaper Next; Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland), (OneShape; Micro-Mega, Besancon Cedex, France) with or without creating a glide path using cone beam computed tomography (CBCT), (iii) to assess preparation time and (iv) amount of debris extrusion produced by different rotary systems with or without glide path.

One hundred twenty severe curved mesial root canals of mandibular I. molars were randomly divided into six groups and scanned before and after preparation with CBCT. The root canals were instrumented with; Reciproc, ProTaper Next, OneShape, ProGlider+Reciproc, OneG+OneShape and ProGlider+ProTaper Next. The amount of extruded debris were weighed using a 10^{-5} microbalance. Transportation and centering ratio were assessed by using 3D reconstructions on CBCT images. The working time required to complete instrumentation was also recorded. One-way analysis of variance and Tukey tests were used for inter-group and multi-group comparisons of the obtained data, respectively. Statistical significance was set as $p < 0.05$.

According to the results obtained, when compared transportation at different levels, statistically significant differences were detected in all groups at 7 mm ($p < 0.05$). No statistically significant differences were detected in centering ability values at different levels ($p > 0.05$). Creating a glide path resulted better centering ability in the root canals and less transportation of the root canals. Created glide path group had statistically significant effect on the amount of extrusion ($p < 0.05$). OneShape group extruded statistically significant less irrigant compared to other groups ($p < 0.05$). The preparation time with ProGlider+ProTaper Next was statistically significantly longer than other systems ($p < 0.05$).

In conclusion, all systems used in the present study caused the formation of transportation in acceptable levels. All systems showed deviation from canal center. Within the limitations of this study glide path rotary instruments extruded relatively more debris. To draw more reliable conclusions further supporting research by including different groups is necessary.

Keywords: Glide path, Debris extrusion, CBCT, Transportation, Reciprocation, Single file

1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin amacı, kök kanalının orjinal anatomik şekline bağlı olarak kök kanal sistemi içerisindeki enfekte dokuların uzaklaştırılması, dezenfeksiyonu ve sızdırmaz bir şekilde doldurulmasıdır.

Kök kanallarının şekillendirilmesi ve temizlenmesi, endodontik tedavinin başarısına etki eden önemli aşamalardan birini oluşturmaktadır^{1,2}. Kök kanal sistemini enfekte eden bakteriler ve ürünleri, konakladıkları canlı ve nekrotik dokular ile tükürük ürünleri ortamdan arındırılmalı, kanalların orjinal anatomisi korunarak apikale doğru daralan konik formda şekillendirilmelidir^{3,4}.

Dar ve eğimli kök kanallarının, yeterince genişletilmesi ve şekillendirilmesi oldukça güçtür. Paslanmaz çelik eğeler ile yapılan şekillendirme işlemi sırasında; apikal foramenin ya da kanalın orijinal konumundan başka bir konuma taşınması (kök kanal transportasyonu), apikalden debris taşınması, apikal bölgede kum saati oluşumu, basamak oluşumu, dirsek oluşumu, çalışma boyu kaybı, perforasyon gibi komplikasyonlarla karşılaşılabilmesi bildirilmiştir^{3,5,6}. Ni-Ti döner kanal aletlerinin gelişimi paslanmaz çelik eğelerinin dezavantajlarını büyük oranda azaltmıştır. Özellikle Ni-Ti teline uygulanan ısıtma işlemi ile, eğelerin kırılmaya karşı direnci artmıştır^{7,8}. Ni-Ti eğelerindeki artan dayanıklılık sistemler içerisindeki eğe sayısını azaltırken, yeterli şekillendirme sağlanabilmesi için aletlerin konikliği artmıştır^{9,10}. Bu durum özellikle dar ve eğimli kök kanallarında endodontik kayma yolu oluşturma ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

Endodontik kayma yolu kanal ağzı açıklığından fizyolojik apikal sonlanıma uzanan düz yuvarlak bir tünel olarak literatürde tanımlanmıştır¹¹. Kayma yolu oluşturma, Ni-Ti eğelerinin kullanım ömürlerinin artmasına ve kırılmaya karşı direncinin gelişmesine, aynı zamanda kök kanalının orjinal anatomik şekline bağlı kalmasına katkıda bulunmuştur. Yapılan çalışmalar ve üretici firmalar tek eğe sistemlerinin kayma yolu oluşturarak kullanımını önermektedir¹².

Periradiküler dokuların kök kanal tedavisi sırasında ne kadar korunduğu endodontik tedavinin başarısını etkileyen faktörlerden biridir. Şekillendirme esnasında iriganlar, bakteri, dentin artıkları ve nekrotik dokulardan oluşan debris, periapikal inflamasyona ve tedavi sonrası ağrıya sebebiyet verecek şekilde periradiküler dokulara

taşıyabilirler¹³. “Apikal ekstrüzyon” denilen bu durum, son yıllarda endodontide sıklıkla araştırılan bir konu haline gelmiştir. Kök kanallarından taşan debris bağışıklık sistemi tarafından antijen olarak algılanıp, akut enflamasyona yol açabilmektedir. Bu durum ağrı ile beraber post-operatif enflamasyona veya periapikal iyileşmenin gecikmesine ve hatta iyileşmenin gerçekleşmemesine neden olabilmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı; alt birinci büyükazı dişlerinin meziyobukkal kanallarının şekillendirilmesinde kayma yolu oluşturan sistemlerin (ProGlider (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) veya OneG (Micro-Mega, Besancon Cedex, Fransa)] günümüzde yaygın olarak kullanılan üç farklı Ni-Ti döner ege sistemleriyle [Resiproc (VDW, Mönih, Almanya), ProTaper Next (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ve OneShape; (Micro-Mega, Besancon Cedex, Fransa)] birlikte kullanıldığında taşan debris miktarının, çalışma sürelerinin ve konik ışıın hüzmeli bilgisayarlı tomografi (CBCT) ile kanal transportasyonun in-vitro olarak karşılaştırılmasıdır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda kayma yolu sistemlerinin kök kanal şekillendirmesi etkinliğı hakkında bilgi sahibi olmak ve literatüre yeni kaynaklar sunmak hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanal Tedavisinde Şekillendirme

Şekillendirme ve temizleme aşaması, sadece mekanik bir durum olmayıp, biyolojik prensipler içinde ele alındığından biyomekanik preparasyon adıyla nitelendirilmektedir^{3,14}. Biyomekanik preparasyon, kanal içindeki enfekte ve nekrotik pulpa dokusunun, bakteri ve toksinleri ile diğer immünolojik faktörlerin kök kanalından çıkarılmasının yanında, şekillendirme sonunda kanalın en dar bölümünün apikal foramende olacak şekilde korondan apikale doğru gittikçe daralan konik bir formda oluşturulmasıdır^{3,15}. Antimikrobiyal yıkama solüsyonları kullanılarak mekanik temizleme işlemine kimyasal olarak destek sağlanmalıdır. Şekillendirilmiş bir kök kanalı, orijinal kök kanalı anatomisine uyum göstermeli ve doldurma işleminin kolayca uygulanmasına izin verecek yapıda olmalıdır^{1,3}.

Schilder'in³ sınıflamasına göre şekillendirme işlemleri esnasında dikkat edilecek biyomekanik esaslar iki ana başlık altında değerlendirilmiştir.

Mekanik Prensipler;

- § Şekillendirilmiş kök kanalı, apikalden koronale gittikçe genişleyen yapıda olmalıdır.
- § Şekillendirme işlemi apikal foramende sonlanmalı ve bu kısım konik şeklin en dar yeri olmalıdır.
- § Apikal foramenin ve kök kanalının orijinal şekli ve pozisyonu korunmalıdır.

Biyolojik Prensipler;

- § Şekillendirme işlemleri sırasında fizyolojik apikal foramen aşılmamalıdır.
- § Genişletme ve şekillendirme işlemleri sırasında oluşan artıklar apikal foramenden periapikal dokulara itilmemelidir.
- § Genişletme ve şekillendirme işlemleri tek seansta bitirilmelidir.
- § Antimikrobiyal etki için kanal içi dezenfektanlar uygulanmalıdır.
- § Kök kanalları içerisinde pulpa dokusu, bakteriler ve nekrotik artıklar bırakılmamalıdır.

Bu koşullarısağlayan ideal bir kök kanalı şekli oluşturmak, özellikle de dar ve eğri kanalların şekillendirilmesinde kolay olmayabilmektedir. Şekillendirme işlemlerini yeterli yapabilmek için kanalların anatomisi iyi bilinmelidir.

2.1.1. Kök Kanal Şekillendirmesi Sırasında Oluşan Hatalar

Kök kanal şekillendirmesi sırasında karşılaşılabilecek komplikasyonlar; zip, basamak, dirsek, apikal foramen ve kanal transportasyonu, kök ucunun dentin artıklarıyla tıkanması, kök kanalının düzleşmesi, kanal duvarında stripping tipi perforasyonlar oluşumu, alet kırılmaları, köklerde görülen çatlaklar ve kırıklar, apikalde ve furkasyon bölgesinde görülen perforasyonlar şeklinde sıralanmaktadır^{16,17}.

Weine¹ akril bloklardaki çalışmasında kanallarda kum saati şeklini göstermiştir ve meydana gelen daralmayı “dirsek”, apikal bölgedeki en geniş alanı “zip” olarak adlandırmıştır.

2.1.1.1. Transportasyon (Yer Değiştirme)

Kök kanal duvarlarının sadece belirli bir kısmından dentin çıkarılması ile orjinal kanal yolunun veya apikal foramenin yer değiştirmesiyle meydana gelir. Kökten alınan yatay kesitte kanal merkezi kurvatür eğimine göre yanlara doğru kaydığı gözlenebilir. Bazı durumlarda ise kanalın koronal kısmını düzleştirmek için isteğe bağlı olarak oluşturulabilir. Kanal sisteminin kök içerisindeki hareketini tanımlamak için “internal transportasyon” terimi; apikal foramenin genişletilmesi ya da yerinin değiştirilmesi için “external transportasyon” terimi kullanılmaktadır¹⁸.

2.1.1.2. Apikal bölgede kum saati oluşumu (Fermuar - Zip)

Normalde eğri olan bir kanalın özellikle apikal üçlüde düzleştirilmesiyle oluşan düzensiz geniş bir alan meydana gelmesidir. Başlıca nedenleri, eğri kanalın büyük çaplı ve esnekliği az aletlerle genişletilmesi, eğerle mümkün olduğunca kanalın orijinal şekline göre ön eğim verilmemesi ve eğri kanalda aletin rotasyon hareketi ile kullanılması gösterilmektedir¹. Bu alan, meziyo-distal yönde kum saatine; enine kesitlerde ise su damlası şekline benzetilmektedir¹⁹.

2.1.1.3. Dirsek (Elbow)

Eğri bir kanalda zip oluşumunda, apikalde oluşan düzensiz geniş alanın hemen koronalinde ortaya çıkan iyatrojenik defekt tanımlanmaktadır. Kanalin apikal kısmında bir kum saati şekli meydana gelmiş, böylelikle apikal foramen kök kanalının en dar noktası olmaktan çıkmıştır ve şekillendirilen bu yeni yer, kanalın en dar kısmını oluşturmuştur. Bu nedenle bu tür vakaların çoğunda, kök kanal dolgusu ancak dirsekte sonlandırılabilir ve daha apikalde kalan zip bölgesi ne tam olarak temizlenebilir, ne de tam olarak doldurulabilir¹⁹.

2.1.1.4. Basamak (Ledge)

Kanal eğelerinin çapları arttıkça esneklikleri azalmaktadır. Eğimli kanallarda şekillendirme sırasında fazla kuvvet uygulandığı takdirde eğe apikale ulaşmadan dentin duvarında çentik oluşturması basamak olarak adlandırılmıştır. Böyle bir durumda eğelerin basamağın ötesine ilerlemesi zor olduğundan çalışma boyu kayıpları oluşabilir. Dar köklere sahip dişlerin eğimli kanallarında basamak oluşuktan sonra eğelerle aşırı kuvvet uygulanmaya devam edildiği takdirde perforasyon oluşturulabilir^{14,20}.

2.1.1.5. Perforasyon

Kanal içerisinde yapılan preparasyonlar esnasında kökün delinmesiyle kanalın periodontal aralıkla ilişkiye geçmesi durumudur. Endodontik tedavinin başarısız olmasına neden olan önemli faktörlerden birinin, iyatrojenik perforasyonlar olduğu bildirilmiştir. İyatrojenik perforasyonlar bulundukları yere göre furkasyon perforasyonlar, lateral perforasyonlar ve apikal perforasyonlar olarak sınıflandırılabilir. Genellikle bir transportasyon ya da basamak oluşuktan sonra görülür^{14,20}.

2.1.1.6. Kanalin tıkanması

Dentin ve doku artıklarının apikal bölgeye doğru itilerek yığın oluşturması sonucunda sert bir kütle oluşturması veya alet kırılması sonucunda apikal foramene ulaşımın engellenmesidir¹⁴.

2.1.1.7. Eğe Kırılması

Ni-Ti enstrümanlarda kök kanal şekillendirme işlemi sırasında maruz kaldıkları

stresler nedeniyle kırık meydana gelebilmektedir. Döngüsel yorgunluğa bağlı olarak oluşan enstrüman kırıklarında kanal eğiminin en önemli etken olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir^{14,21}.

2.1.2. Endodontik Kayma Yolu Oluşturma

Endodontik kayma yolu; kök kanal ağzı açıklığından fizyolojik apekse uzanan düz yuvarlak bir tünel olarak tanımlanmıştır^{22,23}. Kanal ağzından fizyolojik apekse uzanan kayma yolu, ilk döner aletin açmış olduğu yolu takip edebilmesine izin vererek Ni-Ti enstrümanlarla ileri şekillendirmeye olanak tanır²⁴. Başarılı bir kayma yolu; torsiyonel stresi azaltır, şekillendirme enstrümanının ömrünü uzatır, basamak oluşumu, perforasyon veya kanal transportasyonu gibi prosedürel hataları azaltır^{14,22,25}.

Endodontik kayma yolu, eğimlendirilmiş paslanmaz çelik K-tipi eğelerle veya Ni-Ti kayma yolu eğeleri ile oluşturulabilir. Paslanmaz çelik K-tipi eğeler; gelişmiş dokunma hissi, anatomik kurvatürlerin değerlendirebilme, ege kırık riskinde azalma, kanal tıkanıklarının aşılabilmesi ve düşük maliyet gibi avantajlara sahiptir^{22,25,26}. El eğeleri ile kayma yolu oluşturma dezavantajları arasında; hekim ve el yorgunluğu, artan genişletme süresi, daha büyük eğelerin kullanımında kanaldan sapma riskinin artması ve orjinal kanal anatomisinin değişimi, ve apikalden çıkan debris miktarında artma gösterilmektedir²⁷.

2.1.2.1. Endodontik Kayma Yolu Oluşturan Manuel Sistemler

K tipi eğeler, C- Pilot eğeler (VDW, Münih, Almanya), C+ eğeler(Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Pathfinder SS (SybronEndo, Glendora, CA, ABD), Pathfinders CS (SybronEndo, Glendora, CA, ABD), Senseus Profinders (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Hi-5 file (Miltex, York, PA, ABD), K finders (Sendoline, Sjodings, İsveç), S finders (Sendoline, Sjodings, İsveç), D finders (Mani,Tochigi-ken, Japonya) kayma yolu oluşturmada el ile kullanılan eğelerdir.

K tipi eğeler; kayma yolu oluşturmada ilk kullanılan eğeler olup, günümüzde manuel eğeler arasında en çok tercih edilen egedir.

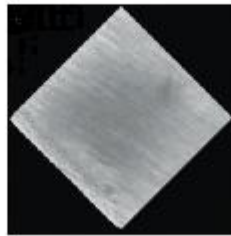
2.1.2.2. Endodontik Kayma Yolu Oluşturan Döner Sistemler

PathFiles (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), G Files (Micro-Mega,

Besançon, Fransa), Safesiders (Essential Dental Systems, NJ, ABD), V Glide Path 2 (S.S. White, PA, ABD), Pre Shaper (Specialized Endo, Portland, OR, ABD), Endowave (Morita, Dietzenbach, Almanya), ProGlider (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), OneG (Micro-Mega, Besançon, Fransa), X-Plorer Canal Navigation (Clinician's Choice Dental Products, New Milford, ABD), Scout Race (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre), HyFlex GPF (Coltene-Whaledent, Allstetten, İsviçre) endodontik kayma yolu oluşturan döner sistemlerdir.

2.1.2.2.1. PathFile

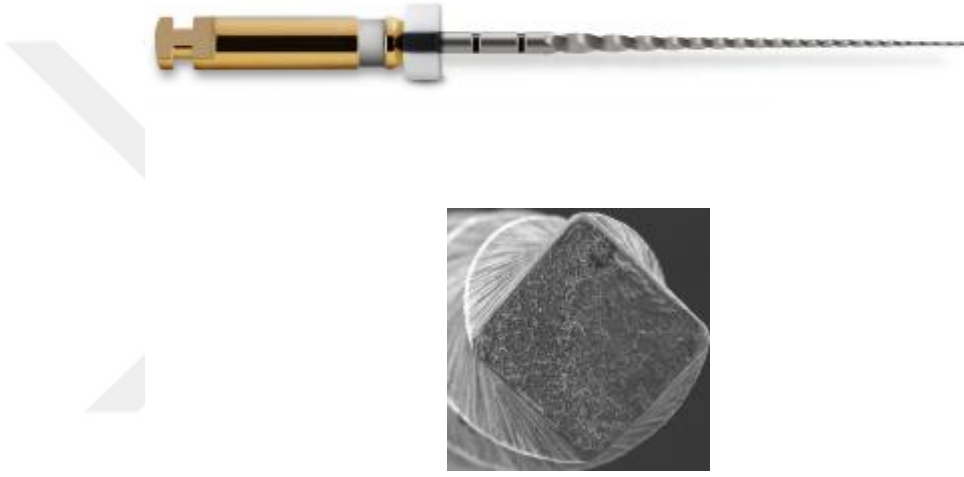
Endodontik kayma yolu oluşturmak için üretilen döner Ni-Ti enstrumanlardır. 0,13 mm, 0,16 mm 0,19 mm uç çaplarına sahip 3 adet eğeden oluşmakta olup .02'lik konikliğe sahiptir (Şekil 2.1). Yuvarlatılmış, kesici olmayan uçlara sahiptir. Eğelerin yatay kesiti karedir. Bu kesit eğenin torsiyonel strese karşı direncini artırırken, 4 kesici kenarı ile etkin genişletme sağladığı belirtilmiştir²⁸. Enstrumanlar 300 rpm hız ve 2 N.cm tork değerlerinde devamlı rotasyon yapmaktadır.



Şekil 2.1. PathFile eğeleri ve yatay kesiti

2.1.2.2.2. ProGlider

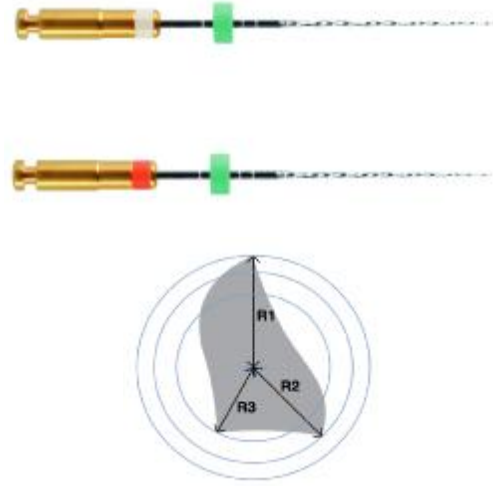
Tek bir eğeden oluşan, kayma yolu oluşturmak için tasarlanmış, Ni-Ti döner enstrumandır. ProGlider kesici olmayan 0,16 mm uca sahiptir (Şekil 2.2). Eğenin kesici bölgesi .02'den .08'e değişen artan bir koniklik göstermektedir, M-wire ısıtım işlem teknolojisi ile üretildiğinden, döngüsel yorgunluk direnci ve esnekliği yüksektir²⁹. Enstruman 300 rpm hız ve 2 N.cm tork değerlerinde devamlı rotasyon yapmaktadır. Maksimum tork değeri 5,2 N.cm'dir. Eğe 21 mm, 25 mm ve 31 mm boylarında üretilmiştir.



Şekil 2.2. ProGlider eğesi ve yatay kesiti

2.1.2.2.3. G-Files

Endodontik kayma oluşturmak için üretilmiş G-Files; G1 ve G2 adı verilen 2 Ni-Ti eğeden oluşmaktadır (Şekil 2.3). Eğeler 0,12 mm ve 0,17 mm kesici olmayan uçlara ve .03 konikliğe sahiptir. Eğeler 21 mm, 25 mm ve 29 mm uzunluğunda üretilmişlerdir. Enstruman 250-400 rpm hız ve 1,2 N.cm tork değerlerinde devamlı rotasyon yapmaktadır. 3 farklı yarıçap üzerinde kesici kenarlarının bulunması debris eliminasyonu için yer sağlamaktadır.



Şekil 2.3. G-Files eğeleri ve yatay kesiti

2.1.2.2.4. One G

Endodontik kayma yolu oluşturmak için tasarlanmış tek eğe sisteminden oluşur (Şekil 2.4). Esneklik ve dngsel yorgunluğu arttıran M-Wire telinden özel bir ısıl işlem ile üretildiğinden; esneklik ve dngsel yorgunluk direnci yksektir³⁰. One G 0,14mm uç kalınlığına ve .03 konikliğe sahiptir. Yatay kesitte asimetrik olup, 3 kesici kenarı bulunmaktadır, böylelikle etkili debris eliminasyonu için daha fazla yer sađlamaktadır³⁰. Eğe 21 mm, 25 mm ve 29 mm boylarında üretilmiştir. Enstruman 250-400 rpm hız ve 1,2 N.cm tork değerlerinde devamlı rotasyon yapmaktadır.



Şekil 2.4. One G eğesi ve yatay kesiti

2.1.3. Ni-Ti Döner Sistemler

W.F.Buehler³¹ tarafından 1962 yılında geliştirilen Ni-Ti alaşım, Naval Ordinance Laboratuvarlarında üretilmiştir. Alaşımı oluşturan elementlerin ve geliştiren laboratuvarın baş harfleri kısaltılarak “nitinol” olarak adlandırılmıştır . Ni-Ti, Walia et al.³² tarafından ilk kez 1988 yılında endodontik eğelerin yapımında kullanımı gerçekleştirilmiştir. 1990’lı yıllardan itibaren endodontide döner nikel-titanyum eğelerin yaygınlaşması ve piyasada yerini almaya başlaması ile ön plana çıkmaya başlamıştır.

Ni-Ti alaşımın üstün elastikiyet özelliği ve şekil hafızasından dolayı Ni-Ti döner eğeler, kök kanal şekillendirmede orjinal kanal yolunu takip olanağı sağlayarak kök kanal anatomisini koruyabilen şekillendirmeler ortaya çıkarmıştır³³.

Ni-Ti alaşımlar mekanik gerilmelere ve sıcaklığa bağlı olarak iki farklı kristal yapı sergilerler. Bu kristal yapıların yüksek sıcaklıkta olanı “ostenit faz” ve düşük sıcaklıkta olanı ise “martensit faz” olarak adlandırılır³⁴. Sıcaklık, dönüşüm sıcaklığının altında olduğu sürece metal şeklini korur. Ni-Ti faz değiştirme ve bu sırada verilen şekli koruma yeteneği şekil hafızası özelliğini oluşturur. Bu tür süperelastik alaşımlar belli bir deformasyona maruz kaldıktan sonra üzerlerindeki yük kaldırıldığında eski hallerine dönebilme yeteneği gösterirler. Bu durum Ni-Ti alaşımların süperelastiklik özelliğinin sıradan metallerden yaklaşık on kat daha fazla olmasının bir göstergesidir. Paslanmaz çelik aletler ise benzer bir deformasyona maruz kaldıklarında, geri dönüşümsüz olarak şekil değiştirirler³⁵. Uzun yıllar kullanılan paslanmaz çelik eğelerin döner aletlerle kullanımlarının terk edilmesindeki en önemli etken, bu alaşımdan yapılan eğelerin düşük esneklik özelliğine sahip olmalarıdır. Paslanmaz çelik eğelerin özellikle kalınlıklarının artmasıyla esnekliklerinin azalması, şekillendirme sırasında meydana gelebilecek komplikasyonlar açısından önemli bir etkidir. Özellikle kurvatürlü kanallarda, paslanmaz çelik eğelerin orjinal şekline dönme eğilimi sonucu, kök kanal veya apikal transportasyon meydana gelecektir. Ni-Ti alaşımından üretilen eğeler ise süper elastisite özelliğine sahip olmalarından dolayı kanalın orjinal aksından sapma görülmemekte veya minimum düzeyde görülmektedir³⁶.

Ni-Ti döner enstrümanların fiziksel özelliklerinin ve klinik performanslarının geliştirilmesi amacıyla 2007 yılında yeni bir Ni-Ti alaşım olan M-Wire(Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, USA) geliştirilmiştir. Süperelastik M-Wire alaşım, taşıma işleminden önce Ni-Ti alaşıma özel bir termomekanik işlem (gerilim altında

ısıtma ve soğutma işlemi) uygulanması ile üretilir³⁷⁻³⁹.

Johnson et al.⁴⁰ tanımına göre, ağırlıkça %55.8 nikel ve %44.2 titanyum içeren 508 Nitinol'den yapılmış ham (işlenmemiş) tel belirli bir gerilim altında çekilir ve çeşitli sıcaklıklarda ısı uygulamasına maruz bırakılır. Sonuçta bazı kısımları hem martensitik hem de premartensitik R-faz içeren ve psödoelastisite sağlayan süperelastik M-Wire Ni-Ti alaşım elde edilir.

Yapılan birçok çalışmada martensitik yapı içeren M-Wire Ni-Ti alaşımdan yapılan döner enstrümanların, ostenitik yapı içeren geleneksel Ni-Ti'den yapılan enstrümanlarla karşılaştırıldığında, artmış esneklik ve artmış döngüsel yorgunluk direncine sahip olduğu ve eğri kök kanallarının şekillendirilmesini kolaylaştırdığı gösterilmiştir⁴⁰⁻⁴³. Diğer yandan Gambarini et al.³⁵, M-wire Ni-Ti alaşımdan üretilen enstrümanların döngüsel yorgunluk direncinin geleneksel Ni-Ti alaşımdan üretilen enstrümanlara göre daha yüksek olmadığını bildirmiştir. GT Series X (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, ABD), ProFile Vortex (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, ABD), Reciproc(VDW GmbH, Münih, Almanya), WaveOne(Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) M-Wire alaşımından üretilen başlıca enstrüman sistemleridir.

Ni-Ti döner sistemler geçmişten günümüze 5 jenerasyon olarak gruplandırılmıştır.³⁶

1. Jenerasyon: 1992 yılında Dr. McSpadden tarafından ilk .02 konikliğe sahip Ni-Ti döner alet dizayn edilmiştir. 1994'de Dr. Johnson .04 konikliğe sahip ProFile eğe sistemini geliştirmiştir. Bu gelişmeyi takiben .06 konikliğe sahip ProFile sistemi piyasaya sürülmüştür. Bu neslin diğer örnekleri; Quantec (Tycom, Irvine, CA, ABD), Greater Taper eğeler (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), LightSpeed (Discus Dental, Culver City, CA, ABD) Ni-Ti döner alet sistemleridir.
2. Jenerasyon: Bu eğelerin en önemli özelliği; radyal alan olmaksızın aktif kesici kenarlara sahip olmaları ve daha az eğe sayısı ile kök kanal şekillendirilmesinin tamamlanmasıdır. ProTaper (Dentsply Tulsa, ABD), EndoSequence (Brassler, Savannah, GA, ABD) ve RaCe (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) 2. Jenerasyon Ni-Ti sistemlere örnek teşkil etmektedir.

3. Jenerasyon: Ni-Ti alaşımların metalürjisinin gelişmesiyle ortaya çıkan enstruman sistemleridir. 2007 yılında nikel-titanyumun termal işlemlerden geçirilmesiyle elde edilen M-teli (SportsWire, Langley, OK, ABD) teknolojisi Dentsply tarafından üretilmiştir. 2007 yılında itibaren M-wire teknolojisi ile üretilen yeni Ni-Ti eğe sistemleri piyasaya sunulmuştur. Isıtma-soğutma gibi çeşitli termal işlemlerden geçirilen Ni-Ti alaşımların özellikle yorgunluk dayanımlarının artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Profile GT serisi (GTX; Dentsply, Tulsa, OK, ABD), Profile Vortex, Vortex Blue (Dentsply, Tulsa, ABD), HyFlex CM (Coltene Whaledent, Cuyahoga Falls, OH, ABD), K3XF (SybronEndo, Orange, CA, ABD) geliştirilen döner sistemlerdir.
4. Jenerasyon: Bu jenerasyonda döner sistemlerin hareket şekli ön plana çıkmıştır. 2008 yılında Dr. Ghassan Yared⁴⁴, 25 mm çap ve .08 konikliğe sahip tek bir ProTaper eğesi ile saat yönünde ve saat yönünün tersine eşit olmayan hareket yapan bir endodontik motor yardımı ile kök kanallarının şekillendirilebileceğini göstermiştir. 2011 yılında hem WaveOne (Dentsply, Tulsa, ABD) hem de Reciproc (VDW, Münih, Almanya) eğeleri “tek eğe” konsepti ile piyasaya sürülmüştür. Her iki eğede M-Wire teknolojisi ile üretilmiştir. Self Adjusting File (ReDent-Nova, Raanana, İsrail), Reciproc, WaveOne bu gruptaki sistemlerdir.
5. Jenerasyon: Bu gruptaki enstrumanlar kütle ve dönme merkezi dengelenecek şekilde asimetrik tasarlanmıştır. Eğeler, rotasyon hareketi yaparken eğenin tüm aktif çalışan uzunluğu boyunca ilerleyen bir mekanik dalgalanma hareketi oluştururlar. Bu sayede eğenin kanal içinde sıkışma riski azaltılırken, dentin talaşları ve debrisin dentin kanallarına itilmesinin aksine kanal dışına atılması sağlanır⁴⁵. Revo-S , OneShape (Micro Mega, Basençon, Fransa) ve Protaper Next (Dentsply, Maillefer, ABD) asimetrik dizayna sahip enstruman sistemleridir.

Tez çalışmamızda, kök kanal şekillendirmesinde çok basamaklı tam tur rotasyon yapan ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), tek eğe resiprokasyon sistemi Reciproc (VDW GmbH, Munich, Almanya) ve tek eğe tam rotasyon sistemi OneShape (Micro-Mega, Besancon, Fransa) kullanılmıştır.

2.1.3.1. ProTaper Next

ProTaper Next döner alet sistemi, eğelerinin sap kısmında bulunan X1 (sarı), X2 (kırmızı), X3 (mavi), X4 (çift siyah) ve X5 (çift sarı) olmak üzere 5 adet eğeden oluşmaktadır (Şekil 2.5). Eğelerin çapları ve koniklik açıları sırasıyla; 17mm .04 koniklik, 25 mm .06 koniklik, 30 mm .07 koniklik, 40 mm .06 koniklik ve 50 mm .06 koniklik şeklindedir.



Şekil 2.5. ProTaper Next eğleri

ProTaper Next Ni-Ti eğeleri, M-Wire teknolojisi ile üretilmiştir. Değişken konikliğe ve dikdörtgen kesite sahiptir (Şekil 2.6)⁴⁶.

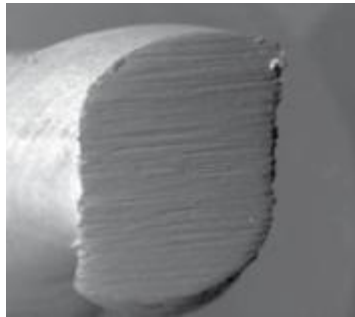


Şekil 2.6. ProTaper Next eğesinin yatay kesiti

ProTaper Next X1 ve X2 eğelerinin kesici bölümleri üzerinde artan ve azalan koniklik açıları mevcuttur. X1 eğesinin kesici bölümünün 1 ile 3 mm arası kütle ve dönme noktaları merkezdeyken; 4 ile 16 mm arası asimetric yapı göstermektedir. Uç bölümünde .04 koniklik açısı ile başlayan X1 kesici kısmın 1'den 11. mm'sine kadar .10 oranında koniklik artarken; 12 ile 16. mm'si arası azalan konikliğı sahiptir⁴⁶. ProTaper Next Ni-Ti eğeleri, 300 rpm'de 2 N.cm ile 5,2 N.cm tork değeri arasında kullanılmaktadır. ProTaper Next eğelerinin yatay kesitleri tam merkezde olmayan dikdörtgen şeklinde olduğundan, eğenin kanal duvarlarına temasını azaltarak debris birikimine yer sağlar ve esnekliğini artırır.

2.1.3.2. Resiproc

Reciproc VDW firması tarafından 2011 yılında M-wire teknolojisi kullanılarak üretilmiştir. Reciproc sistemi R25, R40 ve R50 olmak üzere 3 eğeden oluşmaktadır. R25 uç kısmında 0,25 mm çapa ve .08'lik konikliğı sahiptir. R40 uç kısmında 0,40 mm ve .06'lık konikliğı sahiptir. R50 uç kısmında 0,50 mm çapa .05'lik konikliğı sahiptir. (Şekil 2.7)



Şekil 2.7. Resiproc eğeleri ve yatay kesiti

Eğelerin yatay kesiti “S” şeklindedir ve kesici olmayan uçlara sahiptir (Şekil 2.7). Eğe kendine özgü resiprokasyon yapan endodontik motor ile birlikte kullanılır. Eğe bu endodontik motor sayesinde, kanal içerisinde ilk olarak kesme hareketi yapar daha sonra bunun tersi hareket yaparak üzerindeki yükü azaltır. Bu şekilde yapılan bir kaç hareket sonrasında 360°’yi tamamlar. Kesme yönü olan saat yönünün tersi yönde daha geniş açıyla (150°) dönerken, saat yönünde daha küçük açıyla (30°) döner.

2.1.3.3. OneShape

OneShape saat yönünde tam rotasyon hareketi ile çalışan tek eğe sistemidir. OneShape eğenin uç kısmının çapı 0,25 mm ve .06 konikliğe sahiptir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. OneShape eğesi ve yatay kesiti⁴⁷

Ayrıca çalışma parçası boyunca değişken kesit tasarımına sahiptir. Eğenin uç kısmında simetrik kesite sahip üç kesici kenar bulanan bir tasarım sergilerken, orta üçlüde gittikçe değişime uğrayarak üç kesici kenar iki kesici kenara dönüşerek “S” şeklini alır. Eğe kesici olmayan uç tasarımına sahiptir. Firma tarafından tavsiye edilen hız 350-400 rpm, tork 2,5 N.cm’dir. Asimetrik tasarım sürekli rotasyon hareketinden kaynaklı vidalanma riskini azaltmak amacıyla kullanılmıştır.

2.2. Kök Kanalı Şekillendirme Etkinliği İnceleme Teknikleri

Kök kanal sisteminin incelenmesinde birçok farklı teknik kullanılmıştır. Teknolojinin gelişimi ile paralel olarak bu teknikler de çoğalmaktadır. Kök kanalı inceleme teknikleri geleneksel ve 3 boyutlu görüntüleme teknikleri olarak iki sınıfa ayrılır.

2.2.1. Geleneksel Görüntüleme Yöntemleri

Boyama ve şeffaflaştırma, kopya model oluşturma, kesit alma, radyografik teknikler, Scanning elektron mikroskobu (SEM) geleneksel kök kanalı görüntüleme yöntemlerini oluşturur.

Boyama ve şeffaflaştırma, çekilmiş dişlerin çini mürekkebi veya hematoksilin ile boyanması sonrasında asitle dekalsifiye edilip metil salisilat ile şeffaflaştırılması esasına dayalı bir yöntemdir⁴⁸.

Kesit alma, köklerin disk veya taşlar yardımıyla dikey veya yatay yönde belirli aralıklarda kesitler alınarak incelendiği yöntemdir.

Scanning elektron mikroskopi (SEM), elde edilen görüntülerin bölgesel olarak detaylı incelenmesi esasına dayanır.

Radyografik yöntemler; kök kanal şekillendirmesinin öncesinde ve sonrasında kanal içine yerleştirilen eğe veya radyoopak maddeler ile alınan radyografların, dijital ortamda üst üste çakıştırılması ile elde edilen ve görüntü üzerinden ölçüm yapılmasını sağlayan yöntemdir.

2.2.2. Üç Boyutlu Görüntüleme Teknikleri

Konik ışınlı hüzmeli bilgisayarlı tomografi (CBCT) ve mikro tomografi (µBT) kök kanallarının 3 boyutlu görüntüleri elde edilmektedir.

Diş hekimliğinde bilgisayarlı tomografi ilk kez Tachibana & Matsumoto⁴⁹ tarafından diş örneklerinin üç boyutlu görüntülenmesinde kullanılmıştır. Konik ışın teknolojisi 1980'li yıllardan beri bilinmesine rağmen, diş hekimliğinde CBCT yakın zamanlarda kullanılmaya başlanmıştır^{50,51}.

Endodontide CBCT, apikal periodontitisin saptanmasında, kök kanal tedavisinin başarısının değerlendirilmesinde, vertikal kök kırıklarının saptanmasında, kök kanal anatomisinin değerlendirilmesinde, apikal cerrahi öncesinde periapikal alanın değerlendirilmesinde, kök rezorpsiyonlarının tespitinde ve dental yaralanmaların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır⁵²⁻⁵⁵. CBCT'ler yüksek doğruluk ve çözünürlük özelliklerinin yanı sıra düşük radyasyon dozu ve kısalmış tarama süresi açısından da avantajlıdır⁵¹.

İn-vitro çalışmalarda bilgisayarlı tomografi; kök kanalının herhangi bir noktasını inceleme olanağı sağlaması, kullanılan örneklerle hasar vermemesi, inceleme sırasında

zaman kazandırma gibi avantajları sayesinde günümüzde kullanımını yaygın hale getirmiştir.

2.3. Kök Kanal Şekillendirmesi Sırasında Apikalden Debris Çıkışı

Tüm kök kanal şekillendirme sistemlerinde, enstrumantasyon sırasında post-operatif ağrı ve/veya flare-up'ların temel sebeplerinden biri olan apikalden debris ve irigant taşması meydana geldiği bildirilmiştir^{13,14,56}. Chapman et al.⁵⁷ ilk kez 1968 yılında şekillendirme sırasında kök kanal sisteminden enfektif materyalin itildiğini doğrulamışlardır. Seltzer et al.⁵⁸ şekillendirmenin kök kanalı içerisinde sınırlandırıldığı ya da apikal foramenin dışına taşıldığı her iki durumda da periapikal doku reaksiyonlarının meydana geldiğini göstermişlerdir. Al-Omari ve Dummer⁵⁹ kök kanal şekillendirilmesi sırasında; minör foramenin koronalinde çalışılmasına rağmen apikalden debris taşması meydana geldiğini göstermiştir.

Vande Visse ve Brilliant⁶⁰ apikalden çıkan debris miktarını ölçen ilk araştırmacıdır. 1975 yılında irigasyon solüsyonu kullanılarak yapılan şekillendirme sırasında debris çıkışı meydana gelirken irrigasyonsuz şekillendirme sırasında debris çıkışı olmadığını göstermiştir. Doğrusal hareketlerin kullanıldığı genişletme yöntemlerinde rotasyon hareketi ile yapılan genişletme yöntemlerine göre daha fazla miktarda debris taşkınlığı görülmüştür⁵⁹. Ruiz-Hubard et al.⁶¹ silikon modellerle taşan debris miktarını değerlendirdikleri çalışmada; basınçsız bir şekilde crown down tekniği ile yapılan genişletmenin step back tekniğiyle yapılan genişletmeye göre daha az debris taşmasına neden olduğunu göstermişlerdir. Fairbourn et al.⁶² crown down tekniği ile yapılan genişletmelerde daha az debris taşkınlığı meydana geldiğini bildirmiştir.

2.3.1. Debris Çıkışına Etki Eden Faktörler

Kök kanal şekillendirilmesinin bitirilme noktası veya klinik çalışma boyunun sonlanacağı en uygun yerin, kanalın en dar yeri olduğu bu en dar nokta "Apikal daralma" olarak adlandırılır. Apikal daralmanın ötesinde vital dokulara doğru damarlanma yeniden artmakta ve kanal genişlemektedir⁶³. Apikal daralma noktasının bulunmasında radyografiler ve apikal bulucu birlikte kullanılarak belirlenmelidir.

Şekillendirme tekniği, crown-down tekniği ile apikalden daha az debris çıkışı meydana geldiği gösterilmiştir⁶².

El eğelerinin Ni-Ti döner sistemlere göre daha fazla debris ürettiği çalışmalarda gösterilmiştir⁵⁶.

Kullanılan enstrumanların kesme etkinliği arttıkça kanal içinde daha fazla debris üretileceği ve kesit geometrisindeki alan arttıkça apikalden daha fazla debris itileceği bildirilmiştir⁵⁶.

Enstrumanın yiv dizaynı açısından değerlendirildiğinde uzun yiv alanları eğimli ve dar kanalların şekillendirmesi için kısa yiv dizaynından daha etkili olabileceği belirtilmiştir^{56,64}.

İrrigasyon iğnesi de apikalden debris miktarını etkileyen faktörler arasında gösterilmekte olup yandan delikli iğneler ile daha az apikal bölgeye daha az basınç uygulanmaktadır^{65,66}.

Enstrumanların şekillendirme kinematiğine bağlı olarak debris taşıma miktarları değişebileceğini inceleyen bir çok çalışma bulunmaktadır⁶⁷⁻⁶⁹. Tinoco et al.⁷⁰ bakteri taşkınlığını, De Deus et al.⁷¹ debris ektstrüzyonunu, tek eğeli resiprokasyonlu sistemlerde çok eğeli sürekli rotasyon ile çalışan sistemlere göre daha az olduğunu göstermişlerdir. Ancak Robinson et al.⁷² µCT ile yaptıkları çalışmada tek eğeli resiprokasyonlu sistemlerin çok eğeli sistemlere göre kanal içerisinde daha fazla debris birikimine neden oldukları görülmüştür.

Asimetrik rotasyon hareketinin debrisin koronale daha kolay taşınması için yer sağladığını ve apikalden daha az debris çıkışına neden olduğuna dair çalışmalar bulunmaktadır⁷³. Asimetrik rotasyon hareketiyle çalışan bir sistem olan Protaper Next Protaper Universal sistemine göre apikalden daha az debris taşınmasına yol açtığı gösterilmiştir^{74,75}. Koçak ve ark.'nın⁷⁶ 2013'te yaptığı çalışmada asimetrik rotasyon hareketi ile çalışan Revo-S ve diğer tam rotasyon ve resiprokasyon sistemleri arasında apikalden taşınan debris miktarı açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Kök kanalı içerisinde kullanılan enstruman sayısı da apikalden itilen debris miktarını etkileyebilmektedir. Tek eğeli resiprokasyon hareketiyle çalışan sistemler çok eğeli tam rotasyon yapan sistemlere göre apikalden daha az veya benzer şekilde debris veya bakteri çıkışı meydana getirdiği gösterilmiştir^{70,71}.

2.3.2. Debris Çıkışı Ölçümünde Kullanılan Yöntemler

Apikale taşan debris miktarını ölçebilmek için birçok çalışma yapılmıştır⁵⁶. Vande Visse ve Brilliant⁶⁰ 1975 yılında apikalden çıkan debris mumsu tartma kağıtları üzerinde biriktirdiği bir düzenek kurarak gerçekleştirmişlerdir. 1987 yılında Fairbourn et al.⁶² lastik tıpa altına tuturulan alüminyum kronlar kullanarak debris toplamışlardır. Ruiz-Hubard et al.⁶¹ delikli plastik filtre kullanarak debris miktarını ölçmüşlerdir. Yapılan çalışmalar arasında, Myers ve Montgomery⁷⁷,nin 1991 yılında Canal Master döner alet sistemi ile apikalden debris çıkışını değerlendirdikleri çalışması özellikle önem taşımaktadır, çünkü bu araştırmacılar tarafından geliştirilen debris toplama düzeneği daha sonra yapılan birçok araştırmada referans olarak kullanılmıştır. Bu düzenekte kanal tedavisinde kullanılacak çekilmiş diş bir lastik tıpanın içine sıkıştırılmış olup, lastik tıpa ve diş debrisin toplanacağı cam tüp içerisine yerleştirilmiştir. Dişle beraber cam tüp bir cam şişenin içine yerleştirilmiştir ve lastik tıpadan 25 G bir iğne iç-dış basıncı dengelemek için yerleştirilmiştir.

Eppendorf tüpler de debris toplamak için kullanılan yaygın araçlardan biri haline gelmiştir⁵⁶. Dişler eppendorf tüpe sabitlenir. Eppendorf tüpler de cam şişelere sabitlenerek sabit bir düzenek sağlanmaktadır.

Eppendorf tüpler çalışma öncesinde hassas terazide ölçülür ve taşan debris miktarı şekillendirmeden sonraki tüp ağırlığından başlangıç tüp ağırlığı çıkarılarak bulunur. Havadaki nemin örneklerin ağırlığını değiştirebileceğinden standardize dehidratasyon süreci sonrasında 3 kez tartma işlemi yapıp ortalama alınır.

Apikale debrisle beraber irigasyon solüsyonu da taşabileceği için taşan sıvının buharlaştırılması gerekmektedir. Sıvı buharlaştırılması çalışmalarda çeşitli sıcaklık ve süreler kullanılmıştır. Fairbourn et al.⁶² inkübatörde 90°C de, Ruiz-Hubard et al.⁶¹ ve Reddy ve Hicks⁵ fırında 110°C 4 dakika, Al-Omari ve Dummer⁵⁹ oda sıcaklığında 1 ay boyunca bekleterek sıvı buharlaştırma işlemini gerçekleştirmişlerdir. Tanalp ve ark.'nın⁷⁸ çalışmasında ise taşan sıvının buharlaştırılması için liyofilizasyon (kuru dondurma) işlemi uygulanmıştır.

3. GEREÇ ve YÖNTEMLER

Bu in-vitro çalışma Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 03.04.2015/41 sayılı etik kurul raporu ile tıbben uygun bulunmuştur. Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi (Proje Kodu: TDK 20154413) tarafından desteklenmiştir. Çalışmamızın deney aşamaları Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı'nda ve Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir.

3.1. Diş Seçimindeki Kriterler

Çalışmamızda yeni çekilmiş diş havuzundan seçilen, apikal formasyonu tamamlanmış, kök rezorpsiyonu olmayan, kök kanalında herhangi bir tıkanıklık gözlenmeyen, Schneider⁷⁹ yöntemine göre kök kanal eğimi 25-35° olan 120 adet alt 1. büyükazı dişi kullanılmıştır.

Dişlerin distal kökleri su soğutması altında elmas fissür frezler kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Meziyal köklerin kuronları su soğutması altında elmas fissür frezler ile kök uzunlukları 13mm olacak şekilde kesilmiştir. Dişler ISO #8 K tipi eğeler (MMC, Micro Mega, Basençon, Fransa) kullanılarak kök kanalları ve apikal açıklıkları kontrol edilmiştir. Çalışma boyu #8 K tipi kanal aleti ile operasyon mikroskobu altında apikalden 1mm kısa olacak şekilde 12mm olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Meziyal kök boylarının eşit hale getirilmesi

Dişler çalışma süresi boyunca serum fizyolojik içerisinde bekletilerek, önce operasyon mikroskobu altında çift foramen apikaleye sahip olması ve çatlak varlığı açısından incelenmiştir. Daha sonra seçilen kökler, CBCT cihazı ile taranmış ve iki ayrı foramen ile sonlanan iki ayrı kanal olup olmadığı kontrol edilmiştir. Uygun olmayan köklerin yerine yeni örnekler hazırlanarak, kök kanal eğimleri CBCT görüntüleri Planmeca Romexis viewer programı ile Schneider yöntemine göre belirlenmiştir. Kökler kanal eğimleri göz önünde bulundurularak her birinde 20 adet kök,40 adet kanal olan benzer 6 gruba ayrılmıştır (Çizelge 3.1)

Çizelge 3.1. Grupların adlandırılması

Grup R	Reciproc
Grup Q	OneShape
Grup N	ProTaper Next
Grup RK	ProGlider+Reciproc
Grup QK	OneG+OneShape
Grup NK	ProGlider+ProTaper Next

Bu çalışma birbirini takip eden dört aşama halinde gerçekleştirilmiştir;

1. Şekillendirme süresinin ölçümü
2. Apikalden Taşan debris miktarının ölçümü
3. Transportasyon miktarının ölçümü
4. Merkezde kalma oranının ölçümü

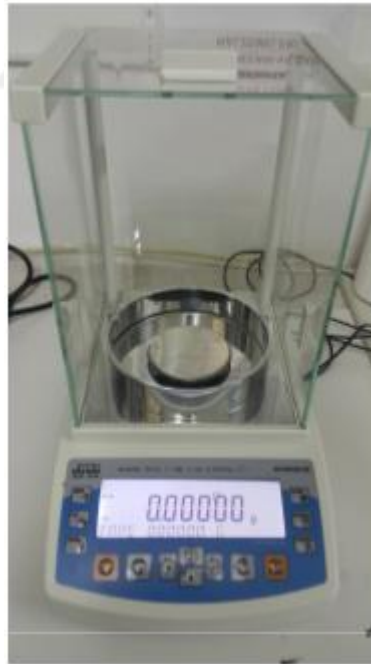
3.2. Örneklerin Hazırlanması

Deney düzeneği, Myers ve Montgomery'nin⁷⁷ çalışmasındaki düzenek esas alınarak hazırlanmıştır. Bürklein et al.⁶⁷ yaptıkları çalışmadaki düzenekten de yararlanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Apikal taşan debrisin toplanacağı düzenek

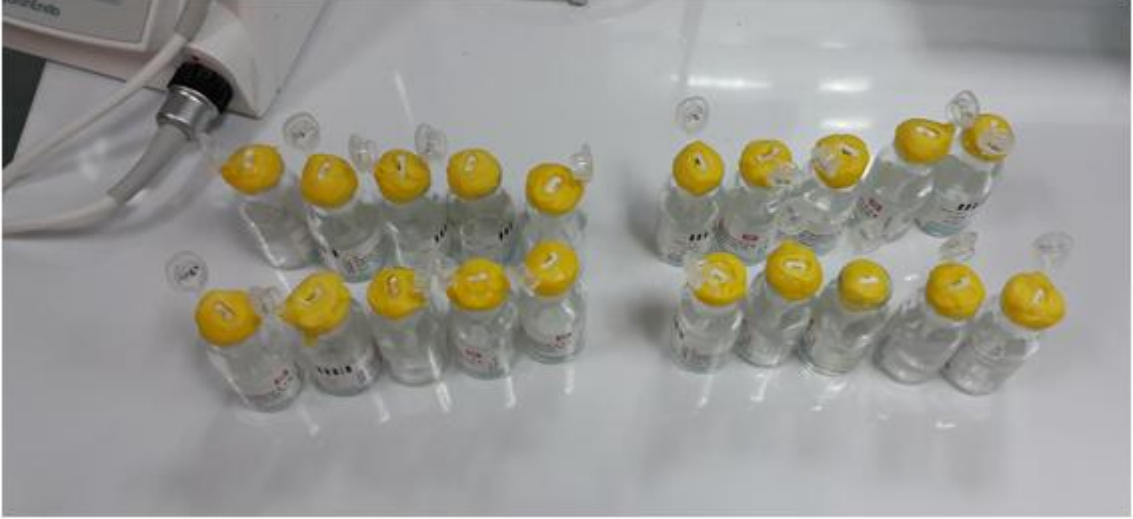
Eppendorf tüpler otoklavda steril edildikten sonra 10^{-5} hassas terazi (Radwag, Radom, Poland) ile 3 kez ölçülerek, ortalaması boş şekillendirme öncesi boş ağırlık olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. 10^{-5} Hassas terazi

Eppendorf tüpler cam vialler içerisine sabitlendikten sonra kök kanallarının 1mm'si dışarda kalacak şekilde eppendorf tüpler içerisine yerleştirilmiştir (Şekil 3.4).

Eppendorf t p içerisindeki hava basıncı ile dış ortamdaki hava basıncını dengeleyebilmek için 27 G i ne t p içerisine yerleştirilmiştir. Viallerin etrafına alüminyum folyo sarılarak genişletme işlemi sırasında dişlerin operatör tarafından görülmesi engellenmiştir.



şekil 3.4. Eppendorf içerisine yerleştirilen dişler

Hazırlanan  rnekler CBCT ile taranarak şekillendirme öncesi 3 boyutlu görüntüleri kaydedilmiştir (şekil 3.5).



şekil 3.5. CBCT ile taranan  rnek

3.3. Kök Kanal Genişletmesi

Grup R; Reciproc sisteminin R25 (25mm .08) eğesi resiprokal hareket sağlayan VDW Silver endodontik motor ile “Reciproc All” modunda kanal içerisinde içe ve dışa gagalama hareketi uygulanarak çalışma uzunluğuna kadar ilerlenmiş ve şekillendirme tamamlanmıştır. Genişletme sırasında apikal açıklık ISO #8 K tipi eğe ile kontrol edilmiştir.

Grup Q; OneShape eğesi (25mm .06) rotasyon hareketi VDW Silver endodontik motor ile üretici firmanın önerisi olan 350 rpm hız ve 2,5 N.cm tork değerlerinde kullanılmıştır. Genişletme sırasında apikal açıklık ISO 8 numaralı K tipi eğe ile kontrol edilmiştir.

Grup N; ProTaper Next sistemine ait X1 (17mm .04) ve X2 (25mm .06) eğeleri, VDW Silver endodontik motor ile 300 rpm hız ve 2,5 N.cm tork değerlerinde kullanılarak kök kanalları genişletilmiştir. X2 eğesine geçmeden önce apikal açıklık ISO #8 K tipi eğe ile kontrol edilmiştir.

Grup RK; Reciproc sisteminden önce Proglider sistemi ile VDW Silver endodontik motoru ile kullanılarak kayma yolu oluşturulmuştur. Enstruman üretici firmanın talimatları doğrultusunda 300 rpm hız ve 2 N.cm tork değerlerinde kullanılmıştır.

Grup QK; OneShape sisteminden önce OneG sistemi VDW Silver endodontik motoru ile kullanılarak kayma yolu oluşturulmuştur. Enstruman üretici firmanın talimatları doğrultusunda 250 rpm hız ve 1,2 N.cm tork değerlerinde kullanılmıştır.

Grup NK; ProTaper Next sisteminden önce ProGlider sistemi VDW Silver endodontik motoru ile kullanılarak kayma yolu oluşturulmuştur. Enstruman üretici firmanın talimatları doğrultusunda 300 rpm hız ve 2 N.cm tork değerlerinde kullanılmıştır.

Her sistemin her bir eğesi için üçer kez içe ve dışa hareketten sonra aletin kesici kenarları temizlenmiş ve yandan delikli manuel irrigasyon iğnesi (DiaDent, Almere, Hollanda) kullanılarak kök kanalları 2 ml distile su ile irrigate edilmiştir. İğnenin ucu kanal içinde direnç ile karşılaşılana kadar ilerletilmiş, 1 mm geri çekilip aşırı basınç uygulamamaya dikkat edilerek irrigasyon yapılmıştır. Çalışma boyuna ulaşıldıktan sonra 2 ml distile su ile çalışma boyundan 2 mm kısa kalacak şekilde son irrigasyon yapılarak kök kanal şekillendirmesi tamamlanmıştır. Şekillendirme sonunda #8 K tipi

eğe ile apikal açıklık kontrol edilmiş ve kök kanalları kâğıt koniler ile kurutulmuştur.

3.4. Süre lm

şekillendirmede kullandığımız ilk eğenin kök kanalı içerisinde aktif olarak çalışmaya başladığı an kronometre başlatılmış ve tüm genişletme, eğe değiştirme ve irigasyon süresince açık tutulmuştur. Son irigasyonun bitmesiyle birlikte sayaç durdurulmuştur. Tüm deney gruplarında her bir kök kanalının genişletilmesi sırasında bu ölüm tekrarlanmıştır.

3.5. Debris lm

Eppendorf tüpler hazırlanan düzenekten uzaklaştırıldı. Kök yüzeyinde biriken debris 1 ml distile su ile yıkanarak eppendorf tp içerisine biriktirilmiştir (şekil 3.6).



şekil 3.6. Eppendorf içerisinde biriken debris ve sıvı

Eppendorf tp içerisindeki sıvıyı buharlaştırabilmek ve saf debris ağırlığını ölçebilmek için, örnekler etüvde (Memmert, Schwabach, Nürnberg, Almanya) 70°C’de 5 gün boyunca bekletilmiştir (şekil 3.7). Apikalden taşan debris miktarının ölümü 10^{-5} hassas terazi (Radwag, Radom, Poland) kullanılarak 3 ölüm yapılmış ve ortalaması alınmıştır.

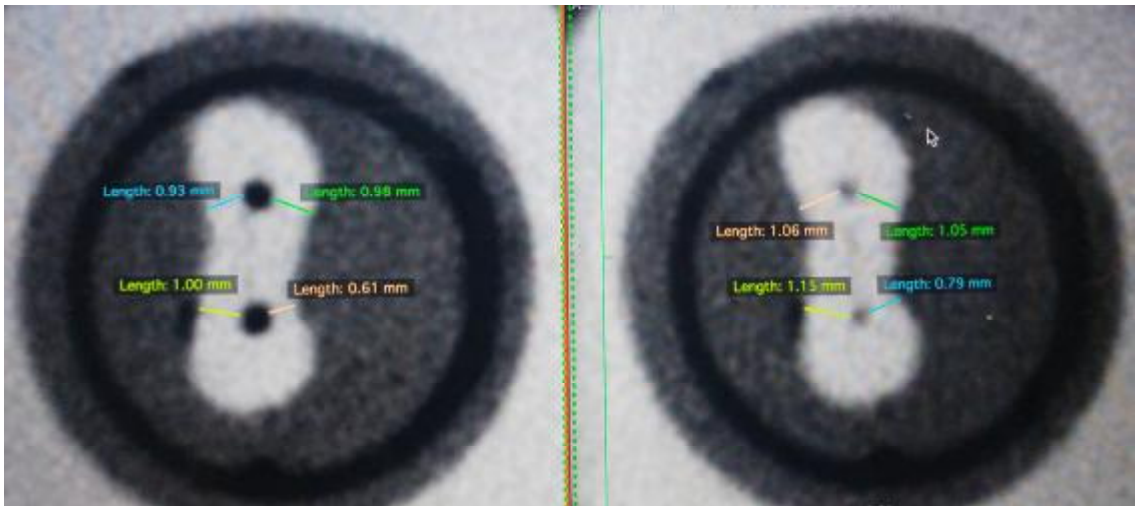


Şekil 3.7. Eppendorf tüplerin yerleştirildiği etüv

3.6. Transportasyon ve Merkezde Kalma Oranı Ölçümü

Şekillendirme sonrasında örneklerden aynı doz ve süre uygulanarak CBCT taramaları yapılarak şekillendirme sonrası görüntüler kaydedilmiştir. CBCT görüntüleri Planmeca Promax 3D Mid (Planmeca, Helsinki, Finlandiya) cihazı 90 kVp, 6.3 mA değerlerinde 15 sn tarama süresinde alınmıştır.

Elde edilen görüntüler CBCT görüntüleri OsiriX (Pixmeo SARL, Bernex, Switzerland) programına aktarılarak şekillendirme öncesi ve sonrası apikalden uzaklığına göre 2, 3, 5 ve 7 mm’den ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. CBCT ile taranan dişlerden elde edilen kesitler üzerindeki ölçümler

Kanal transportasyonunu karşılaştırmak için Gambill et al.⁸⁰ 1996 yılında geliştirdikleri yöntem uygulanmıştır. Transportasyon miktarı; şekillendirme öncesi, kanalın dış çeperinden kökün dış çeperine olan en kısa mesafenin ölçülmesiyle elde edilen değerlerin, preparasyon sonrası aynı ölçümlerle karşılaştırılması ile belirlenmiştir. Bu yöntemle göre transportasyon miktarının hesaplanmasında;

$$l(X_1-X_2)-(Y_1-Y_2)l$$

X₁: Eğri kökün dış tarafından (meziyal) şekillendirilmemiş kanalın çevresine olan en kısa mesafeyi,

X₂: Eğri kökün dış tarafından şekillendirilmiş kanalın çevresine olan en kısa mesafeyi,

Y₁: Eğri kökün iç tarafından (furkasyona bakan ya da distal) şekillendirilmemiş kanalın çevresine olan en kısa mesafeyi,

Y₂: Eğri kökün iç tarafından şekillendirilmiş kanalın çevresine olan en kısa mesafeyi simgelemektedir.

Özetle “X” meziyali, “Y” distali temsil etmektedir ve “1” şekillendirme öncesini, “2” ise şekillendirme sonrasını temsil etmektedir. Şekillendirme sonrasında yani “2” ile gösterilen değerlerde azalma meydana gelecektir. Hem meziyalde hem de distalde eşit azalma meydana gelmesi kanalda transportasyon meydana gelmediğini göstermektedir. Kanal transportasyon formülüne göre sonucun “0” çıkması, şekillendirme sırasında transportasyon meydana gelmediğini göstermektedir⁸⁰.

Gambill ve ark göre, merkezde kalma yeteneği aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır⁸⁰.

$$l(X_1-X_2)/(Y_1-Y_2)l \text{ veya } l(Y_1-Y_2)/(X_1-X_2)l$$

Transportasyon formülünden farkı, meziyal ve distal bölgelerden kaldırılan madde miktarının birbirine bölünerek oranlanmasıdır. Bu oran “0” a doğru merkezden uzaklaşıldığını “1” e doğru merkeze yaklaşıldığını göstermektedir. Bu formüle göre sonucun “1” çıkması aletin tam kanal merkezinde konumlandığını göstermektedir⁸⁰.

3.7. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler SPSS 20.0 paket programı (IBM SPSS Inc, Chicago, IL) kullanılarak yapılmış, her gruba ait ilgili seviyelerdeki kanal transportasyon, merkezde kalma miktarları, maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Bu gruplara ait ortalama değerler tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA), çoklu karşılaştırmalar Tukey ve ikili karşılaştırmalar t testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler %95'lik güven aralığında ($p=0.05$) değerlendirilmiştir.



4.BULGULAR

4.1. Çalışma Zamanı Bulguları

Bütün gruplar için şekillendirmenin başlamasıyla bitmesi arasında geçen süre her bir gruptaki örnekler için ayrı ayrı kaydedilmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışma zamanı bulguları (sn)

Süre	Ort	SS	Min	Maks
R	248,65 ^B	58,31	169	405
RK	293,35 ^{AB}	86,79	152	491
Q	157,25 ^C	33,36	108	247
QK	276,95 ^B	66,86	189	455
N	233,60 ^B	51,10	153	363
NK	351,25 ^A	85,48	230	551

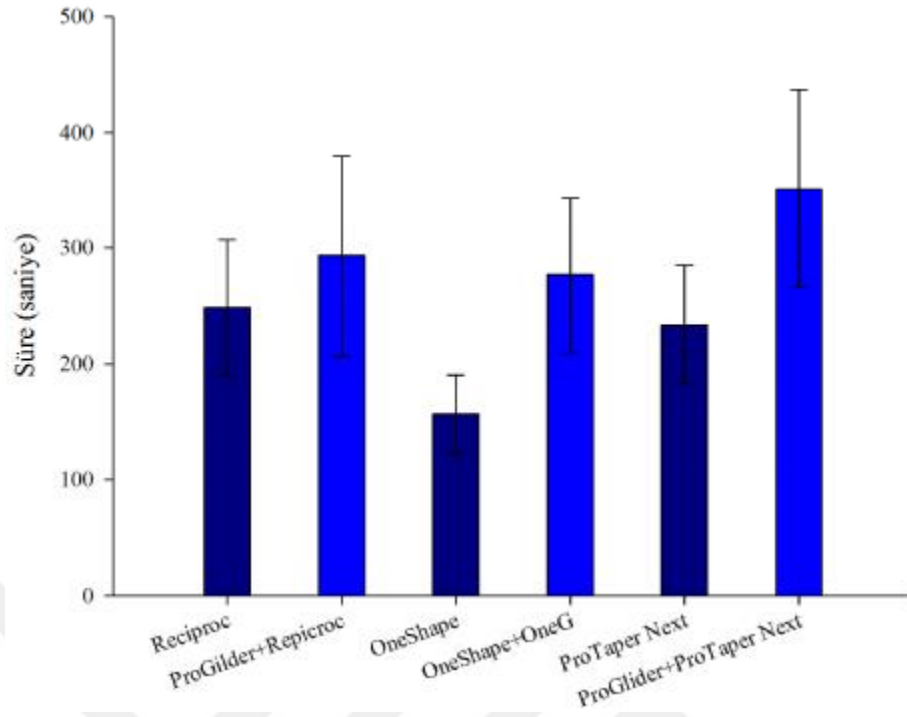
*Büyük harfler sistemler arasındaki farkı gösteriyor olup farklı harfler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. $P<0,05$

Kök kanallarının şekillendirmesinde, kayma yolu oluşturulmasının çalışma süresine etkisi değerlendirildiğinde; tüm enstrumantasyon sistemlerinde çalışma süresi artarken, OneShape ve ProTaper Next gruplarındaki artış istatistiksel olarak anlamlıdır (Çizelge 4.1, Şekil 4.1).

Kayma yolu oluşturularak kök kanallarını şekillendiren gruplar çalışma süresi açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak en hızlı OneG+OneShape grubu ve en yavaş ProGlider+ProTaper Next grubudur ($p<0,05$).

Kayma yolu oluşturulmadan kök kanallarını şekillendiren gruplar çalışma süresi açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak en hızlı OneShape grubu ve en yavaş ProTaper Next grubudur ($p<0,05$).

Tam rotasyon OneShape eğesi ile resiprokal hareket eden Resiproc eğesi çalışma süresi açısından karşılaştırıldığında OneShape istatistiksel olarak anlamlı derece daha hızlı olduğu bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.1. Gruplara göre çalışma zamanı dağılımı (sn)

4.2. Apikalden Taşan Debris Miktarı Bulguları

Kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında tüm gruplarda apikalden debris çıkışı meydana gelmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.2).

Çizelge 4.2. Apikalden taşan debris miktarına (g) ait ortalama değerler

Debris miktarı	Ort	SS	Min	Maks
R	0,00034 ^{BC}	0,00017	0,00013	0,00097
RK	0,00069 ^A	0,00032	0,00024	0,00127
Q	0,00033 ^C	0,00009	0,00018	0,00052
QK	0,00046 ^{BC}	0,00018	0,00022	0,00080
N	0,00041 ^{BC}	0,00013	0,00021	0,00061
NK	0,00052 ^{AB}	0,00024	0,00020	0,00093

*Büyük harfler sistemler arasındaki farkı gösteriyor olup farklı harfler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. $P < 0,05$

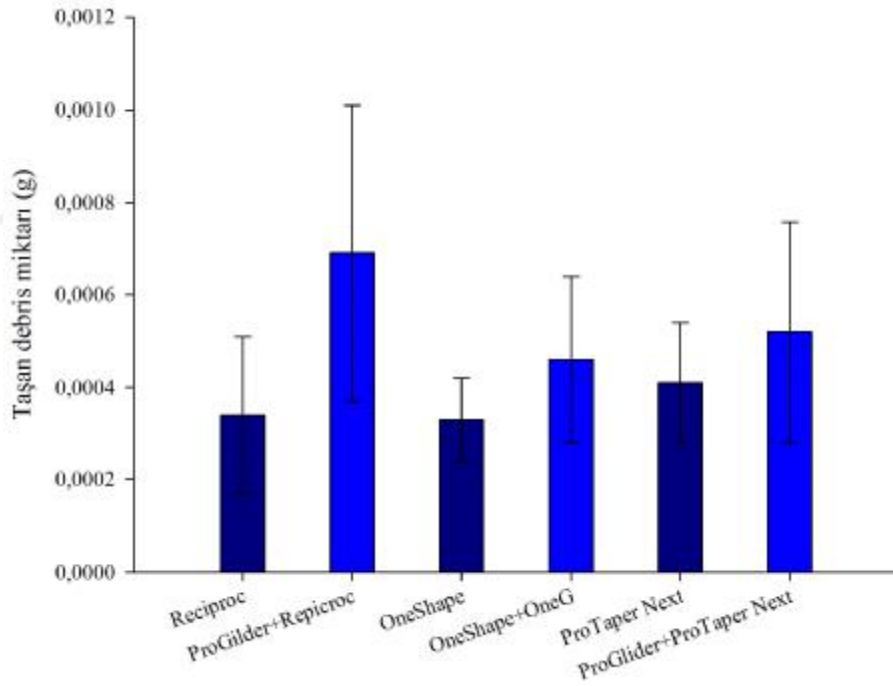
Kayma yolu oluşturularak kök kanallarının şekillendirildiği ProGlider+Reciproc, OneG+OneShape ve ProGlider+ProTaper Next grupları; Reciproc, OneShape ve ProTaper Next grupları ile apikal debris çıkışı açısından karşılaştırıldıklarında kayma

yolu oluşturulan grupların tümü de istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek debris çıkışına neden olmuştur ($p<0,05$).

Kayma yolu oluşturulmadan kök kanallarını şekillendiren gruplar apikalden debris çıkışı açısından karşılaştırıldığında; ProTaper Next grubu, Reciproc ve OneShape gruplarına göre daha fazla debris çıkışına neden olmuştur, ancak istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. ($p>0,05$).

Tüm gruplar arasında en fazla debris çıkışı ProGlider + Reciproc grubunda ve en az debris çıkışı OneShape grubunda meydana gelmiş olup diğer gruplar ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Tek enstrumandan oluşan tam rotasyon yapan OneShape ve resiprokal hareket yapan Reciproc enstrumanlar karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).



Şekil 4.2. Gruplardaki apikalden taşan debris miktarının dağılımı (g)

4.3. Kök Kanalında Oluşan Transportasyona Ait Bulgular

Kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında tüm gruplarda kök kanal transportasyonu meydana gelmiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.3).

Çizelge 4.3. Grupların transportasyon miktarının düzeyler açısından ve kendi içinde karşılaştırılması (mm)

Trans.	2mm±SS	3mm±SS	5mm±SS	7mm±SS	P
R	0.04±0.02 ^{c,A}	0.05±0.03 ^{bc,A}	0.07±0.02 ^{b,A}	0.14±0.04 ^{a,A}	0.0001
Q	0.03±0.02 ^{b,B}	0.03±0.01 ^{b,B}	0.04±0.03 ^{b,B}	0.09±0.04 ^{a,B}	0.0001
N	0.02±0.01 ^{b,B}	0.03±0.02 ^{b,B}	0.04±0.02 ^{b,B}	0.07±0.03 ^{a,B}	0.0001
P	0,0019	0,0098	0,0001	0,0001	
RK	0.04±0.02 ^{b,A}	0.04±0.03 ^{b,A}	0.04±0.02 ^{b,A}	0.06±0.05 ^a	0.0202
QK	0.01±0.01 ^{b,B}	0.02±0.01 ^{b,B}	0.02±0.02 ^{b,B}	0.04±0.03 ^a	0.0001
NK	0.02±0.01 ^{b,B}	0.02±0.02 ^{b,B}	0.03±0.02 ^{b,AB}	0.05±0.03 ^a	0.0001
P	0,0001	0,0001	0,0282	0,1802	

*Küçük harfler düzeyler arasındaki farkı, büyük harfler sistemler arasındaki farkı gösteriyor olup farklı harf alanlar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Kayma yolu oluşturulmadan şekillendirilen grupların apikalden uzaklığına göre 2, 3, 5 ve 7 mm düzeyleri karşılaştırıldığında:

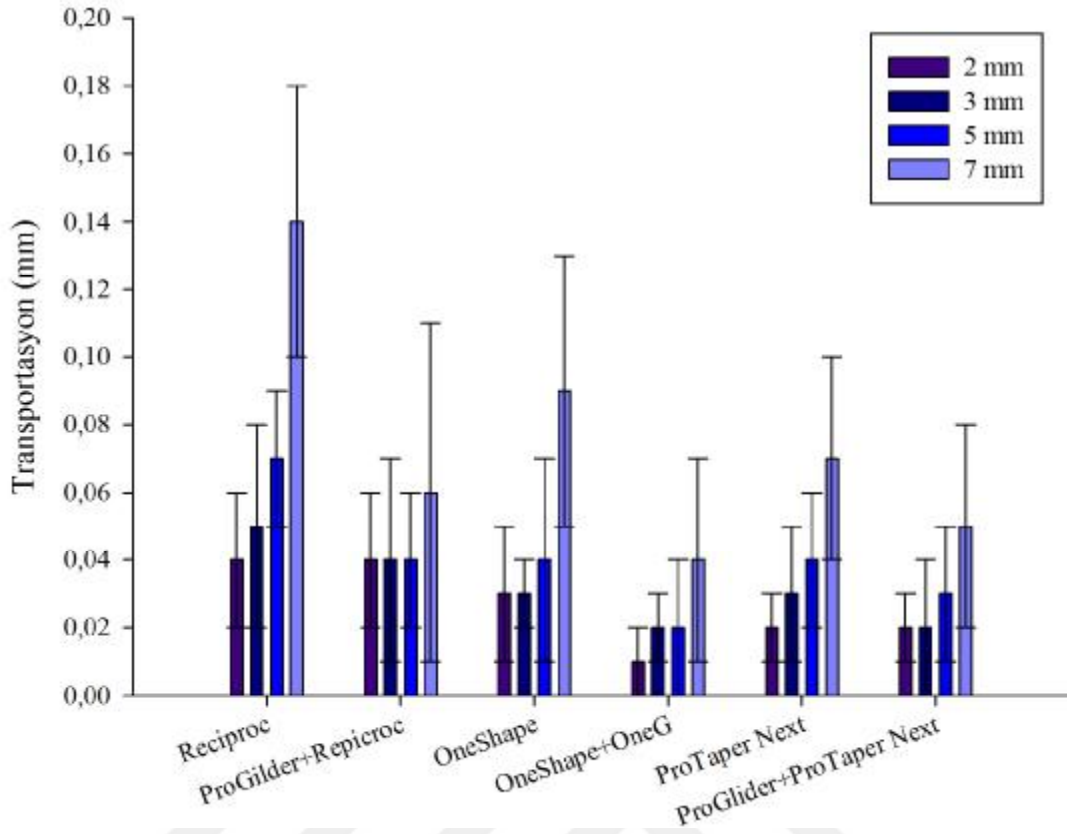
Reciproc grubunda tüm düzeyler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup en az 2 mm düzeyinde en çok 7 mm düzeyinde meydana gelmiştir ($p<0,05$).

OneShape grubunda 2, 3, ve 5 mm düzeyleri arasında fark olmayıp 7 mm düzeyinde istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla kök kanal transportasyonu meydana gelmiştir ($p<0,05$).

ProTaper Next grubunda 2, 3, ve 5 mm düzeyleri arasında fark olmayıp 7 mm düzeyinde istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla kök kanal transportasyonu meydana gelmiştir ($p<0,05$).

Kayma yolu oluşturulmadan şekillendirilen gruplar birbiri içinde karşılaştırıldığında:

Reciproc grubu diğer gruplara göre tüm düzeylerde istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla kök kanal transportasyonu oluşturmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.3. Kök kanal transportasyonunun gruplar arasındaki dağılımı (mm)

Kayma yolu oluşturularak şekillendirilen grupların kullanılan sisteme bakılmaksızın apikalden uzaklığına göre 2, 3, 5 ve 7 mm düzeyleri karşılaştırıldığında:

Her 3 grupta da 2, 3, ve 5 mm düzeyleri arasında fark olmayıp 7 mm düzeyinde istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla kök kanal transportasyonu meydana gelmiştir ($p<0,05$).

Kayma yolu oluşturularak şekillendirilen gruplar birbiri içinde karşılaştırıldığında:

ProGlider+Reciproc grubunda diğer gruplara göre 2 ve 3 mm düzeylerinde istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla kök kanal transportasyonu meydana gelmiştir ($p<0,05$).

5 mm düzeyinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş olup, kök kanal transportasyonu en yüksek ProGlider+Reciproc, en düşük ise OneG+OneShape grubunda meydana gelmiştir ($p<0,05$).

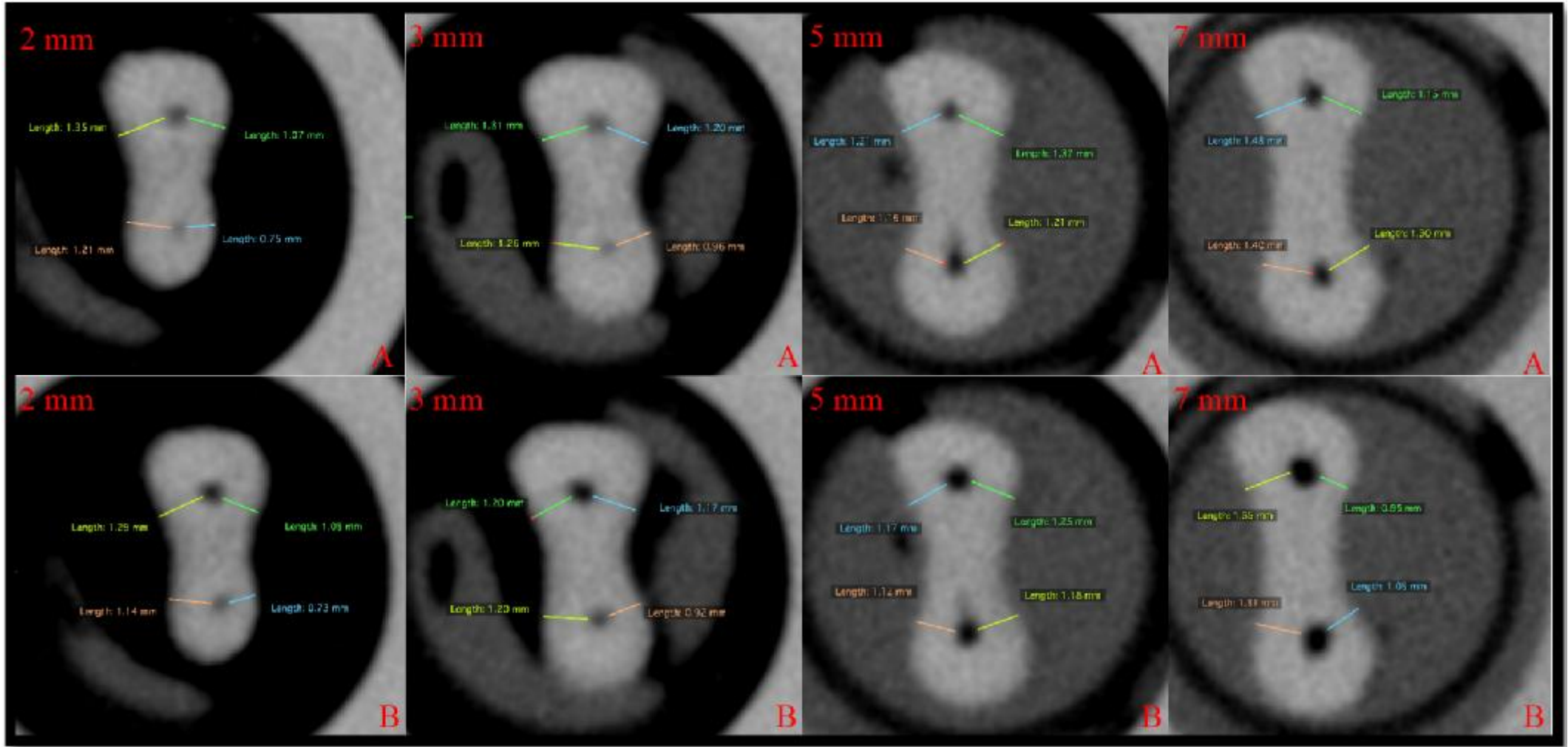
7 mm düzeyinde gruplar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Çizelge 4.4. ProGlider sisteminin Reciproc sistemine kök kanal transportasyonu açısından etkisinin değerlendirilmesi (mm)

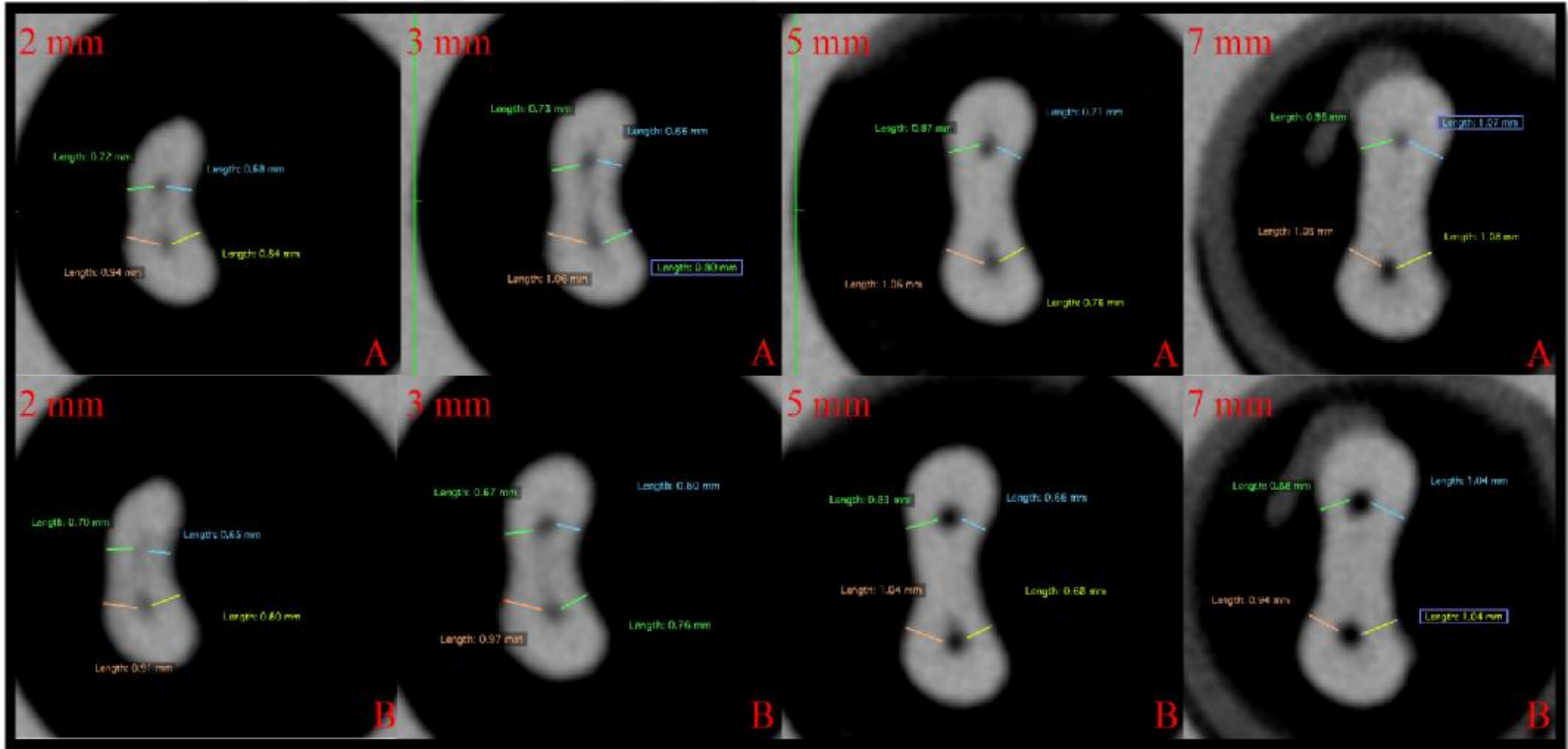
Transportasyon		Min	Maks	Ort	SS	P
2mm	R	0.01	0.09	0.04	0.02	0.2953
	RK	0.01	0.06	0.04	0.02	
3mm	R	0.02	0.11	0.05	0.03	0.2203
	RK	0.01	0.11	0.04	0.03	
5mm	R	0.03	0.13	0.07 ^A	0.02	0.0001
	RK	0.01	0.08	0.04 ^B	0.02	
7mm	R	0.07	0.23	0.14 ^A	0.04	0.0001
	RK	0.01	0.19	0.06 ^B	0.05	

*Büyük harfler sistemler arasındaki farkı gösteriyor olup farklı harfler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Reciproc sistemi kayma oluşturulan ProGlider sistemi ile birlikte kullanıldığında 3, 5 ve 7 mm düzeylerinde daha az kök kanal transportasyonu gözlemlenmiştir. ProGlider 5 ve 7 mm düzeylerinde kök kanal transportasyonunu istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmıştır (Çizelge 4.4, Şekil 4.4, Şekil 4.5) ($p<0,05$).



Şekil 4.4. Reciproc sistemi ile genişletilen kanalın preprasyon öncesi (A) ve sonrası (B) 2, 3, 5 ve 7 mm düzeylerindeki CBCT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler



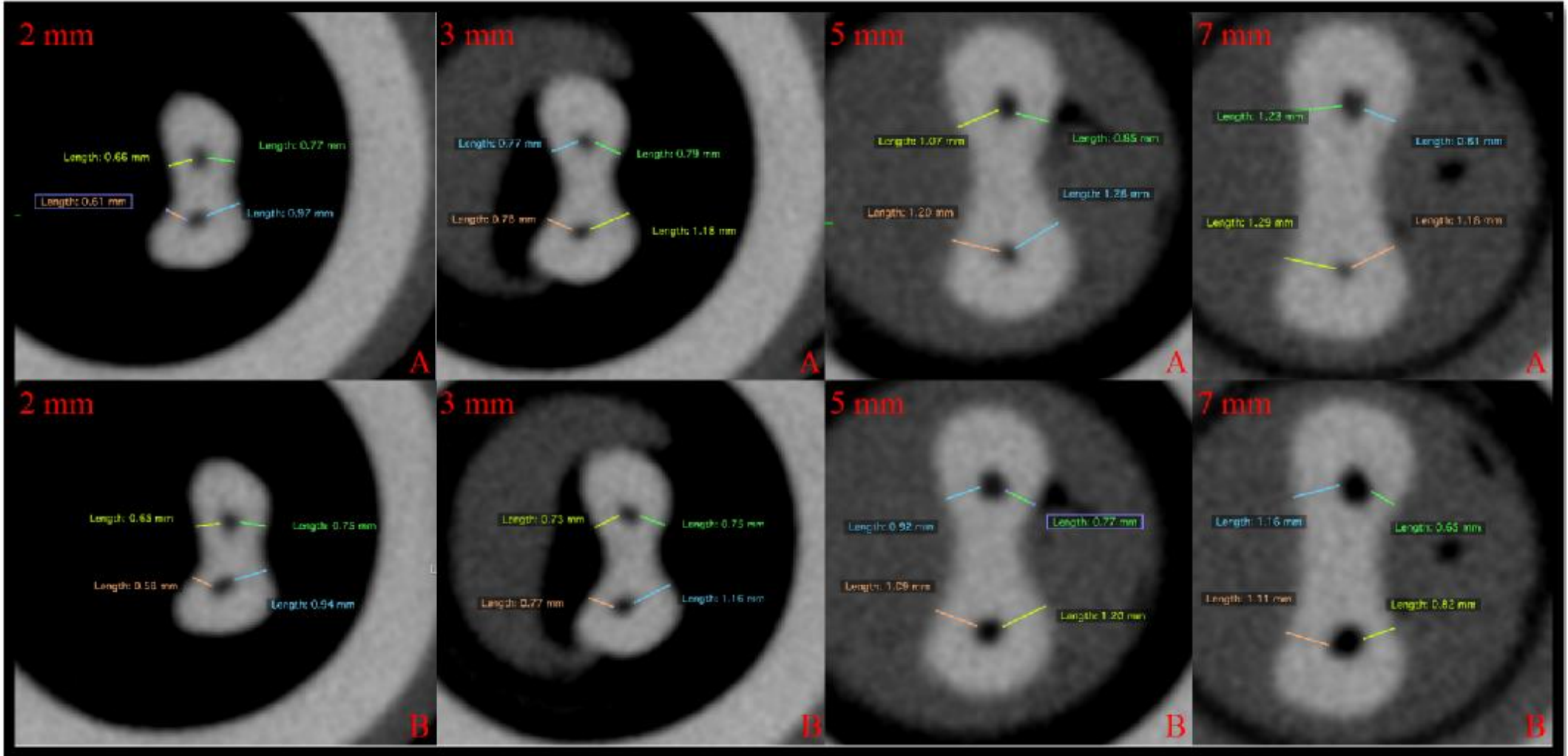
Şekil 4.5. ProGlider sistemi ile kayma yolu oluşturulduktan sonra Reciproc sistemi ile genişletilen kanalın preprasyon öncesi (A) ve sonrası (B) 2, 3, 5 ve 7 mm düzeylerindeki CBCT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler

Çizelge 4.5. OneG sisteminin OneShape sistemine kök kanal transportasyonu açısından etkisinin değerlendirilmesi (mm)

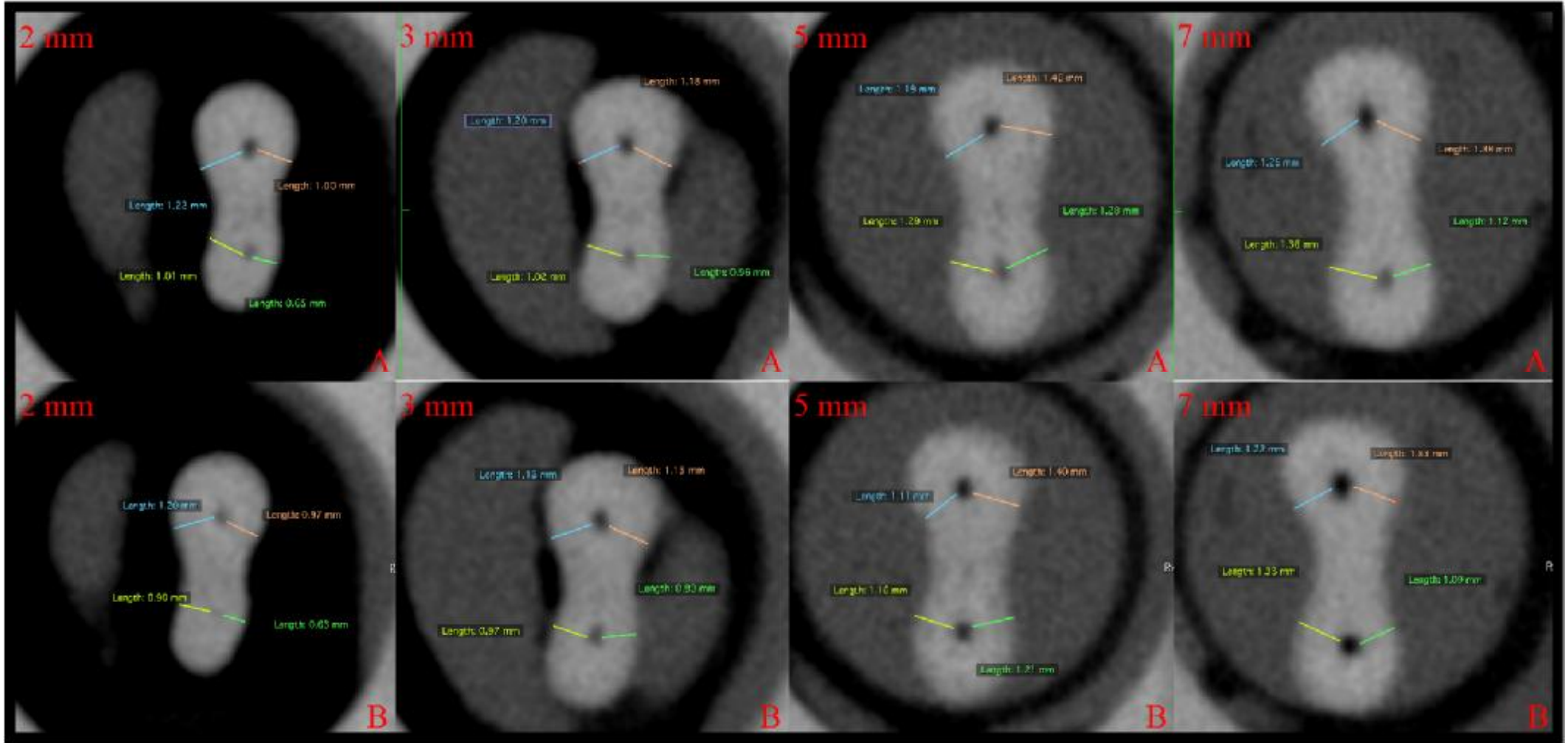
Transportasyon		Min	Maks	Ort	SS	P
2mm	Q	0.00	0.06	0.03 ^A	0.02	0.0018
	QK	0.00	0.03	0.01 ^B	0.01	
3mm	Q	0.01	0.05	0.03 ^A	0.01	0.0001
	QK	0.00	0.04	0.02 ^B	0.01	
5mm	Q	0.01	0.13	0.04 ^A	0.03	0.0049
	QK	0.00	0.06	0.02 ^B	0.02	
7mm	Q	0.03	0.15	0.09 ^A	0.04	0.0001
	QK	0.01	0.10	0.04 ^B	0.03	

*Büyük harfler sistemler arasındaki farkı gösteriyor olup farklı harfler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

OneShape sisteminden önce kayma yolu oluşturulması kök kanal transportasyonunu tüm düzeylerde istatistiksel olarak önemli derecede azalmıştır (Çizelge 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7) ($p<0,05$).



Şekil 4.6. OneShape sistemi ile genişletilen kanalın preprasyon öncesi (A) ve sonrası (B) 2, 3, 5 ve 7 mm düzeylerindeki CBCT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler



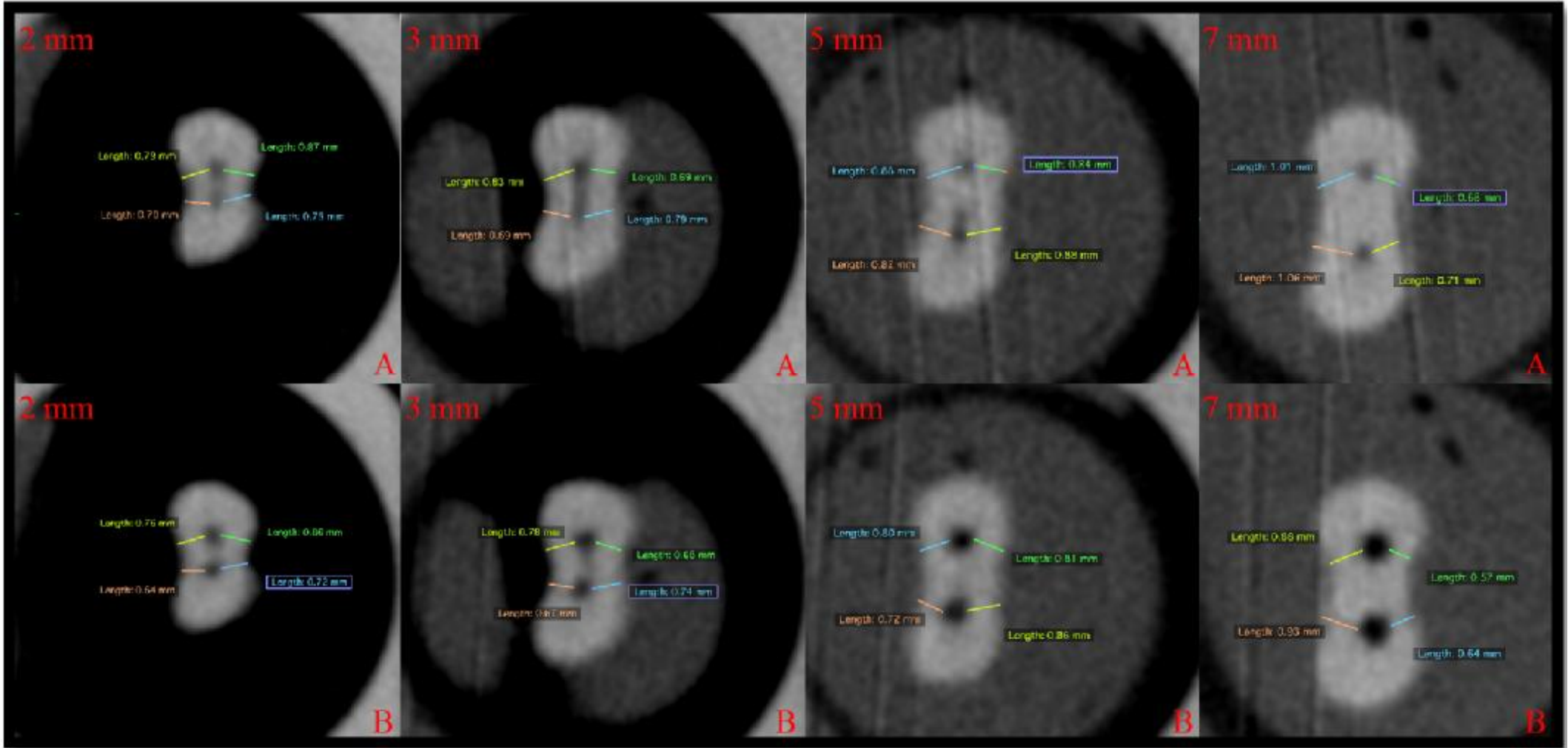
Şekil 4.7. OneG sistemi ile kayma yolu oluşturulduktan sonra OneShape sistemi ile genişletilen kanalın preprasyon öncesi (A) ve sonrası (B) 2, 3, 5 ve 7 mm düzeylerindeki CBCT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler

Çizelge 4.6. ProGlider sisteminin ProTaper Next sistemine kök kanal transportasyonu açısından etkisi
(mm)

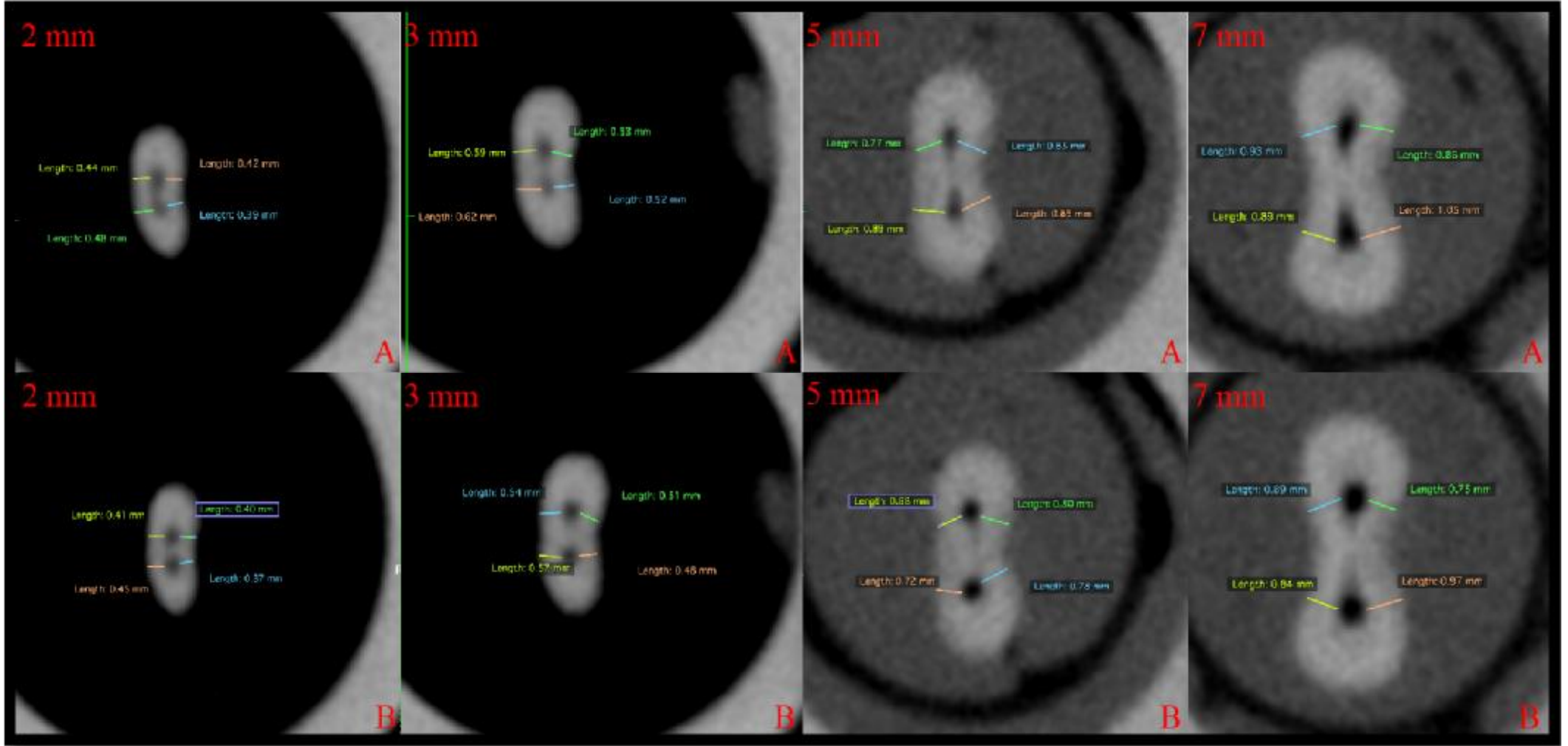
Transportasyon		Min	Maks	Ort	SS	P
2mm	N	0.01	0.06	0.02	0.01	0.0589
	NK	0.00	0.04	0.02	0.01	
3mm	N	0.02	0.10	0.03	0.02	0.0576
	NK	0.00	0.06	0.02	0.02	
5mm	N	0.02	0.08	0.04	0.02	0.3785
	NK	0.00	0.08	0.03	0.02	
7mm	N	0.02	0.11	0.07 ^A	0.03	0.0254
	NK	0.01	0.11	0.05 ^B	0.03	

*Büyük harfler sistemler arasındaki farkı gösteriyor olup farklı harf alanlar arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Kayma yolu oluşturulması ProTaper Next sisteminin meydana getirdiği kök kanal transportasyonunu tüm düzeylerde azaltırken, 7 mm düzeyi istatistiksel olarak anlamlıdır (Çizelge 4.6, Şekil 4.8, Şekil 4.9) ($p<0,05$).



Şekil 4.8. ProTaper Next sistemi ile genişletilen kanalın preprasyon öncesi (A) ve sonrası (B) 2, 3, 5 ve 7 mm düzeylerindeki CBCT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler



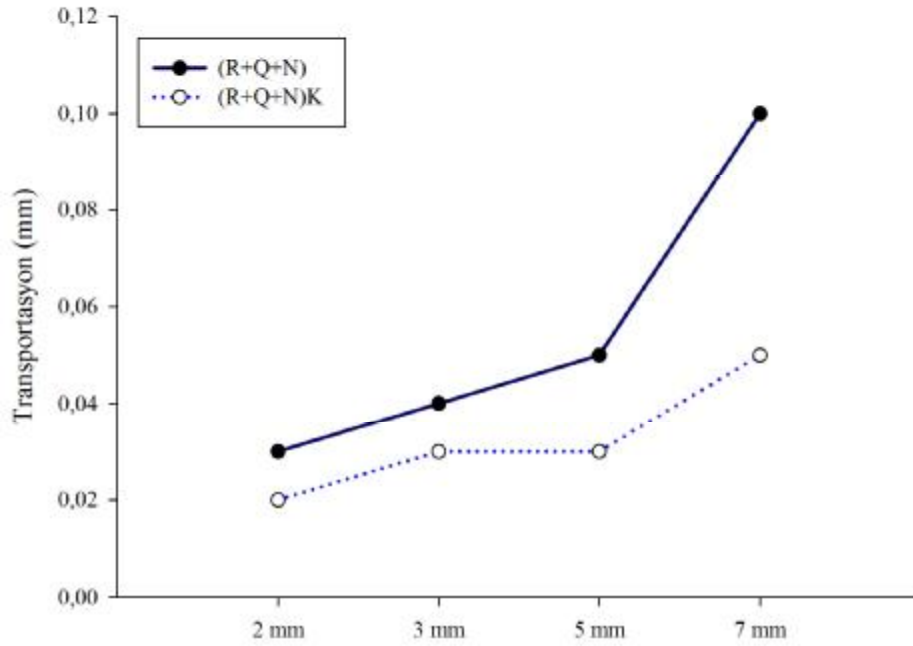
Şekil 4.9. ProGlider sistemi ile kayma yolu oluşturulduktan sonra ProTaper Next sistemi ile genişletilen kanalın preprasyon öncesi (A) ve sonrası (B) 2, 3, 5 ve 7 mm düzeylerindeki CBCT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler

Çizelge 4.7. Tüm ana sistemler toplamı ile kayma yolu sistemlerinin kök kanal transportasyonu açısından etkisinin değerlendirilmesi (mm)

Transportasyon	2mm±SS	3mm±SS	5mm±SS	7mm±SS
(R+Q+N)	0.03±0.02 ^A	0.04±0.02 ^A	0.05±0.03 ^A	0.10±0.05 ^A
(R+Q+N)K	0.02±0.02 ^B	0.03±0.02 ^B	0.03±0.02 ^B	0.05±0.04 ^B
P	0.0048	0.021	0.0001	0.0001

*Büyük harfler sistemler arasındaki farkı gösteriyor olup farklı harfler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Kayma yolu oluşturularak ve oluşturulmadan tüm kök kanal şekillendirmeleri karşılaştırıldığında kayma yolu oluşturulması kök kanal transportasyonunu tüm düzeylerde istatistiksel olarak önemli derecede azaltmıştır (Çizelge 4.7, Şekil 4.10) ($p<0,05$).



Şekil 4.10. Tüm ana sistemler toplamı ile kayma yolu sistemlerinin kök kanal transportasyonu açısından dağılımı

4.4. Kök Kanalı Merkezde Kalabilme Yeteneğine Ait Bulgular

Kayma yolu oluşturularak şekillendirilen grupların apikalden uzaklığına göre 2, 3, 5 ve 7 mm düzeyleri karşılaştırıldığında; 3 grupta da merkezde kalma oranı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.8, Şekil 4.11) ($p>0,05$).

Çizelge 4.8. Grupların merkezde kalma oranının düzeyler açısından ve kendi içinde karşılaştırılması

M.K.K.	2mm±SS	3mm±SS	5mm±SS	7mm±SS	P
R	0.43±0.16 ^B	0.42±0.17	0.41±0.16 ^B	0.42±0.15 ^B	0.9900
Q	0.60±0.18 ^A	0.52±0.17	0.58±0.20 ^A	0.59±0.13 ^A	0.4152
N	0.58±0.14 ^A	0.44±0.19	0.53±0.18 ^{AB}	0.49±0.14 ^{AB}	0.0526
P	0,0024	0,1996	0,0121	0,0016	
RK	0.52±0.18 ^B	0.48±0.19 ^B	0.57±0.13 ^B	0.62±0.22	0.0779
QK	0.72±0.19 ^A	0.66±0.20 ^A	0.78±0.13 ^A	0.68±0.18	0.1449
NK	0.67±0.17 ^A	0.64±0.22 ^A	0.62±0.18 ^B	0.61±0.19	0.7966
P	0,0021	0,0122	0,0001	0,4644	

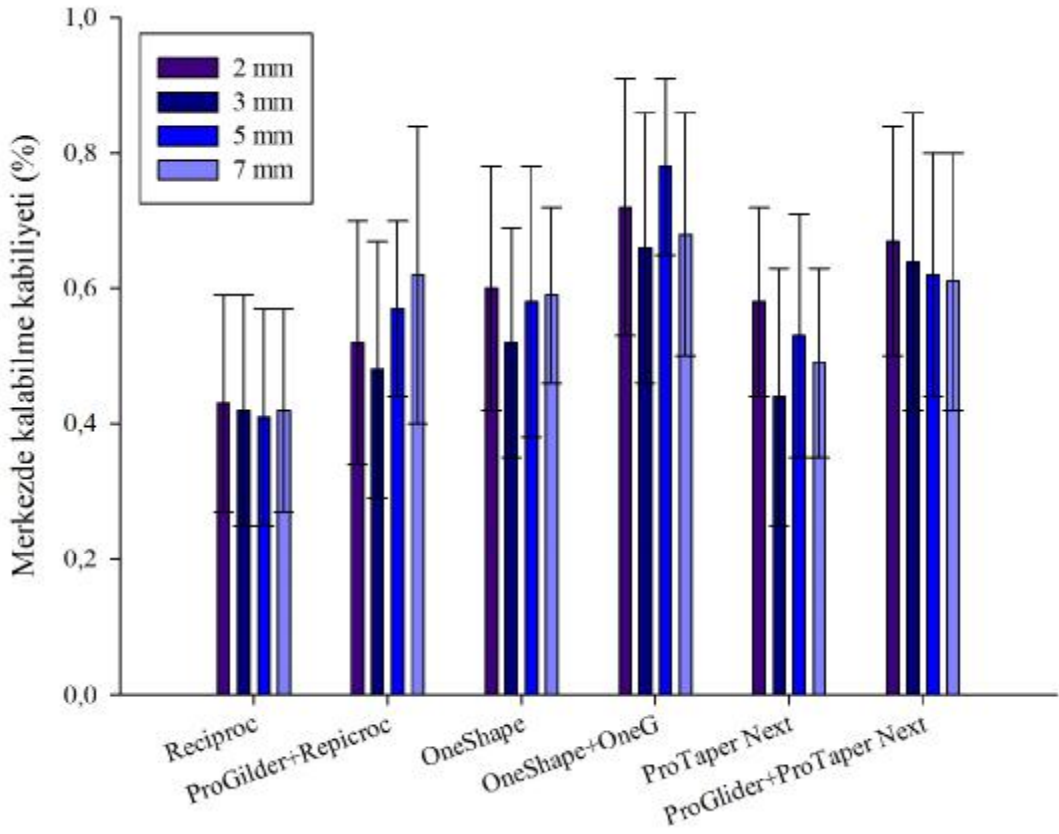
*Büyük harfler sistemler arasındaki farkı gösteriyor olup farklı harfler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Kayma yolu oluşturularak şekillendirilen gruplar birbiri içinde karşılaştırıldığında:

2 ve 3 mm düzeylerinde ProGlider+ProTaper Next ve OneG+OneShape grupları, ProGlider+Reciproc grubu ile karşılaştırıldığında merkezde kalma oranı istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0,05$).

5 mm düzeyinde OneG+OneShape grubu, ProGlider+Reciproc ve ProGlider+ProTaper Next gruplarına göre merkezde kalma oranı istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0,05$).

7 mm düzeyinde gruplar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).



Şekil 4.11. Merkezde kalma oranının gruplar arasındaki dağılımı

Kayma yolu oluşturulmadan şekillendirilen grupların apikalden uzaklığına göre 2, 3, 5 ve 7 mm düzeyleri karşılaştırıldığında; Reciproc, OneShape ve ProTaper Next gruplarının üçünde de merkezde kalma kabiliyeti açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Kayma yolu oluşturulmadan şekillendirilen gruplar birbiri içinde karşılaştırıldığında:

2 mm düzeyinde ProTaper Next ve OneShape grupları, Reciproc grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede merkezde kalma oranı daha yüksektir ($p<0,05$).

3 mm düzeyinde anlamlı fark bulunmazken, en yüksek değer OneShape grubuna aittir ($p>0,05$).

5 ve 7 mm düzeylerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunuyor olup, merkezde kalma oranı en yüksek OneShape, en düşük ise Reciproc grubudur ($p<0,05$).

Çizelge 4.9. ProGlider sisteminin Reciproc sistemine kök kanal transportasyonu açısından etkisi

M.K.K.		Min	Maks	Ort	SS	P
2mm	R	0.15	0.67	0.43	0.16	0.1273
	RK	0.27	0.90	0.52	0.18	
3mm	R	0.17	0.77	0.42	0.17	0.3024
	RK	0.12	0.79	0.48	0.19	
5mm	R	0.15	0.75	0.41 ^B	0.16	0.0015
	RK	0.37	0.84	0.57 ^A	0.13	
7mm	R	0.15	0.65	0.42 ^B	0.15	0.0016
	RK	0.24	0.94	0.62 ^A	0.22	

*Büyük harfler sistemler arasındaki farkı gösteriyor olup farklı harfler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

ProGlider sistemi ile kayma yolu oluşturulduktan sonra Reciproc sistemi ile şekillendirilen kök kanalları merkezde kalma kabiliyeti açısından değerlendirildiğinde 2 ve 3 mm’lerde fark bulunmazken 5 ve 7 mm’lerde ProGlider, Reciproc sisteminin merkezde konumlanmasına istatistiksel olarak önemli derecede katkıda bulunmuştur (Çizelge 4.9) ($p<0,05$).

Çizelge 4.10. OneG sisteminin OneShape sistemine kök kanal transportasyonu açısından etkisi

M.K.K.		Min	Maks	Ort	SS	P
2mm	Q	0.25	1.00	0.60	0.18	0.0503
	QK	0.29	1.00	0.72	0.19	
3mm	Q	0.24	0.84	0.52 ^B	0.17	0.0216
	QK	0.33	1.00	0.66 ^A	0.20	
5mm	Q	0.24	0.92	0.58 ^B	0.20	0.0007
	QK	0.54	1.00	0.78 ^A	0.13	
7mm	Q	0.38	0.86	0.59	0.13	0.0648
	QK	0.30	0.94	0.68	0.18	

*Büyük harfler sistemler arasındaki farkı gösteriyor olup farklı harfler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

OneG sistemi ile kayma yolu oluşturulduktan sonra OneShape sistemi ile şekillendirilen kök kanalları merkezde kalma kabiliyeti açısından değerlendirildiğinde tüm düzeylerde merkezde kalma oranında artış sağlarken 3 ve 5 mm’lerde merkezde kalma oranı istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksektir (Çizelge 4.10) ($p<0,05$).

Çizelge 4.11. ProGlider sisteminin ProTaper Next sistemine kök kanal transportasyonu açısından etkisi

M.K.K.		Min	Maks	Ort	SS	P
2mm	N	0.33	0.94	0.58	0.14	0.1003
	NK	0.33	1.00	0.67	0.17	
3mm	N	0.17	0.81	0.44 ^B	0.19	0.0034
	NK	0.27	1.00	0.64 ^A	0.22	
5mm	N	0.21	0.84	0.53	0.18	0.1322
	NK	0.25	0.94	0.62	0.18	
7mm	N	0.28	0.82	0.49 ^B	0.14	0.0277
	NK	0.24	0.94	0.61 ^A	0.19	

*Büyük harfler sistemler arasındaki farkı gösteriyor olup farklı harfler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

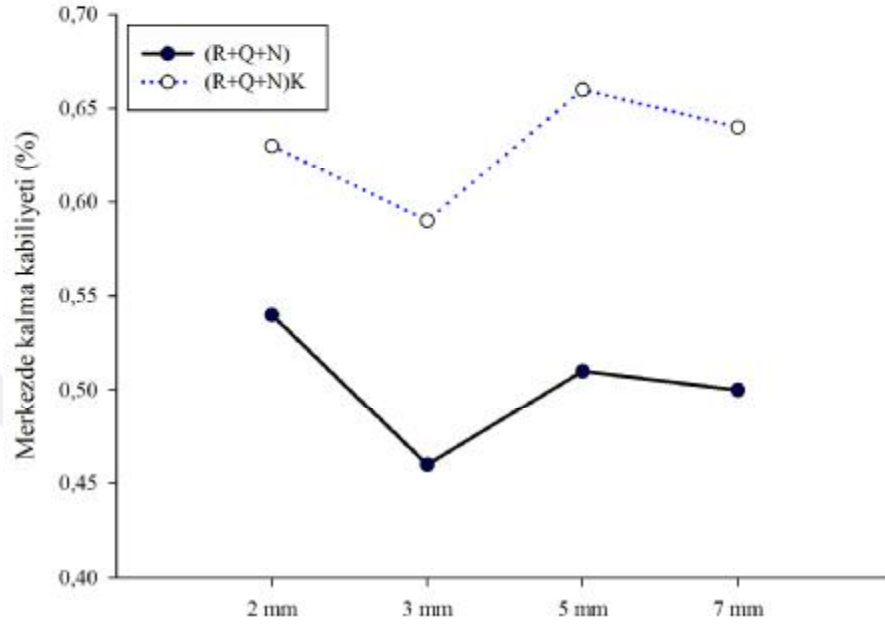
ProGlider sistemi ile kayma yolu oluşturulduktan sonra ProTaper Next sistemi ile şekillendirilen kök kanalları merkezde kalma oranı açısından değerlendirildiğinde tüm düzeylerde artış sağlarken 3 ve 7 mm düzeylerinde istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksektir (Çizelge 4.11) ($p<0,05$).

Çizelge 4.12. Tüm ana sistemler toplamı ile kayma yolu sistemlerinin kanal merkezinde kalabilme kabiliyeti açısından etkisinin değerlendirilmesi.

M.K.K.	2mm±SS	3mm±SS	5mm±SS	7mm±SS
(R+Q+N)	0.54±0.18 ^B	0.46±0.18 ^B	0.51±0.19 ^B	0.50±0.16 ^B
(R+Q+N)K	0.63±0.20 ^A	0.59±0.21 ^A	0.66±0.17 ^A	0.64±0.19 ^A
P	0.0062	0.0003	0.0001	0.0001

*Büyük harfler sistemler arasındaki farkı gösteriyor olup farklı harfler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Kayma yolu oluşturularak ve oluşturulmadan tüm kök kanal şekillendirmeleri karşılaştırıldığında merkezde kalma oranını tüm düzeylerde istatistiksel olarak önemli derecede arttırmıştır (Çizelge 4.12, Şekil 4.12) ($p<0,05$).



Şekil 4.12. Tüm ana sistemler toplamı ile kayma yolu sistemlerinin merkezde kalma oranı açısından dağılımı

5. TARTIŞMA

Son yıllarda, kök kanallarının şekillendirilmesi, temizlenmesi ve doldurulması ile ilgili pek çok yeni alet, cihaz ve yöntem geliştirilmiştir. Endodontik tedavinin en önemli aşamalarından biri olan kök kanal şekillendirmesi, kök kanalının mekanik ve kimyasal olarak temizlenmesinin yanı sıra yeterli genişletmenin oluşturulması ve kök kanal sisteminin dolgu için hazırlanması aşamalarını içermektedir.

Şekil hafızasına sahip Ni-Ti alaşımının endodonti pratiğine girmesi, şekillendirme ile ilgili gelişmelere hız kazandırmıştır. Kesici olmayan güvenli alet uçları, farklı kesici kenar uzunluk ve sayıları, yeni metalurji teknikleri, farklı enstrüman kinematikleri kök kanal şekillendirmesindeki ilerlemelere örnek oluşturur. Bu gelişmeler şekillendirme ile ilgili birçok problemi azaltmış olsa da tam olarak ortadan kaldıramamıştır.

Çalışmamızda, kayma yolu oluşturan eğelerinin kök kanal şekillendirme etkinliği çekilmiş insan dişleri üzerinde CBCT taramaları kullanılarak incelenmiştir. Çekilmiş insan dişlerinin kullanımının, çalışmanın standardizasyonu açısından tartışmalı olabileceği görüşü ilk defa Weine¹ tarafından ortaya atılmıştır. Bunun sonucunda çalışmalarda, şeffaf akrilik rezinden yapılmış yapay kök kanallarının kullanımı önerilmiştir. Akrilik rezin bloklar üzerinde yapılan şekillendirme, gerçek bir kök kanalında yapılan şekillendirmeyi tam olarak yansıtmamasına rağmen farklı sistemlerin şekillendirme özellikleri karşılaştırılırken, rezin bloklar ile sağlanan standardizasyon gerçek insan dişleriyle sağlanamamaktadır⁸¹. Ancak akrilik rezin blokların en büyük dezavantajı, blokların sertlik değerleridir^{82,83}. Weine¹ dentinin Knoop sertlik miktarının 40 kg/mm² iken, rezin blokların 22 kg/ mm² olduğunu, Patterson⁸⁴ ise dentin sertliğinin 40-72 kg/ mm² arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu sertlik farkı şekillendirme sırasında rezin duvarlarından dentin duvarlarına göre daha fazla madde kaldırılmasına yol açacaktır. Bununla birlikte döner alet sistemleri ile çalışılırken ortaya çıkan ısının akrilik rezini yumuşatmasına neden olabileceği de bildirilmiştir⁸⁵. Her ne kadar gerçek dişler, kök kanal morfolojisi açısından birbirleriyle büyük farklılıklar gösterse de şekillendirme tekniklerinin incelenmesinde hala iyi bir seçenek olarak gözükmektedirler⁸⁶.

Çalışmamızda 120 adet alt çene büyükazı dişin mezial kanalları kullanılmıştır. Standardizasyonu sağlayabilmek için dişler 12 mm çalışma uzunluğuna sahip olacak

şekilde 13 mm'den kuronları kesilmiştir. Kök kanallarından apikal foremenin çapı en fazla 10 no K tipi eğelere denk gelen dişler seçilmiştir. Ayrıca kanal eğimleri hesaplanmış, sadece 25°-35° arası eğime sahip dişler çalışmaya dahil edilmişlerdir. Schneider'in sınıflamasına göre 5° derece ve altı eğime sahip kanallar düz, 10°-20° arasında orta eğimli, 25°-70° arasında ise aşırı eğimli kanallar olarak tanımlanmıştır⁷⁹. Kök kanalının eğrilik derecesi, kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında kanal düzleşmesine etki eden önemli faktörlerden biri olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir^{14,21}. Cunningham et al.⁸⁷ alt çene büyükazı dişlerinin mezial kanallarını 3 boyutlu olarak inceledikleri çalışmada genellikle dar ve kurvatürlü bir yapı gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu bilgiler ışığında çalışmamızda 25°-35° arasında kurvatür eğimine sahip alt 1. büyük azı dişleri seçilmiştir. Seçilen şiddetli kök kanal eğimine sahip dişler genel debris ekstrüzyonu çalışmalarından farklılık göstermektedir^{76,88}. Yüksek kurvatüre sahip kök kanal üzerinde yapılan debris ekstrüzyonunu değerlendiren çalışmalar da mevcuttur^{64,89}. Fairbourn et al.⁶² ve Hinrichs et al.⁹⁰ kök kanal kurvatürü, kök kanalının uzunluğu ve apikal foramen çapının apikalden debris çıkışını etkilemediğini belirtmişlerdir.

Enstrumanların, kök kanal şekillendirmesi sırasında meydana gelen değişimlerini incelemek amacıyla birçok yöntem bulunmaktadır. Kök kanallarının taklitlerinin yapımı, şeffaflaştırma, radyografik çalışmalar, mufla kullanarak kesit alma çalışmaları geleneksel yöntemleri oluştururken; CBCT ve μ CT yaygınlaşması ve rutin kullanımı ile birlikte dişlere zarar vermeden şekillendirme öncesi ve sonrası üç boyutlu görüntülerin elde edildiği teknikler ön plana çıkmıştır. CBCT yüksek hassasiyet ve çözünürlüğün yanı sıra görüntü alım süresinin kısa oluşu ve dolayısıyla daha az radyasyona maruz kalma süresi gibi avantajlara sahiptir^{91,92}. Ancak CBCT taramaları ile elde edilen görüntüler kök kanalındaki küçük değişikliklerin incelenmesinde yeterli çözünürlük sağlayamamaktadır. μ CT geliştirilmesiyle yüksek çözünürlüğe sahip görüntüler elde edilmiştir⁹³, fakat tarama ve rekonstrüksiyon zamanının uzun olması ve yüksek maliyet nedeniyle örnek sayısının küçük tutulması gibi dezavantajlara sahiptir. Bu sebeple çalışmamızda şekillendirme sırasında kök kanallarının transportasyon ve merkezde kalabilirliği açısından incelenmesinde CBCT taramaları kullanılmıştır. Literatürde kök kanal transportasyonun CBCT ile değerlendirildiği birçok çalışma bulunmaktadır^{29,94-97}.

Ni-Ti döner enstrümanlar, paslanmaz çelik enstrümanlarla kıyaslandığında şekil hafızası, süperelastisite gibi pek çok üstünlüğe sahiptirler. Ni-Ti döner enstrümanların şekillendirme işlemi sırasında eğimli kök kanallarına daha az lateral kuvvet uygulanmasını sağlayarak kanaldan sapma riskini azalttığı ve orjinal kanal şeklinin korunmasındaki etkinlikleri yapılan çalışmalarda gösterilmiştir^{14,21}.

Çalışmamızda, farklı kinematik özelliklerine sahip Ni-Ti döner alet sistemlerinin eğimli kanallarda kayma yolu oluşturarak ve oluşturmada meydana getirdikleri transportasyon miktarları karşılaştırılmıştır. Reciproc kayma yolu oluşturularak ve oluşturulmadan kullanıldığında apikal, orta ve koronal üçlüdeki kök kanalı transportasyon değerleri diğer gruplar ile karşılaştırıldığında en yüksektir.

Gergi et al.⁹⁸ tarafından yapılan 2014 yılında farklı kinematik özelliklere sahip Ni-Ti sistemlerinin kullanıldığı bir çalışmada, resiprokal hareket yapan WaveOne ve Reciproc ile rotasyon-resiprokasyon hareketlerini kombine yapan Twisted File Adaptive sistemleri, kök kanalında oluşturdukları transportasyon açısından μ CT kullanılarak karşılaştırılmıştır. Resiprokal hareket yapan Reciproc sistemin apikal bölgede en fazla transportasyon gösteren grup olması ise Reciproc eğinin sahip olduğu geniş kesite bağlanmıştır. Reciproc iki kesici uca sahip S-şeklinde bir kesite sahiptir. Geniş kesit özelliğinin eğinin esnekliğini azalttığından dolayı apikal bölgede en fazla transportasyonun Reciproc grubunda görülmüş olabileceği bildirilmiştir.

Turpin et al.⁹⁹, nikel titanyum eğelerin esneklik özelliklerinde kesit konfigürasyonunun belirleyici faktör olduğunu belirtmiştir. Daha az yüzey alanından oluşan kesitlere sahip enstrümanların; daha yüksek esneklik değerlerine sahip olacağından bükülme kuvvetlerine karşı daha yüksek direnç gösterebileceği bildirilmiştir¹⁰⁰⁻¹⁰². Çalışmamızda kayma yolu oluşturulan ve oluşturulmayan gruplar kendi içinde karşılaştırıldığında en yüksek değerlerin Reciproc ve Proglider+Reciproc gruplarında meydana gelmiş olması yukardaki çalışmalarla uyum göstermektedir.

Hayashi et al.¹⁰³ üçgen kesite sahip eğelerin bükülme özelliklerinin, dikdörtgen kesite sahip eğelerden daha başarılı olduklarını bildirmiştir¹⁰³. Çalışmamızda ProTaper Next sistemi ile şekillendirilen kök kanalları OneShape sistemi ile karşılaştırıldığında, transportasyon miktarı daha az olup anlamlı fark bulunmamıştır.

OneShape (0,25 mm .06) ve ProTaper Next (X2; 0,25 mm .06) enstrümanları .06'lık koniklik gösterirken Reciproc 25 eğesi ilk 3mm'si .08 koniklik açısı gösterir,

sonraki bölümlerinde ise koniklik açısı azalarak devam etmektedir. Çapar ve ark.'nın⁹⁴ CBCT ile Reciproc, ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive ve OneShape sistemlerini kök kanal transportasyonu açısından karşılaştırdıkları çalışmada istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte apikal bölgede en fazla düzleşmeye Reciproc sistemi neden olmuştur ki bu bulgu çalışmamızla benzerdir.

Çalışmamızda kullanılan dişlerde eğim dereceleri, çalışma boyları gibi anatomik farklılıklar, en aza indirilip standardize edilmeye çalışılmıştır. Farklı döner enstrüman sistemlerinin şekillendirme etkinliklerinin karşılaştırıldıkları diğer çalışmalarda da, grupların benzer apikal çapa kadar şekillendirilmesi önemlidir.¹⁰⁴ Bu gözönünde bulundurularak, çalışmamızdaki 6 grup da apikal 0,25 mm çapa sahip olacak şekilde şekillendirilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan sistemler metalurjik açıdan farklılık göstermektedir. OneShape eğesi, klasik döner alet sistemlerinde kullanılan süper elastik özellik sağlayan konvansiyonel Ni-Ti telinden üretilirken, ProTaper Next ve Reciproc eğeleri Ni-Ti'nin termomekanik işleminden geçirilmesiyle elde edilen M-wire teknolojisi ile üretilmiştir. Bu değişik özelliklere sahip üretim metodolojileri ile eğelerin özelliklerinin geliştirilmesi, daha esnek ve daha uzun ömürlü eğelerin üretilmesi amaçlanmıştır.^{21,105} Bu verilere göre Reciproc sisteminin daha az kanal düzleşmesi oluşturacağı beklense de en az düzleşme önemli derecede ProTaper Next ve OneShape sistemlerinde meydana gelmiştir. Bu sonucun Reciproc eğelerinin geniş kesit özelliğine bağlı esnekliğin azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Asimetrik kesite sahip, rotasyon sırasında dalgalanma şeklinde hareket eden ve M-wire teknolojisi ile üretilen ProTaper Next sistemi, kök kanalında en az transportasyon oluşturan sistemdir. OneShape sistemiyle ProTaper Next sistemi kök kanalında meydana getirdiği transportasyon değerlerine yakın veriler elde edilmiş olup aralarında anlamlı fark bulunmamaktadır. OneShape eğesinin ağırlık ve dönme merkezi dengelenecek şekilde tasarlanmış oluşu ve ProTaper Next sisteminde olduğu gibi rotasyon sırasında eğenin aktif uzunluğu boyunca yol alan mekanik bir hareket dalgası oluşturması çalışmamızda çıkan bu sonucu açıklamaktadır.

Schäfer et al.¹⁰⁶ yaptıkları çalışmada .06'lık konikliğe sahip Ni-Ti eğelerin eğimli kanalların apikal bölgelerinin şekillendirilmesinde kullanılmamaları gerektiğini bildirmiştir. Bu tür eğelerin nikel titanyum alaşımdan yapılmalarına rağmen, sahip

oldukları kalınlıktan ötürü esnekliklerinin yetersiz olduğunu bildirmiştir; bundan dolayı eğimli kanalların özellikle apikal şekillendirilmelerinin .02 ve .04 konikliğe sahip eğeler ile yapılması önerilmiştir. Eğelerin sahip oldukları esneklik özelliklerinin, eğenin kalınlığı dolayısıyla konikliğiyle de alakalı olduğu ve koniklik arttıkça eğenin esnekliğinin azalacağı başka çalışmalarla da gösterilmiştir¹⁰². Enstrumanın apikal sonlanıma pasif olarak ulaşmasını sağlayarak yüksek torkta dahi kırılmaya karşı koruduğu için kayma oluşturulması çeşitli çalışmalarda önerilmektedir.¹⁴

Markvart et al.¹⁰⁷ PathFile kullanarak kayma yolu oluşturma etkisinin kök kanalı ve eksen üzerindeki modifikasyonlarını inceledikleri çalışmada; herhangi bir Ni-Ti döner veya resiprokal hareket yapan enstrumantasyondan önce kayma yolu oluşturulmasını daha güvenli olarak göstermişlerdir.

Berutti et al.¹⁰⁸ çalışmada eğer kanal genişletilmesine başlanmadan giriş yolu oluşumu sağlanırsa WaveOne ve Reciproc eğelerinin eğimli kanallarda daha az transportasyona neden olacağı görülmüştür. Zanette et al.¹⁰⁹ çalışmalarında kayma yolu oluşturulmasının çalışma boyunca tüm kanal boyunca rehber yol sağlayacağını ve kanal duvarları ile ege arasındaki sıkı temasın azalacağını göstermişlerdir. Ayrıca şekillendirme sırasında apikal transportasyon ve apikalde çentik oluşumu gibi hataları en aza indirmektedir.¹¹⁰

Patino et al.²⁴ kayma yolu oluşturulmasının enstruman kırıkları ile ilişkisini inceledikleri çalışmada, döner aletlerin kırılma oranını azalttığını ve daha az kanal transportasyonu meydana geldiğini bildirmiştir. Hangi yöntem kullanırsa kullanılsın, nerdeyse tüm üreticiler tarafından bir kayma yolu şekillendirmesi önerilmektedir.¹⁰²

Çalışmamızda üretici tavsiyelerine uygun şekilde Reciproc egesinden önce ProGlider egesi ile, OneShape egesinden önce OneG egesi ile ProTaper Next egesinden önce ProGlider egesi ile kayma yolu oluşturulmuştur. Tüm kayma yolu oluşturulan kök kanallarında transportasyon değerleri sayısal olarak azalmış olup ana sistemlerin merkezde kalma oranı artmıştır. Kayma yolu oluşturulması Reciproc sisteminde orta üçlüde (5 ve 7 mm) ProTaper Next sisteminde 7 mm düzeyinde, One Shape sisteminde ise tüm düzeylerde önemli derecede kök kanal transportasyonunun azalmasını sağlamıştır. Tüm gruplar arasında en düşük transportasyon OneG+OneShape grubunda, en yüksek transportasyon ise Reciproc grubunda gerçekleşmiştir. Kayma yolu sistemleri kök kanal transportasyonunu sayısal olarak en fazla değişimi Reciproc sisteminde

oluştururken en az değişimi ProTaper Next sisteminde oluşturmuştur.

Geçtiğimiz 50 yılı aşkın, literatürde kök kanalı şekillendirmesi sırasında enstrumantasyon tekniklerinin apikalden çıkan materyal ve miktar açısından incelendiği bir dizi çalışma yapılmıştır¹¹¹.

Çalışmamızda deneysel düzeneğin hazırlanmasında Myers ve Montgomery⁷⁷ tarafından kurulan sistem tercih edilmiş olup Bürklein et al.⁶⁷ yapmış oldukları düzeneğten faydalanılmıştır. Bu sistem bu tür taşma araştırmaları gerçekleştiren diğer bazı yazarlar tarafından da tercih edilmiştir^{67,74,76,88,112}.

Apikalden debris çıkışını kullanılan enstrumantasyon sistemleri üzerinde karşılaştırdığımızda Reciproc, OneShape ve ProTaper Next grupları arasında anlamlı bir fark olmayıp en az debris çıkışı OneShape grubunda en çok debris çıkışı ise ProTaper Next grubunda gerçekleşmiştir. Bu sayısal farklılık ProTaper Next sisteminin enstrumantasyon sayısına bağlanabilir. Küçükyılmaz ve ark.⁶⁹ Reciproc, OneShape ve ProTaper sistemlerini apikalden debris çıkışı açısından karşılaştırdıkları çalışmalarında sistemler arasında anlamlı fark bulunmazken en az debris çıkışı bizim çalışmamızda da olduğu gibi OneShape sisteminde meydana gelmiştir. Bürklein et al.⁶⁷ Reciproc, OneShape, F360 ve Mtwo sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında ise OneShape sistemi Reciproc sistemine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az debris çıkışı sağlamıştır.

Sistemler arasındaki fark enstruman kesitleri açısından değerlendirildiğinde, OneShape sisteminin apikal bölgedeki üçgen kesit yapısı, asimetrik rotasyon hareketi ve dengeli merkez noktası daha az kesme etkinliği sağlarken debrisin koronale taşınması için daha fazla yer sağlamaktadır. Reciproc sisteminin apikal bölgedeki yüksek konikliği (.08) ve “S” kesit yapısına bağlı geniş kesit alanı kesme etkinliğini artırırken debris için daha az yer sağlamaktadır. Bu enstruman sistemlerinin bu özellikleri OneShape grubunda daha az debris çıkışı meydana gelmesini açıklamaktadır.

Kayma yolu oluşturulan sistemler apikalden debris çıkışı açısından karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı farklılık olup en çok Proglider+Reciproc grubunda izlenirken en az OneG+OneShape sisteminde kaydedilmiştir. Tüm gruplarda kayma yolu oluşturulması debris çıkışını önemli derecede arttırmıştır. ProGlider+ProTaper Next sisteminde 3 enstrumanın kullanılmış olmasına rağmen ProGlider+Reciproc sisteminde daha fazla debris çıkışı meydana gelmiştir. Topçuoğlu

ve ark.'nın⁸⁹ yaptıkları kayma yolu oluşturarak ve oluşturmada şekillendiren enstruman sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmada bizim çalışmamızla benzer şekilde OneG+OneShape grubu ProGlider+Reciproc grubuna göre önemli derecede daha az debris çıkışını sağlarken kayma yolu sistemleri ile beraber kullanıldığında bizim çalışmamızın aksine debris çıkışı değerlerinde anlamlı bir azalma bildirmişlerdir.

Garlapati et al.¹¹³ K3, Mtwo, Race ve ProTaper sistemlerini apikalden taşan bakteri miktarı açısından değerlendirdikleri çalışmada en çok bakteri çıkışı Mtwo grubunda izlenmiştir. K3, Race ve ProTaper sistemleri “crown down” yöntemi ile çalışırken Mtwo sistemi kayma yolu oluşturan döner Ni-Ti sistemlerdeki gibi tek boy ege tekniği ile çalışmaktadır. Aynı zamanda Mtwo sisteminin ilk egesi kayma yolu oluşturan Ni-Ti sistemlere benzer şekilde .04 konikliğe 0,10 mm uca sahiptir. Kayma yolu oluşturulması sırasında koronal bölüm genişletilmeden direkt apikal bölümün genişletilmesi tıpkı el eğelerinde de olduğu gibi debris çıkışını arttırabilir.

Mtwo sistemin kayma yolu sistemleri ile benzerliği kök kanal transportasyonu açısından Alves et al.¹¹⁴ tarafından incelenmiştir. K tipi ege, PathFile ve Mtwo sistemlerinin ilk 3 egesi ile kayma yolu oluşturulmuş ve şekillendirme öncesi ve sonrası radyograflar alınarak apikal transportasyon değerlendirilmiştir. Kök kanal morfolojisinden sapma veya transportasyon meydana gelmediği bildirilmiştir.

Mekanik hareket dalgası oluşturan sistemler apikalden debris çıkışı açısından değerlendirildiğinde, bu hareketin ege ile dentin arasındaki bağın azalmasına katkıda bulunduğu bildirilmiştir³⁶. Ancak asimetrik kesitlere sahip olan eğeler karşılaştırıldığında, ProTaper Next sisteminde apikalden debris çıkışı OneShape sistemine göre önemli derecede daha yüksek meydana gelmiştir. Bu durum apikalden debris çıkışının kullanılan enstruman sayısı ile doğru orantılı olabileceğini düşündürmektedir.

Literatürde rotasyon ve resiprokasyon hareketiyle çalışan eğeleri değerlendiren birçok çalışma olup resiprokasyon hareketinin taşıdığı debris açısından farklı sonuçlar bulunmaktadır.

Bürklein ve Schäfer'ın⁸⁸ 2012 yılındaki ProTaper, Mtwo, WaveOne ve Reciproc sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında tam rotasyon yapan sistemlerin debris koronale daha fazla taşıyarak daha az apikal debris çıkışına neden olacağını bildirmişlerdir. Koçak ve ark.'nın⁷⁶ alt çene küçük azı dişlerde ProTaper Universal,

SAF, Revo-S ve Reciproc eğe sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmada sayısal olarak apikalden debris taşması en az Reciproc sisteminde en çok ProTaper Universal sisteminde görülmüştür.

De-Deus et al.⁶⁸ 2010 'da büyük azı dişlerin mezial kanallarında yaptıkları çalışmada; ProTaper F2 eğesinin resiprokasyon ve rotasyon hareketlerinde kullanımını karşılaştırmıştır. Resiprokasyon hareketi ile yapılan genişletmede rotasyon hareketi ile yapılan genişletmeye göre anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte daha az miktarda debris taşıdığı görülmüştür.

Çalışmamızda smear tabakasının kaldırılmasını sağlayacak irrigasyon solüsyonlarının, buharlaştırılması sonrası oluşacak tuz kristallerinin taşan debris miktarını etkileyeceğinden dolayı smear tabakasını kaldırmak için herhangi bir girişimde bulunulmamış ve herhangi bir irrigasyon aktivasyon tekniği kullanılmamıştır.

Apikalden debris çıkışını etkileyen faktörlerden biri de kullanılan irrigasyon iğneleri ve irrigasyon yöntemleri olduğu çeşitli çalışmalarda incelenmiş olup yandan delikli iğne uçlarının daha güvenli olduğu ve konvansiyonel iğnelere göre daha az debris taşmasına yol açtığı bildirilmiştir^{65,66,115}. Çalışmamızda yandan delikli irrigasyon iğneleri çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde kullanılmıştır.

Kanal şekillendirilmesinin bitirilme noktası, irrigasyon solüsyonu ve miktarı, şekillendirme tekniği, kullanılan eğe sistemleri, kullanılan eğelerin apikal çapı, kesiti, bıçak sayısı, kesme etkinliği, açılanmaları, denge merkezi ve hareket şekli kök kanallarının apikalden taşan materyalin miktarını etkileyen faktörlerdir^{13,14,56}.

Apikal ekstrüzyon çalışmalarında karşılaşılan en önemli eksikliklerden biri doğal bir bariyer sağlayabilecek periapikal doku ve kemiğin bulunmamasıdır⁷⁸. Klinik koşullarda periapikal dokuların ve lezyonların (periapikal granülomlar ve kistler) varlığı, debris ve irrigasyon solüsyonunun taşmaması için direnç oluşturabilir. Ancak çalışmamızda, metodolojik bir sınırlılık olarak, bu direnci sağlayabilecek bir bariyer oluşturulmamıştır. Çiçek köpüğü veya agar jel gibi materyaller kullanılarak periapikaldeki doku direnci oluşturulmaya çalışılmıştır. Ancak, farklı çalışmalarda köpüğün absorpsiyon ile ölçeceğimiz materyalin kaybına neden olacağı ve agar jelin standardize boyutlarda hazırlanmasının ve manüplasyonunun zor olması sebebiyle kullanımları önerilmemiştir^{115,116}. Aynı zamanda periapikal dokuların varlığı sağlansa bile pulpayı taklit edecek ve standardize edecek bir sistem yoktur. Dentin mikrosertliği

sonuçları etkileyebilmektedir⁷⁸. Daha düşük mikrosertliğe sahip dişlerde debris daha kolay apikale taşabilir.

Araştırmanın laboratuvar aşamaları sırasında da bazı sınırlılıklar mevcuttur. Debrisintoplanacağı tüpün kontamine olmadığından ve debristen başka maddelerle dolmadığından emin olmak neredeyse imkânsızdır. Ölçülen debris ağırlığı son derece düşük olup ortamın havası ve nemi ölçümü değiştirebilir ve bu parametreler standardize edilemez veya önlenemez.

Çalışmamızda tüm grupların aktif preparasyon zamanı kronometre ile kaydedilmiştir. Klinik ortamı yansıtmaması açısından irigasyon, eğeler üzerindeki talaşların temizlenmesi ve eğe değiştirme süreleri de çalışma zamanına eklenmiştir. Çalışma zamanının şekillendirme tekniğine, kullanılan ege sayısına, operatörün deneyimine, operatörün yorgunluğuna ve çalışmanın detaylarına bağlı olduğu söylenebilir. Fakat operatörün tekniği ve deneyimi gibi faktörler, metodolojide bir standardizasyon sağlamayı engellendiği için aynı sistemlerin çalışıldığı çalışmalarda bile çok farklı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir¹⁴. Bizim çalışmamızda sırasıyla her gruptan beşer örnek çalışılarak bütün gruplardaki örnekler tamamlanmıştır.

Çalışmamızda preparasyon zamanları değerlendirilirken kayma yolu oluşturan gruplardaki ege sayısının artmasına bağlı olarak bu grupların çalışma süresi önemli derecede daha yüksek çıkmıştır. ProTaper Next grubu ile Reciproc grubu arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmayıp ProTaper Next grubu kök kanal şekillendirmesini daha kısa sürede tamamlamıştır. Bu fark çeşitli sebeplerden kaynaklanmış olabilir. Bunlardan ilki ProTaper Next grubundaki şekillendirmenin %6 konikliğe sahip ege ile bitirilirken, Reciproc grubunun .08 konikliğe sahip olması olabilir. Koniklik arttıkça eğenin kalınlığı ve sertliği artacağı için dar kanallarda ilerlemek daha fazla zaman almış olabilir. Özellikle kurvatur bölgesinde alet kırılma riskine karşı eğenin apikale doğru çok hafif gagalama hareketi yapılarak ilerletilmesi ve kanallarda 5-7 giriş ile çalışma boyuna ulaşılması zamanı uzatabilmektedir. OneShape sistemi diğer tüm gruplar ile karşılaştırıldığında kök kanal şekillendirmesini en kısa sürede tamamlamıştır. Bürklein et al.¹¹⁷yaptıkları çalışmada tek ege sistemlerinin kullanımı ile çalışma zamanının %30 ile %62 oranları arasında azaldığını bildirmiştir. Kayma yolu oluşturulan gruplarda anlamlı fark bulunuyor olup en hızlı OneG+OneShape grubu iken en yavaş ProGlider+ProTaper Next grubu bulunmuştur.

Yaptığımız çalışma sonucunda piyasaya sunulan yeni kayma yolu sistemleri ile eğri kanallarda şekillendirme sonucu ortaya çıkan transportasyon miktarı değerlendirilmiş ve kök kanallarının anatomik yapısını daha iyi koruduğu bulunmuştur. Kayma yolu sistemleri apikalden debris taşması açısından incelendiğinde ise daha fazla debris taşmasına yol açtığı izlenmiştir. Literatürü incelediğimizde apikalden debris çıkışının geleneksel deney sistemleri ile ölçülmekle beraber, periapikal doku basıncını yansıtan deney düzeneklerinin de geliştirilmeye çalışıldığını izlemekteyiz. İleri dönemlerde oluşturulacak gelişmiş deney sistemleri ile yapılacak çalışmalar kuşkusuz kök kanal şekillendirme sistemlerinin karşılaştırılmasında daha etkin olacaktır.



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

- Bu çalışmanın sınırları doğrultusunda, kullanılan tüm döner eğe sistemleri apikalden debris taşmasına neden olmuşlardır.
- Kayma yolu oluşturan sistemler apikalden taşan debris miktarının artmasına neden olmuştur.
- Resiprokal ve rotasyonel hareket yapan tek eğe sistemlerinin apikalden debris itimi benzer bulunmuştur.
- Debris taşıma miktarının ölçüldüğü in-vitro çalışmalarda periradiküler dokuları da taklit edebilecek düzenekler için ileri araştırmalar gerekmektedir.
- Kök kanalı şekillendirme işlemi en kısa sürede OneShape sistemi ile tamamlanmıştır.
- Kök kanalı genişletilmesi öncesi kayma yolu oluşturulması çalışma zamanını arttırmıştır.
- Kayma yolu oluşturan sistemler arasında OneG daha az kök kanal transportasyonu meydana getirmiştir.
- Kayma yolu oluşturan sistemler tüm gruplarda merkezde kalma oranının artmasını sağlamıştır.
- CBCT enstrümanların şekillendirme etkinliklerinin değerlendirilmesi için yüksek çözünürlükte görüntüler sağlayan ve daha hassas ölçümler yapılabilmesine olanak tanıyan etkili bir yöntemidir.
- Kayma yolu oluşturulması şekillendirme sırasında kök kanal anatomisinin korunmasını sağlamıştır.

KAYNAKLAR

1. **Weine FS, Kelly RF, Lio PJ.** The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod*, **1975**; 1:255-262.
2. **Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng Y-L.** Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic Topics*, **2005**; 10:103-122.
3. **Schilder H.** Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*, **1974**; 18:269-296.
4. **Walton RE.** Current concepts of canal preparation. *Dent Clin North Am*, **1992**; 36:309-326.
5. **Reddy SA, Hicks ML.** Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod*, **1998**; 24:180-183.
6. **Pettiette MT, Delano EO, and Trope M.** Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. *J Endod*, **2001**; 27:124-127.
7. **Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, Clark WA, Kovarik L, Buie C, Liu J, Ben Johnson W.** Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *J Endod*, **2009**; 35:1589-1593.
8. **Ye J, Gao Y.** Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *J Endod*, **2012**; 38:105-107.
9. **Burklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schafer E.** Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J*, **2012**; 45:449-461.
10. **Alsilani R, Jadu F, Bogari DF, Jan AM, Alhazzazi TY.** Single file reciprocating systems: A systematic review and meta-analysis of the literature: Comparison of reciproc and WaveOne. *J Int Soc Prev Community Dent*, **2016**; 6:402-409.
11. **West JD.** The endodontic Glidepath: "Secret to rotary safety". *Dent Today*, **2010**; 29:86, 88, 90-83.
12. **Dhingra A, Bhardwaj N.** Glide path in endodontics. *Endodontology*, **2014**; 26.
13. **Seltzer S, Naidorf IJ.** Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod*, **1985**; 11:472-478.
14. **Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH.** Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, **2005**; 10:30-76.
15. **Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ.** Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J*, **2001**; 34:354-358.
16. **Eldeeb ME, Boraas JC.** The effect of different files on the preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J*, **1985**; 18:1-7.
17. **Coleman CL, Svec TA, Rieger MR, Suchina JA, Wang MM, Glickman GN.** Analysis of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation by means of direct digital imaging. *J Endod*, **1996**; 22:603-607.

18. **Pitt Ford TR, Rhodes JS, and Pitt Ford HE**, Endodontics, Problem-Solving in Clinical Practice. first ed. 2002, London.
19. **Bishop K and Dummer PM**, A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. *Int Endod J*, **1997**; 30:25-34.
20. **Lambrianidis T**, Ledging and blockage of root canals during canal preparation: causes, recognition, prevention, management, and outcomes. *Endodontic Topics*, **2006**; 15:56-74.
21. **Peters OA**, Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*, **2004**; 30:559-567.
22. **Berutti E, Negro AR, Lendini M, and Pasqualini D**, Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod*, **2004**; 30:228-230.
23. **Paleker F and van der Vyver PJ**, Comparison of Canal Transportation and Centering Ability of K-files, ProGlider File, and G-Files: A Micro-Computed Tomography Study of Curved Root Canals. *J Endod*, **2016**; 42:1105-1109.
24. **Patino PV, Biedma BM, Liebana CR, Cantatore G, and Bahillo JG**, The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *J Endod*, **2005**; 31:114-116.
25. **Cassim I and van der Vyver PJ**, The importance of glide path preparation in endodontics: a consideration of instruments and literature. *Sadj*, **2013**; 68:322, 324-327.
26. **Jerome CE and Hanlon Jr RJ**, Identifying Multiplanar Root Canal Curvatures Using Stainless-Steel Instruments. *J Endod*, **2003**; 29:356-358.
27. **Gergi R, Rjeily JA, Sader J, and 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**; 36:904-907.
28. **Cantatore G, Berutti E, and Castellucci A**, PathFiles: A New Rotary Nickel-Titanium Instrument for Mechanical Glide Path and Preflaring. *Univesity of Verona, University of Turin, University of Florence*.
29. **Elnaghy AM and Elsaka SE**, Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with ProTaper Next instruments with and without glide path. *J Endod*, **2014**; 40:2053-2056.
30. **Uslu G, Ozyurek T, and Inan U**, Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of ProGlider and One G Glide Path Files. *J Endod*, **2016**; 42:1555-1558.
31. **Buehler WJ, Gilfrich J, and Wiley R**, Effect of low-temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition TiNi. *Journal of applied physics*, **1963**; 34:1475-1477.
32. **Walia H, Brantley WA, and Gerstein H**, An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod*, **1988**; 14:346-351.
33. **Thompson S**, An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J*, **2000**; 33:297-310.
34. **Baumann MA**, Nickel–titanium: options and challenges. *Dent Clin North Am*, **2004**; 48:55-67.

35. **Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, Testarelli L.** Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod*, **2008**; 34:1003-1005.
36. **Haapasalo M, Shen Y.** Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. *Endodontic Topics*, **2013**; 29:3-17.
37. **Yamamura B, Cox TC, Heddaya B, Flake NM, Johnson JD, Paranjpe A.** Comparing canal transportation and centering ability of endosequence and vortex rotary files by using micro-computed tomography. *J Endod*, **2012**; 38:1121-1125.
38. **Bardsley S, Peters CI, Peters OA.** The effect of three rotational speed settings on torque and apical force with vortex rotary instruments in vitro. *J Endod*, **2011**; 37:860-864.
39. **Gambarini G, Plotino G, Grande NM, Al-Sudani D, De Luca M, Testarelli L.** Mechanical properties of nickel-titanium rotary instruments produced with a new manufacturing technique. *Int Endod J*, **2011**; 44:337-341.
40. **Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K.** Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/. 04 rotary instruments. *J Endod*, **2008**; 34:1406-1409.
41. **Gambarini G, Gerosa R, De Luca M, Garala M, Testarelli L.** Mechanical properties of a new and improved nickel-titanium alloy for endodontic use: an evaluation of file flexibility. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, **2008**; 105:798-800.
42. **Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J.** Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *J Endod*, **2009**; 35:401-403.
43. **Al-Hadlaq SM, AlJarbou FA, AlThumairy RI.** Evaluation of cyclic flexural fatigue of M-wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod*, **2010**; 36:305-307.
44. **Yared G.** Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J*, **2008**; 41:339-344.
45. **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**; 38:996-1000.
46. **Ruddle CJ, Machtou P, West JD.** The shaping movement 5th generation technology. *Dent Today*, **2013**; 32:94.
47. **Gernhardt CR.** One Shape-a single file NiTi system for root canal instrumentation used in continuous rotation. *Endodontic Practice Today*, **2013**; 7.
48. **Venturi M, Prati C, Capelli G, Falconi M, Breschi L.** A preliminary analysis of the morphology of lateral canals after root canal filling using a tooth-clearing. *Int Endod J*, **2003**; 36:54-63.
49. **Tachibana H, Matsumoto K.** Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. *Dental Traumatology*, **1990**; 6:16-20.
50. **Robb RA, Sinak L, Hoffman E, Kinsey J, Harris L, Ritman EL.** Dynamic volume imaging of moving organs. *Journal of medical systems*, **1982**; 6:539-554.
51. **Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P.** Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal-Canadian Dental Association*, **2006**; 72:75.

52. **Patel S, Wilson R, Dawood A, Mannocci F.** The detection of periapical pathosis using periapical radiography and cone beam computed tomography–Part 1: pre-operative status. *Int Endod J*, **2012**; 45:702-710.
53. **Patel S, Mannocci F, Shemesh H, Wu M-K, Wesselink P, Lambrechts P.** Radiographs and CBCT--time for a reassessment? *Int Endod J*, **2011**; 44.
54. **Özer SY.** Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an in vitro model. *J Endod*, **2011**; 37:75-79.
55. **Matherne RP, Angelopoulos C, Kulild JC, Tira D.** Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *J Endod*, **2008**; 34:87-89.
56. **Tanalp J, Güngör T.** Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod j*, **2014**; 47:211-221.
57. **Chapman C, Collee J, Beagrie G.** A preliminary report on the correlation between apical infection and instrumentation in endodontics. *Int Endod J*, **1968**; 2:7-11.
58. **Seltzer S, Soltanoff W, Sinai I, Goldenberg A, Bender I.** Biologic aspects of endodontics: Part III. Periapical tissue reactions to root canal instrumentation. *Oral surgery, Oral medicine, Oral pathology*, **1968**; 26:534-546.
59. **Al-Omari M, Dummer P.** Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod*, **1995**; 21:154-158.
60. **VandeVisse JE, Brilliant JD.** Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod*, **1975**; 1:243-246.
61. **Ruiz-Hubard EE, Gutmann JL, Wagner MJ.** A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques. *J Endod*, **1987**; 13:554-558.
62. **Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S.** The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod*, **1987**; 13:102-108.
63. **Dummer PM, McGinn J, Rees DG.** The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J*, **1984**; 17:192-198.
64. **Elmsallati EA, Wadachi R, Suda H.** Extrusion of debris after use of rotary nickel-titanium files with different pitch: a pilot study. *Aust Endod J*, **2009**; 35:65-69.
65. **Yeter K, Evcil M, Ayranci L, Ersoy I.** Weight of apically extruded debris following use of two canal instrumentation techniques and two designs of irrigation needles. *Int Endod J*, **2013**; 46:795-799.
66. **Tambe VH, Nagmode PS, Vishwas JR, Saujanya K, Angadi P, Ali FM.** Evaluation of the amount of debris extruded apically by using conventional syringe, Endovac and ultrasonic irrigation technique: An in vitro study. *Journal of International Oral Health*, **2013**; 5:63.
67. **Bürklein S, Benten S, Schäfer E.** Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J*, **2014**; 47:405-409.
68. **De-Deus G, Brandao MC, Barino B, Di Giorgi K, Fidel RA, Luna AS.** Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2010**; 110:390-394.

69. **Küçükylmaz E, Savas S, Saygili G, Uysal B.** Assessment of apically extruded debris and irrigant produced by different nickel-titanium instrument systems. *Brazilian oral research*, **2015**; 29:1-6.
70. **Tinoco J, De-Deus G, Tinoco E, Saavedra F, Fidel R, Sassone L.** Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multifile instrumentation systems. *Int Endod J*, **2014**; 47:560-566.
71. **De-Deus G, Neves A, Silva EJ, Mendonça TA, Lourenço C, Calixto C, Lima EJM.** Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clinical oral investigations*, **2015**; 19:357-361.
72. **Robinson JP, Lumley PJ, Cooper PR, Grover LM, Walmsley AD.** Reciprocating root canal technique induces greater debris accumulation than a continuous rotary technique as assessed by 3-dimensional micro-computed tomography. *J Endod*, **2013**; 39:1067-1070.
73. **Capar I, Arslan H.** A review of instrumentation kinematics of engine-driven nickel–titanium instruments. *Int Endod J*, **2016**; 49:119-135.
74. **Capar ID, Arslan H, Akcay M, Ertas H.** An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex instruments. *J Endod*, **2014**; 40:1638-1641.
75. **Koçak M, Çiçek E, Koçak S, Sağlam B, Yılmaz N.** Apical extrusion of debris using ProTaper Universal and ProTaper Next rotary systems. *Int Endod J*, **2015**; 48:283-286.
76. **Koçak S, Kocak MM, Sağlam BC, Turker SA, Sagsen B, Er O.** Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *J Endod*, **2013**; 39:1278-1280.
77. **Myers GL, Montgomery S.** A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *J Endod*, **1991**; 17:275-279.
78. **Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayırlı G.** Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2006**; 101:250-257.
79. **Schneider SW.** A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral surgery, Oral medicine, Oral pathology*, **1971**; 32:271-275.
80. **Gambill JM, Alder M, Carlos E.** Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod*, **1996**; 22:369-375.
81. **Schäfer E, Tepel J, Hoppe W.** Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion Part 2. instrumentation of curved canals. *J Endod*, **1995**; 21:493-497.
82. **Yang GB, Zhou XD, Zhang H, Wu HK.** Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in simulated root canals. *Int Endod J*, **2006**; 39:791-799.
83. **Yang GB, Zhou XD, Zheng YL, Zhang H, Shu Y, Wu HK.** Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*, **2007**; 40:707-714.
84. **Patterson SS.** In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. *Oral surgery, Oral medicine, Oral pathology*, **1963**; 16:83-103.

85. **Kum K-Y, Spångberg L, Cha BY, Il-Young J, Seung-Jong L, Chan-Young L.** Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod*, **2000**; 26:719-723.
86. **Hülsmann M, Herbst U, Schäfers F.** Comparative study of root-canal preparation using Lightspeed and Quantec SC rotary NiTi instruments. *Int Endod J*, **2003**; 36:748-756.
87. **Cunningham CJ, Senia ES.** A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod*, **1992**; 18:294-300.
88. **Burklein S, Schafer E.** Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod*, **2012**; 38:850-852.
89. **Topcuoglu HS, Duzgun S, Akpek F, Topcuoglu G, Akti A.** Influence of a glide path on apical extrusion of debris during canal preparation using single-file systems in curved canals. *Int Endod J*, **2016**; 49:599-603.
90. **Hinrichs RE, Walker WA, Schindler WG.** A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. *J Endod*, **1998**; 24:102-106.
91. **Arnheiter C, Scarfe WC, and Farman AG,** Trends in maxillofacial cone-beam computed tomography usage. *Oral Radiology*, **2006**; 22:80-85.
92. **Pasternak-Junior B, Sousa-Neto MD, Silva RG.** Canal transportation and centring ability of RaCe rotary instruments. *Int Endod J*, **2009**; 42:499-506.
93. **Nair MK, Nair UP.** Digital and advanced imaging in endodontics: a review. *J Endod*, **2007**; 33:1-6.
94. **Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, and Ertas ET,** Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod*, **2014**; 40:852-856.
95. **Dhingra A, Manchanda N.** Modifications in Canal Anatomy of Curved Canals of Mandibular First Molars by two Glide Path Instruments using CBCT. *J Clin Diagn Res*, **2014**; 8:ZC13-17.
96. **Agarwal RS, Agarwal J, Jain P, Chandra A.** Comparative Analysis of Canal Centering Ability of Different Single File Systems Using Cone Beam Computed Tomography- An In-Vitro Study. *J Clin Diagn Res*, **2015**; 9:ZC06-10.
97. **Hashem AA, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GA.** Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J Endod*, **2012**; 38:996-1000.
98. **Gergi R, Arbab-Chirani R, Osta N, Naaman A.** Micro-computed tomographic evaluation of canal transportation instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium instruments. *J Endod*, **2014**; 40:1223-1227.
99. **Turpin Y, Chagneau F, Vulcain J.** Impact of two theoretical cross-sections on torsional and bending stresses of nickel-titanium root canal instrument models. *J Endod*, **2000**; 26:414-417.
100. **Xu X, Eng M, Zheng Y, Eng D.** Comparative study of torsional and bending properties for six models of nickel-titanium root canal instruments with different cross-sections. *J Endod*, **2006**; 32:372-375.
101. **Kim H-C, Kim H-J, Lee C-J, Kim B-M, Park J-K, Versluis A.** Mechanical response of nickel-titanium instruments with different cross-sectional designs during shaping of simulated curved canals. *Int Endod J*, **2009**; 42:593-602.

102. **Bürklein S, Schäfer E.** Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation. *Endodontic Topics*, **2013**; 29:110-124.
103. **Hayashi Y, Yoneyama T, Yahata Y, Miyai K, Hanawa T, Ebihara A, Suda H.** Phase transformation behaviour and bending properties of hybrid nickel–titanium rotary endodontic instruments. *Int Endod J*, **2007**; 40:247-253.
104. **Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P.** Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J*, **2003**; 36:288-295.
105. **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**; 110:527-533.
106. **Schäfer E, Dzepina A, Danesh G.** Bending properties of rotary nickel-titanium instruments. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, **2003**; 96:757-763.
107. **Markvart M, Darvann TA, Larsen P, Dalstra M, Kreiborg S, Bjørndal L.** Micro-CT analyses of apical enlargement and molar root canal complexity. *Int Endod J*, **2012**; 45:273-281.
108. **Berutti E, Paolino DS, Chiandussi G, Alovisei M, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D.** Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *J Endod*, **2012**; 38:101-104.
109. **Zanette F, Graziotin-Soares R, Flores ME, Camargo Fontanella VR, Gavini G, Barletta FB.** Apical root canal transportation and remaining dentin thickness associated with ProTaper Universal with and without PathFile. *J Endod*, **2014**; 40:688-693.
110. **Berutti E, Cantatore G, Castellucci A, Chiandussi G, Pera F, Migliaretti G, Pasqualini D.** Use of nickel-titanium rotary PathFile to create the glide path: comparison with manual preflaring in simulated root canals. *J Endod*, **2009**; 35:408-412.
111. **Lambrianidis T, Tosounidou E, Tzoanopoulou M.** The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. *J Endod*, **2001**; 27:696-698.
112. **Huang X, Ling J, Wei X, Gu L.** Quantitative evaluation of debris extruded apically by using ProTaper Universal Tulsa rotary system in endodontic retreatment. *J Endod*, **2007**; 33:1102-1105.
113. **Garlapati R, Venigalla BS, Patil JD, Raju R, Rammohan C.** Quantitative evaluation of apical extrusion of intracanal bacteria using K3, Mtwo, RaCe and protaper rotary systems: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, **2013**; 16:300.
114. **Alves Vde O, Bueno CE, Cunha RS, Pinheiro SL, Fontana CE, de Martin AS.** Comparison among manual instruments and PathFile and Mtwo rotary instruments to create a glide path in the root canal preparation of curved canals. *J Endod*, **2012**; 38:117-120.
115. **Altundasar E, Nagas E, Uyanik O, Serper A.** Debris and irrigant extrusion potential of 2 rotary systems and irrigation needles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2011**; 112:e31-35.
116. **Lu Y, Wang R, Zhang L, Li HL, Zheng QH, Zhou XD, Huang DM.** Apically extruded debris and irrigant with two Ni-Ti systems and hand files when removing root fillings: a laboratory study. *Int Endod J*, **2013**; 46:1125-1130.

117. **Bürklein S, Benten S, Schäfer E.** Shaping ability of different single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*, **2013**; 46:590-597.



ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Adana’da doğdu. İlköğrenimini 1996 yılında Celalettin Sayhan İlkokul’unda, ortaokul ve lise öğrenimini 2004 yılında Adana Ticaret Odası Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden mezun oldu. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Anabilim Dalı’nda doktora eğitimine başladı.

