

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI EĞE SİSTEMLERİ KULLANILARAK  
APİKALDEN TAŞAN DEBRİS MİKTARININ VE ÇALIŞMA  
ZAMANININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**Dt. Mine ÖZÇELİK YILMAZ**

**UZMANLIK TEZİ**

**ENDODONTİ ANA BİLİM DALI**

**Danışman**

**Prof. Dr. Hale ARI AYDINBELGE**

**KONYA-2018**

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI EĞE SİSTEMLERİ KULLANILARAK  
APİKALDEN TAŞAN DEBRİS MİKTARININ VE ÇALIŞMA  
ZAMANININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**Dt. Mine ÖZÇELİK YILMAZ**

**UZMANLIK TEZİ**

**ENDODONTİ ANA BİLİM DALI**

**Danışman**

**Prof. Dr. Hale ARI AYDINBELGE**

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 17102012 proje numarasıyla desteklenmiştir.

**KONYA-2017**

S.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı'na

Mine ÖZÇELİK YILMAZ tarafından savunulan bu çalışma, jürimiz tarafından Endodonti Ana Bilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Funda KONT ÇOBANKARA

Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

İmza

Danışman: Prof. Dr. Hale ARI AYDINBELGE

Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

İmza

Üye: Yrd. Doç. Dr. Makbule Bilge AKBULUT

Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

İmza

## ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim ve uzmanlık tezimin hazırlanması boyunca bilgi birikimini, tecrübelerini ve desteğini esirgemeyen, bana yol gösteren tez danışmanım ve saygıdeğer hocam Prof. Dr. Hale ARI AYDINBELGE'ye,

Uzmanlık eğitimimin başından beri bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, çok değerli hocalarım Prof. Dr. Sema BELLİ'ye, Prof. Dr. Funda KONT ÇOBANKARA'ya ve Prof. Dr. Ayçe ÜNVERDİ ELDENİZ'e,

Dostluklarını her zaman hissettiğim, tecrübelerini ve yardımlarını benden esirgemeyen değerli büyüğüm Dr. Dt. Şerefnur MUTLU'ya ve arkadaşlarım Uzm. Dt. Semanur KARAGÖLLÜ AKTAŞ'a, Dt. Didem Seda GÜLTEKİN'e, Dt. Gamze HAYIRCI'ya, Dt. Tuğba AZMAZ'a,

Endodonti Ana Bilim Dalı'nda görevli sevgili asistan arkadaşlarıma,

Hayatımın her alanında, her koşulda yanımda olan sevgili annem Melek ÖZÇELİK'e, babam Mehmet ÖZÇELİK'e ve kardeşim Mete ÖZÇELİK'e,

En büyük destekçim, sevgisini ve güvenini her daim hissettiğim sevgili eşim Seyit Cem YILMAZ'a,

Sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

<b>SİMGELER VE KISALTMALAR .....</b>	<b>v</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>vi</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>vii</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Kök Kanalların Şekillendirilmesi .....	3
1.1.1. Çalışma Boyunun Belirlenmesi .....	4
1.1.2. Kanallarının Şekillendirilme Yöntemleri .....	5
1.1.3. Kök Kanal Tedavisinde Kullanılan Aletler.....	6
1.1.4. Rotasyonel Hareket Yapan Sistemler.....	10
1.1.5. Resiprokal Hareket ile Çalışan Sistemler.....	16
1.2. Flare Up .....	22
1.2.1. Karşılaşma Sıklığı .....	23
1.2.2. Etki Eden Faktörler .....	23
1.3. Apikal Debris Taşkınlığı .....	26
1.3.1. Apikal Debris Taşkınlığı Miktarını Ölçmede Kullanılan Yöntemler ..	27
1.4. Çalışma Zamanı Belirlenmesi .....	29
<b>2. GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>	<b>30</b>
2.2. Deney Düzenineğinin Oluşturulması .....	31
2.3. Grupların Oluşturulması ve Kanalların Şekillendirilmesi.....	33
2.3.1. Grup 1: ProTaper Universal .....	34
2.3.2. Grup 2: ProTaper Next.....	35
2.3.3. Grup 3: ProTaper Gold.....	35
2.3.4. Grup 4: WaveOne .....	36
2.3.5. Grup 5: WaveOne Gold .....	36
2.3.6. Grup 6: Reciproc .....	37
2.4. Çalışma Zamanının Hesaplanması .....	39
2.5. Verilerin İstatistiksel Analizi.....	39
<b>3. BULGULAR .....</b>	<b>40</b>
3.1. Taşan Debris Miktarının Değerlendirilmesi .....	40
3.2. Çalışma Zamanının Değerlendirilmesi.....	43
3.3. Eğe Sistemlerinin Hareket Özelliklerine Göre Çalışma Zamanlarının Kıyaslanması .....	44

<b>4. TARTIŞMA .....</b>	<b>47</b>
4.1. Çalışma zamanı açısından verilerin değerlendirilmesi.....	61
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>64</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>65</b>
<b>7. EKLER.....</b>	<b>76</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>77</b>



## **SİMGELER VE KISALTMALAR**

**CDJ** : Sementodontinal birleşim

**CM** : Controlled Memory Wire

**G** : Gauge

**g** : Gram

**ml** : Mililitre

**mm** : Milimetre

**NaOCl**: Sodyum Hipoklorit

**Ncm** : Newton santimetre

**NiTi** : Nikel Titanyum

**rpm** : Dakikadaki devir sayısı (Revolutions Per Minute)

**SAF** : Self Adjusting File

**sn** : Saniye

**SPSS** : Statistical Package for the Social Sciences

**°C** : Santigrad derece

**°F** : Fahrenayt derece

**%** : Yüzde

# ÖZET

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

## Farklı EĒe Sistemleri Kullanılarak Apikalden Taşan Debris Miktarının ve Çalışma Zamanının Karşılaştırılması

Mine ÖZÇELİK YILMAZ

Endodonti Ana Bilim Dalı

UZMANLIK TEZİ / KONYA-2018

Bu çalışmanın amacı çekilmiş tek köklü alt çene küçük azı dişlerinin kanal preparasyonu sırasında, farklı Ni-Ti döner eĒe sistemlerinin neden olduğu apikalden taşan debris miktarının ve çalışma zamanının kıyaslanmasıdır.

Çalışmada toplam 90 adet mandibular premolar diş kullanılmıştır. Dişler seçilirken kök gelişimini tamamlamış, kök ucu kapanmış, tek köklü, tek ve düzgün kanallı olanları tercih edilmiştir. Her birinde 15 adet diş olmak üzere 6 grup oluşturulmuştur. Kök kanalları üretici firmaların talimatları doğrultusunda ProTaper Universal, ProTaper Next ve ProTaper Gold rotasyonel hareket yapan çoklu eĒe sistemleri ile Reciproc, WaveOne ve WaveOne Gold resiprokal hareket yapan tekli eĒe sistemleri kullanılarak şekillendirilmiştir. Apikalden taşan debris, hazırlanan düzenek içerisindeki daha önceden ağırlığı hassas terazi ile tartılmış eppendorf tüplerinde toplanmıştır. Tüpler içindeki distile suyun buharlaşması için 37 °C'de 14 gün inkübatörde bekletilmiş, kalan debris ağırlıkları hassas terazi ile tartılarak hesaplanmıştır. Kanal preparasyonu boyunca geçen süre elektronik kronometre kullanılarak belirlenmiş, irrigasyon ve eĒe deĒişimi esnasında kronometre durdurulmuştur. EĒe sistemlerinin apikalden debris taşkınlık ve çalışma zamanı değerlerine ilişkin ortalamalar arasındaki fark Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) testi kullanılarak incelenmiştir. ANOVA sonrası ikili kıyaslamalar için Post Hoc testlerinden TUKEY testi yapılmıştır. Yapılan tüm testlerde anlamlılık seviyesi olarak  $P < 0,05$  kullanılmıştır.

Elde edilen verilere göre tüm gruplar arasında en az miktarda apikal debris taşıran sistemin Reciproc ve WaveOne Gold olduğu tespit edilmiştir. Çalışma zamanı açısından değerlendirildiğinde WaveOne ve WaveOne Gold eĒe sistemlerinin diĒer eĒe sistemlere kıyasla daha iyi bir performans sergilediği görülmüştür ( $P < 0,05$ ).

Bu çalışmanın şartları altında kullanılan tüm eĒe sistemlerinin apikalden debris taşkınlığına sebep olduğu tespit edilmiştir. Resiprokal hareket yapan, tek eĒe sistemi WaveOne Gold'un daha az debris taşırdığı ve çalışma zamanı açısından daha avantajlı olduğu söylenebilir.

**Anahtar Sözcükler:** Apikal taşkınlık; gold eĒe sistemleri; nikel titanyum; resiprokal; rotasyonel.



## **SUMMARY**

REPUBLIC of TURKEY

SELÇUK UNIVERSITY

FACULTY OF DENTISTRY

### **Comparison of Amounts of Apically Extruded Debris and Working Time Using Different Rotary File Systems**

**Mine ÖZÇELİK YILMAZ**

**Department of Endodontics**

**SPECIALIST THESIS / KONYA-2018**

The purpose of this in vitro study was to evaluate the amounts of apically extruded debris and working time using different rotary file systems.

Eighty extracted human single-rooted mandibular premolars with mature apices and straight root canals were selected for this investigation. Only single-rooted teeth with a single canal and a single apical foramen were included and randomly assigned into six groups of 15 teeth each.

The root canals were instrumented according to the manufacturers' instructions using the multiple-file rotary system ProTaper Universal, ProTaper Next, ProTaper Gold and the reciprocating single-file system Reciproc, WaveOne, WaveOne Gold instruments. The apically extruded debris was collected and dried in preweighed Eppendorf tubes. The Eppendorf tubes were then stored in an incubator at 37 °C for 14 days to evaporate the distilled water before weighing the dry debris. The amount of extruded debris was assessed with an electronic balance. The time for canal preparation was recorded using a digital chronometer. It included only active instrumentation and not irrigation time or the changing of files. The amount of extruded debris and working times were analyzed statistically using one-way ANOVA and post-hoc Tukey's tests at a significance level of  $P < 0.05$ .

The least amount of apical debris was extruded by Reciproc and WaveOne Gold groups. Instrumentation was significantly faster using WaveOne and WaveOne Gold groups than with all other instruments ( $P < 0.05$ ).

Under the condition of this study, all systems caused apical debris extrusion. WaveOne Gold reciprocating single-file system was associated with less debris extrusion and faster than other systems.

**Keywords:** Apical extrusion; gold-file systems; nickel titanium; reciprocating; rotary.

## 1. GİRİŞ

Endodontik tedavi, hastaların kendi doğal dişlerinin fonksiyon ve estetiğinin korunabilmesi için vital veya nekrotik diş pulpasının tedavisidir (Peters 2004). Kök kanal tedavisi gerektiren dişlerin büyük çoğunluğunda amaç apikal periodontitisin önlenmesi veya tedavisidir (Ørstavik ve Pitt Ford 1998). Daha doğrusu kök kanal sistemindeki mikrobiyal bir enfeksiyonun önlenmesi veya ortadan kaldırılmasıdır. Yaygın görüş kök kanal sisteminin temizlenmesi ve şekillendirilmesinin kanalın sterilizasyonundaki en önemli basamak olduğu yönündedir (Haapasalo ve ark 2005).

Kök kanallarının eğeler ve yıkama solüsyonlarının birlikte kullanılarak kapsamlı bir şekilde boşaltılması endodontik tedavinin başarısı için olmazsa olmazdır. Bununla birlikte, kemo-mekanik şekillendirme sırasında dentin talaşları, pulpa parçaları, nekrotik artıklar, yıkama solüsyonları ve mikroorganizmalar kaçınılmaz olarak kök kanalından periapikal dokulara itilir. Bu durum, inflamasyonu tetikleyerek postoperatif ağrıya ve periapikal iyileşmenin gecikmesi gibi istenmeyen sonuçlara neden olabilir (Seltzer ve Naidorf 2004).

Yapılan birçok çalışmada, çeşitli şekillendirme teknikleri ve enstrümanlarının apikalden debris taşkınlığıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Martin ve Cunningham 1982, Fairbourn ve ark 1987, McKendry 1990, Myers ve Montgomery 1991, Al-Omari ve Dummer 1995, Beeson ve ark 1998, Hinrichs ve ark 1998, Reddy ve Hicks 1998, Ferraz ve ark 2001, Lambrianidis ve ark 2001). Debris taşkınlığının miktarının ise kullanılan eğenin kesitine, hareketine ve şekillendirme tekniğine göre değişebileceği bildirilmiştir (Myers ve Montgomery 1991, Al-Omari ve Dummer 1995, Bürklein ve Schäfer 2012, Koçak ve ark 2013, Caviedes-Bucheli ve ark 2016).

Kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında kanalın doğal şeklini ve anatomisini bozmadan, apikal foramenin orijinal konumunu koruyarak çalışmak çok önemlidir (Schilder 1974). Yapılan birçok çalışmada paslanmaz çelik eğelerin şekillendirme esnasında çalışma boyu kaybı, apikal transportasyon ve basamak gibi istenmeyen problemlere yol açtığı görülmüştür (Weine ve ark 1975, Al-Omari ve ark 1992, Al-Omari ve ark 1992, Hülsmann ve ark 1997). Günümüzde çoğunlukla kullanılan nikel titanyum (Ni-Ti) rotary ege sistemleri daha elastik olmaları sayesinde bu tür komplikasyonların önlenmesinde fayda sağlamışlardır (Glickman ve Koch

2000). Ayrıca bu eğe sistemleri paslanmaz elik eğelere göre daha kısa sürede Şekillendirmeyi tamamlayarak hekim ve hastalar için zaman kazandırmaktadır (Esposito ve Cunningham 1995, Glosson ve ark 1995, Matwychuk ve ark 2007).

Ni-Ti eğelerin piyasaya ilk sürülmesinden bu yana hem alet tasarımı hem de alaşım özellikleri açısından önemli lde aşama kaydedilmiştir ve bu süreç devam etmektedir. Resiprokal hareket yapan tek eğe sistemleri de bu sürecin bir ürünüdür. Her ne kadar resiprokal hareketin sürekli dönme hareketi yapan eğe sistemlerine üstünlük sağladığı iddia edilse de yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu da her eğe sisteminin fayda ve zayıflıklarının olduğunu göstermektedir (Haapasalo ve Shen 2013).

Son dönemde yeni yeni kullanımına başlanan WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Baillagues, İsviçre) ve ProTaper Gold (Dentsply, Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, ABD) eğelerinin geliştirilen metalürjik özellikleri sayesinde hem daha esnek hem de döngüsel yorgunluk karşısında daha dirençli oldukları ne sürülmektedir (Hieawy ve ark 2015, Elnaghy ve Elsaka 2016, Silva ve ark 2016, Uygun ve ark 2016). Rotary eğe sistemlerinin apikal debris taşkınlıklarını kıyaslayan birçok çalışma olmakla beraber bu iki yeni eğe sistemlerinin birlikte dahil olduğu mevcut çalışma sayısı çok azdır (Karataş ve ark 2016, Zan ve ark 2017). Bu iki yeni eğe sistemini birlikte ele alarak apikal debris taşkınlığı ve çalışma zamanları açısından kıyaslama yapılan çalışma ise şu anda verilerimize göre mevcut değildir.

Bu çalışmada amaç resiprokal hareket yapan WaveOne (Dentsply Maillefer, Baillagues, İsviçre), Reciproc (VDW, Münih, Almanya) ve WaveOne Gold tek eğe sistemleri ile çok eğeli, rotasyon hareketi yapan ProTaper Universal (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre), ProTaper Next (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ve ProTaper Gold eğe sistemleri kullanılarak yapılan Şekillendirme sırasında apikalden taşan debris miktarı ve çalışma zamanının karşılaştırılmal olarak incelenmesidir. Böylece elde edilen bulguların istatistiksel değerlendirmesi ile klinik açıdan apikal debris taşkınlığına en az sebep olarak flare up ihtimalini en aza indiren ve zaman tasarrufu açısından en verimli eğe sistemi tespit edilecektir.

## 1.1. Kök Kanalların Şekillendirilmesi

Başarılı bir tedavi birçok faktöre bağlı olmakla birlikte kök kanal tedavisinin en önemli adımlarından biri kök kanallarının şekillendirilmesidir. Kök kanalının doğru bir biçimde şekillendirilmesi sonraki aşamaların etkinliğini belirler. Kanal içinin boşaltılmasının kolaylaştırılmasında, yıkama solüsyonları ve kanal içi medikamentler için yeterli boşluk sağlanmasında, kök kanalının etkili bir biçimde doldurulmasında ve dişin mikrobiyal enfeksiyonlarda odak haline gelmesini önlemede etkilidir (Peters 2004). Bu sebeple kök kanal sisteminin şekillendirilmesi tedavinin en önemli ve en çok vakit alan aşamasıdır (Hülsmann ve ark 2005).

Hülsmann ve ark (2005) göre kök kanallarının şekillendirilmesinin başlıca hedefleri, hastalığın var olduğu durumlarda periradiküler hastalığın önlenmesi ve / veya iyileşmenin sağlanmasıdır. Bunun için de:

- Vital ve nekrotik dokuların kök kanallarından çıkartılması
- İrrigasyon ajanının ve kanal içi medikamentlerin etkili olabilmesi için yeterli alan bırakılması
- Apikal kanal anatomisinin bütünlüğünün ve yerinin muhafaza edilmesi.
- Kök kanal sisteminde olası iyatrojenik hatalardan kaçınılması
- Kök kanal dolumunun kolaylaştırılması
- Periradiküler dokularda oluşabilecek irritasyon ve/veya enfeksiyonun önlenmesi
- Dişin uzun süreli fonksiyonuna izin vermek için sağlam kök dentinin muhafazası gerekmektedir.

Kök kanallarının şekli koronalden apikale doğru gittikçe azalan, apikalde en dar çapa sahip konik form şeklinde olmalıdır. Şekillendirme esnasında doğal kanalın şekli ve anatomisi bozulmamalı, apikal foramenin orijinal konumu muhafaza edilmelidir. Ayrıca apikal genişliğin mümkün olduğunca küçük tutulması önerilmektedir (Schilder 1974).

### 1.1.1. Çalışma Boyunun Belirlenmesi

Kök kanallarının şekillendirilmesinde ilk aşama doğru çalışma boyunun belirlenmesidir. Bu uzunluk, giriş kavitesi son halini almışken koronal bölgede belirlenen sabit bir dayanak noktasından periapekte kanalın en dar noktasına kadar olan mesafedir. Çalışma boyunun ölçülmesinde yaygın olarak radyografik yöntemler kullanılmakla birlikte, anatomik ortalamaları kullanmak, parmak duyarlılığı, kâğıt kon değerlendirmeleri ve elektronik apeks bulucu aletlerden de yararlanılabilir (Metzger ve ark 2011).

Mekanik şekillendirmenin iki önemli unsuru apikal genişlik ve apikal anatomiye uygun yapılan şekillendirmenin bitiş noktasıdır. Geleneksel tedavide, kanal şekillendirmesi ve apikal tıkanmanın kanalın en dar çapı olan apikal daralmada sona ermesi gerektiği belirtilir. Bu noktanın sementodontinal birleşimle (CDJ) çakıştığına inanılmaktadır. Bu noktanın tanımlanması ise histolojik kesitlere dayanır. Bununla birlikte, CDJ 'nin pozisyonu ve anatomisi diştten dişe, kökten köke ve her kanalda referans noktasına göre önemli ölçüde değişir. Ayrıca CDJ 'nin tam yeri radyografide kesin olarak saptanamayabilir. Bu sebeple bazı araştırmacılar nekrotik vakalarda şekillendirmenin radyografik apeksten 0.5-1 mm kısa sonlandırılmasını, irreversibl pulpitisli vakalarda ise 1-2 mm kısa sonlandırılmasını savunmuşlardır. Böylece şekillendirme kanal içinde bitirilmiş olup taşkın şekillendirme önlenmiş olur (Ricucci ve Langeland 1998, Wu ve ark 2000).

Yanlış belirlenen çalışma boyu taşkın enstrümantasyona bunun sonucunda da dolunun taşkın olmasına neden olabilir (Tınaz 2012). Ayrıca kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında dentin artıkları, pulpa dokusu, mikroorganizmalar ve yıkama solüsyonları periapikal dokulara kaçabilir. Çalışma boyunun doğru belirlenmesi bu riski azaltırken, periapikal dokuların mekanik ve kimyasal irritasyonu nedeniyle oluşabilecek işlem sonrası ağrı ve flare up oluşumunun da önüne geçilebilir (Seltzer ve Naidorf 2004). Ancak tüm kök kanalı şekillendirme tekniklerinin apikal sınırdan kısa çalışılsa bile debris çıkışına sebep olduğu belirtilmektedir (Ferraz ve ark 2001, Tınaz ve ark 2005).

Bununla birlikte çalışma boyunun kısa tutulması debris birikimi ve retansiyonu sebebiyle kanalın tıkanmasına yol açabilir. Bu tıkanıklık da tedavi sonrası tekrarlayan

veya kalıcı apikal periodontitisin ana nedenlerindedir. Buna ek olarak apikal tıkanıklığın oluşmasıyla çalışma boyunun kısalması apikal perforasyon ve alet kırılması gibi işlemsel hatalara neden olabilir. Elektronik apeks bulucu klinisyenlerin apikal foramenin pozisyonunu daha doğru bir şekilde belirlemelerine yardımcı olmuştur. Bu aletin gelişimi, apikal foramene 0.5 mm uzaklığa kadar rutin olarak daha hassas ve daha doğru çalışmayı mümkün kılmıştır. (Ove A. Peters 2011).

### 1.1.2. Kanallarının Şekillendirilme Yöntemleri

Kök kanallarının şekillendirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar şu şekilde üç gruba ayrılabilir (Ove A. Peters 2011):

- I. El aletleri kullanılarak yapılan şekillendirme yöntemleri (Standardize Şekillendirme Tekniği, Step-Back Tekniği, Balanslı Kuvvet (Roane) Tekniği, Crown-Down Tekniği, Step-Down Tekniği, Double Flared (Fava) Tekniği, Canal Master Tekniği, Antikurvatür Eğeleme Tekniği)
- II. Rotary aletlerin kullanıldığı şekillendirme yöntemleri
- III. Hibrit teknik: Yukarıda yer alan tekniklerin birkaçının bir arada kullanılmasıyla geliştirilen teknikler

Şekillendirme esnasında genişletme sırası apikalden koronele veya korondan apikale doğru olacak şekilde iki farklı yol izlenebilir. *Standardize*, *Step-back*, *Balanslı Kuvvet* gibi yöntemlerde şekillendirmeye apikalden başlanır. Kanal boyu saptandıktan sonra eğeler küçük numaradan büyüğe doğru kullanılarak kök kanalına konik form verilir. *Crown-Down*, *Step-Down*, *Double Flared*, *Canal Master*, *Antikurvatür Eğeleme* gibi yöntemlerde ise eğeler büyükten küçüğe doğru kullanılarak öncelikle koronal bölge şekillendirilir. Bu yöntemde amaç önce koronal genişletme sağlanarak kökün apikal üçlüsüne engelsiz bir biçimde ulaşmaktır. Ayrıca tüm Ni-Ti rotary sistemlerin ana prensibi '*crown-down*' şekillendirmedir (Ruddle 2002, Alaçam ve ark 2012).

### 1.1.3. Kök Kanal Tedavisinde Kullanılan Aletler

Kök kanal tedavisinde kullanılan ilk el aletleri karbon-çelik alaşımından üretilmişlerdir. Fakat bu aletlerin korozyona dirençlerinin düşük olması ve sterilizasyonda mekaniksel özelliklerinin değiştiğinin görülmesi el aletlerinde paslanmaz çelik eğelerin tercih edilmesine neden olmuştur (Younis 1977).

Paslanmaz çelik eğeler küçük numaralarda göreceli bir esneklik göstermekle birlikte 25 numaradan büyük aletlerde esneklik yeterli değildir (Taşdemir ve Aydemir 2006). Bu durum özellikle eğri kanallarda kök kanal şekillendirmesinin kök kanal şeklini bozmadan yeterli miktarda yapılmasını zorlaştırmaktadır (ElDeeb ve Boraas 1985).

Kök kanal şekillendirmesi sırasında yaşanabilecek komplikasyonlardan (transportasyon, apikal zip, dirsek, basamak oluşumu, perforasyon, kanalın düzleşmesi gibi) kaçınmak için paslanmaz çelik eğelerin esneklikleri artırılarak fleksibl paslanmaz çelik enstrümanlar elde edilmiştir (Yaman 2002). Bu eğeler eğilmeye daha az direnç gösterdiklerinden paslanmaz çelik eğelere kıyasla eğri kanallara daha iyi uyum sağlarlar (Tepel ve ark 1997). Bununla birlikte bu enstrümanların kesici kısımlarının kısa ve taper açılı olmayan yapıları sebebiyle kanal şekillendirilmesinde taper sağlanabilmesi için el ya da rotary enstrümanlarla birlikte kullanılmaları gerekmektedir (Schäfer ve Tepel 1996). Ayrıca fleksibl paslanmaz çelik eğeler, paslanmaz çelik eğelerden daha başarılı bulunsa da (ElDeeb ve Boraas 1985, Al-Omari ve ark 1992) güvenlik açısından tatminkâr olmadığı ve aşırı eğri kanalların genişletilmesinde bu eğelerin bile istenmeyen değişikliklere neden olabileceği bildirilmiştir (Younis 1977, Bertrand ve ark 2001). Alet dizaynındaki değişiklerin esnekliği artırmasına rağmen yeterli sonuç alınamaması farklı materyal arayışlarına neden olmuştur.

Ni-Ti alaşım 1960'larda W.F.Buehler tarafından keşfedilmiştir. Bu alaşımın manyetik olmadığı, sudan etkilenmediği, dayanıklı olduğu ve kontrollü ısı uygulanması esnasında şekil hafızası olduğu ortaya konulmuştur. Alaşıma, yapısına katılan metallerin isimlerinden esinlenilerek nitinol adı verilmiştir: ni nikel, ti titanyum ve nol Naval Ordnance Laboratory için kullanılmıştır (Buehler ve ark 1963, Baumann 2004).

Endodonti pratiğinde Ni-Ti alaşımı kullanımı fikrini ilk olarak Civjan ve ark (1975) ortaya atmıştır. Walia ve ark (1988) Ni-Ti alaşımı kullanılarak yapılan el aletlerini dizayn etmiş ve geliştirerek klinik kullanıma sunmuşlardır. Yapılan çalışmalarda bu alaşımdan yapılan eğelerin paslanmaz çelik eğelere kıyasla daha yüksek kırılma direncine ve daha düşük elastik modüle sahip olduğu görülmüştür. Bu da Ni-Ti eğelerin dar veya eğri kanallarda kök kanal şekillendirilmesinde daha çok tercih edilmesine neden olmuştur (Thompson 2000, Baumann 2004).

Ni-Ti alaşımlar yaklaşık olarak %56 nikel %44 titanyumdan oluşurlar (Thompson 2000). Bu oranlar değişebildiği gibi bu durum alaşımın özelliklerine de yansır. Nitinol alaşımlar süper elastik özelliğe sahiptirler ve deformasyonu takiben yükün kalkması ile orijinal şekillerine dönebilirler. Kırılma direncinin daha yüksek olması, hafıza özelliği ve daha esnek olması gibi nedenler endodontik motorlara bağlı bir başlık yardımıyla kullanılabilen rotary Ni-Ti eğelerin kullanımını yaygınlaştırmıştır (Haapasalo ve Shen 2013).

Ni-Ti eğelerin üretimi paslanmaz çelik olanlara göre farklıdır. Alaşımın süper esnek yapıda oluşu Ni-Ti aletlerin bükülerek değil mekanik olarak şekillendirilmesini gerektirir (Thompson 2000). Günümüzde, Ni-Ti enstrümanların üretiminde en sık kullanılan yöntem Ni-Ti alaşımın vakum indüksiyonu yöntemiyle külçe haline getirilmesidir. Bu külçeler önce ısı ile işlenir daha sonra soğuk işlemde geçirilerek elde edilen nitinol barlar çeşitli şekil ve istenilen boyutlara sokulur (Otsuka ve Ren 2005).

Motorla kullanılan Ni-Ti eğelerin elle kullanılan eğelere kıyasla şekillendirme esnasında orijinal kanal anatomisini daha çok koruduğu bildirilmiştir (Uyanik ve ark 2006). Ayrıca Ni-Ti eğelerin eğri kanallara daha kolay uyum sağladığı, kanal transportasyonu, basamak oluşumu, zip ve perforasyon gibi işleme bağlı hataların daha az olduğu görülmüştür (Bishop ve Dummer 1997, Alaçam ve ark 2012). Kök kanal şekillendirilmesi esnasında daha az zaman harcanması, hekime kolaylık sağlaması ve kök kanalındaki debris kolaylıkla uzaklaştırmaları motorla çalışan Ni-Ti eğelerin tercih edilme nedenlerindedir (Camoses ve ark 2009). Ayrıca motorla çalışan tekniklerin, elle yapılan şekillendirmeye kıyasla daha az apikal debris taşkınlığına yol açtığı belirtilmiştir (Ferraz ve ark 2001).



İlk Ni-Ti rotary eğe sistemleri 1990'ların ortalarından itibaren pazarlanmaya başlanmıştır (Thompson 2000). Ticari olarak başarı gösteren ilk rotary aletler, ProFile (Dentsply Tulsa Dental Specialties), LightSpeed (SybronEndo) ve GT eğe sistemleridir (Dentsply Tulsa Dental Specialties). Bu aletlerin enine kesitleri üç adet U şekilli oluğun birleşmesinden oluşur ve bunlara komşu radyal alanlara sahiptirler. Bu özelliklere ek olarak keskin olmayan uç tasarımı enstrümanı apikal yönde ilerlerken yönlendirir ve bu aletleri güvenli bir hale getirir. Öte yandan, bu durum dentinin kesilmesi yerine reaming eylemine neden olmakta ve bu da onları verimsiz yapmaktadır (Ove A. Peters 2016).

ProTaper Universal eğe sistemi kısmi aktif uç yapısı ve üçgen enine kesiti ile endodontik tedaviye yeni bir boyut kazandırmıştır. Kesici kenarlarında radyal alanı yoktur ve daha etkin dentin kesme özelliğine sahiptir. Bu durum aktif olmayan uç yapısının sağladığı kılavuz korumayı ortadan kaldırarak preparasyon hatalarının potansiyelini artırmıştır. Hero 642 (Micro-Mega, Basançon, Fransa), FlexMaster (VDW, Münih, Almanya), RaCe (FKG Dentaire, La Chaux de Fonds, İsviçre), Endosequence (Brasseler, ABD) benzer özellikler gösteren eğe sistemleridir (Ove A. Peters 2016).

Her geçen gün değişen ihtiyaçlar ve aletlerin eksik yanlarının ortaya çıkması hem alet tasarımının hem de kullanılan materyalin özelliklerinin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur (Haapasalo ve Shen 2013).

Ni-Ti rotary eğe sistemleri her ne kadar kırılmaya paslanmaz çelik eğelerden daha dirençli olsalar da yinelenen rotasyon ve gerilim faktörlerinin sebep olduğu döngüsel yorgunluk nedeniyle kırılma riski taşımaktadırlar (Sattapan ve ark 2000, Bergmans ve ark 2001, Young ve Van Vliet 2005). Özellikle eğimli kanalların şekillendirilmesi sırasında ortaya çıkan bu sorun kök kanal tedavisinin prognozuna zarar verebilmektedir (Ankrum ve ark 2004). Ni-Ti alaşımlarının mikro yapısını ve dönüşüm davranışını optimize etmek, esnekliklerini ve kırılma direncini arttırmak için farklı termomekanik işlemler ve eğe tasarımları uygulanmıştır (Ye ve Gao 2012, Hieawy ve ark 2015, Uygun ve ark 2016).

Ni-Ti alaşımına termal işlem uygulanması, alaşımın yapısında faz değişimine yol açmakta bu da mekaniksel özelliklerini değiştirmektedir (McCormick ve Liu 1994,

Frick ve ark 2005, Shen ve ark 2013). Bu durum, endodontik aletlerin yorulma direnci, esneklik, kesme verimliliği ve kanal merkezleme kabiliyeti gibi mekanik özelliklerinin geliştirilmesinde başarıyla kullanılmıştır (Shen ve ark 2012, Lopes ve ark 2013, Pereira ve ark 2013, Pérez-Higueras ve ark 2013). Günümüzde çeşitli alaşımlardan (*geleneksel, R-faz, M-Wire, Controlled Memory Wire ve Gold Wire Ni-Ti*) yapılmış Ni-Ti rotary eğe sistemlerinin ve kök kanalı şekillendirirken kanalın orijinal şeklini muhafaza etmek için çeşitli kinematiklerin (*sürekli rotasyon, resiprokal ve adaptif hareket*) kullanılması önerilmektedir (Schäfer ve Florek 2003, Capar ve ark 2014).

Ni-Ti alaşımlarının mikro yapısını optimize etmek için birkaç yeni termomekanik işlem ve imalat teknolojisi 2007'den itibaren geliştirilmektedir. Bunlardan M-wire (SportsWire, Langley, OK) alaşım, Ni-Ti tel parçalarına bir dizi ısı işlemi uygulanarak üretilmiştir. İlk M-wire eğe olan Profile GTX eğe sistemi 2007'de Dentsply firması tarafından piyasaya sürülmüştür (Haapasalo ve Shen 2013). Bu alaşımdan üretilen eğelerin geleneksel Ni-Ti alaşımıyla üretilen eğelerden daha esnek ve kırılmaya daha dirençli olduğu bildirilmiştir (Johnson ve ark 2008, Alapati ve ark 2009, GTX Brochure 2008). Profile Vortex, Vortex Blue, WaveOne, Reciproc ve ProTaper Next M-wire alaşımdan üretilmiş eğe sistemlerine örneklerdir.

SybronEndo (Orange, CA, USA) firması farklı bir üretim yolu izleyerek Twisted File adı verilen yeni bir Ni-Ti rotary eğe sistemi 2008 yılında geliştirmiştir. Bu eğeler, süper elastikiyet özelliği ve kırılma direncini artırmak için Ni-Ti tellerin özel bir termal işlem uygulanarak R fazında bükülmesiyle elde edilmiştir (Gambarini ve ark 2008, Gambarini ve ark 2008, Larsen ve ark 2009). Böylece Ni-Ti eğelerin tormalama işlemi ile üretimleri sırasında oluşan yüzey üzerindeki çatlak, çapak gibi deformasyonlar görülmemiş olur (Haapasalo ve Shen 2013). ProTaper Next, Twisted Files, HyFlex CM ve ProTaper Universal eğelerinin döngüsel yorgunluk dirençlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada R fazında üretilen Twisted Files eğe sisteminin en yüksek yorgunluk direncine sahip olduğu bildirilmiştir (Elnaghy 2014).

Controlled Memory Wire (CM) (DS Dental, Johnson City, TN), 2010 yılında endodontiye kazandırılmış esnek özelliklere sahip yeni bir Ni-Ti alaşımdır. Ticari olarak temin edilebilen Ni-Ti rotary aletlerinin büyük çoğunluğunu %54,5-57 Ni'den oluşmaktayken CM alaşımında daha düşük bir nikel yüzdesi (%52 Ni ağırlık) bulunmaktadır. CM Ni-Ti eğelerinde diğer Ni-Ti eğelerde bulunan şekil hafızası

özelliği yoktur. Ancak bu eğeler malzeme belleğini kontrol eden ve son derece esnek hale getiren özel bir termomekanik işlem kullanılarak üretilirler. HyFlex ve TYPHOON CM eğe sistemleri CM Wire'den üretilmiştir (Haapasalo ve Shen 2013, Hyflex-CM Brochure)

Dentsply firması 2014 yılında, ProTaper Universal eğe sisteminin aynı tasarım özelliklerinde, fakat metalürjik açıdan farklı bir teknoloji kullanılarak güncellenmesi ile ProTaper Gold eğe sistemi üretmişlerdir. Bu yeni Gold Wire teknolojisi ile eğelerin imalat sonrası özel bir ısıt işlemden geçirilerek daha esnek ve kırılmaya daha dirençli hale getirildiği iddia edilmiştir (Ruddle ve ark 2014, ProTaper Gold Brochure 2014 ). Bu yeni eğe sistemleri ile çalışmalar devam etmekle birlikte henüz yeterli seviyede değildir.

Ni-Ti dönme hareketi yapan eğelerin belirgin avantajlarının yanı sıra tekrarlayan kullanıma bağlı alet yorgunluğuyla kırık oranlarındaki artış ve sterilizasyonla ilgili kaygılar resiprokal hareket yapan tek eğe sistemlerini gündeme getirmiştir (Yared 2008). M-Wire Ni-Ti alaşımdan üretilen, resiprokal hareket yapan WaveOne ve Reciproc tek eğe sistemleri üretilmiştir. Son dönemde ise mevcut WaveOne tek eğe sisteminin hem boyut ve geometrik tasarım olarak hem de üretim aşamasında farklı bir ısıt işlem uygulanarak modifiye edilmesiyle WaveOne Gold eğe sistemi geliştirilmiştir (Webber 2015).

#### **1.1.4. Rotasyonel Hareket Yapan Sistemler**

##### **ProTaper Universal Eğe Sistemi**

ProTaper Universal geleneksel Ni-Ti alaşımdan, rotasyonel hareket yapan çoklu eğe sistemi olarak 2000 yılında piyasaya sürülmüştür ve Ni-Ti rotary eğeler için yeni bir nesli temsil etmektedir. Bu yeni eğe sistemi kendinden öncekilerle kıyaslandığında oldukça farklı bir tasarım göstermektedir (Ruddle 2001, Thomas ve Baumann 2004, Ruddle 2005, Silva ve ark 2009).

ProTaper Universal sisteminin en göze çarpan özelliği kanal eğesinin kesici bıçak uzunluğu boyunca değişen taper açısına sahip oluşudur. Ayrıca bu sistemin enine kesiti dışbükey üçgen bir geometrik yapı sergiler. Bu kesici yüzey geometrisi eğe ile dentin arasındaki sürtünmeyi azaltarak daha etkin bir kesim özelliği sağlamıştır.

Değişken helezon açısı debrisin kanal dışına çıkışını kolaylaştırırken, eğenin kanal içinde oluşabilecek vidalanma etkisini önler. Kesici olmayan, modifiye edilmiş eğe uçları kanalda daha güvenli ilerlemeyi sağlar. Ayrıca diğer eğelerden farklı olarak esnekliği arttırmak için, F3 eğe, diğerine kıyasla azaltılmış bir kora sahiptir (Ruddle 2001, Thomas ve Baumann 2004, Ruddle 2005, Martins ve ark 2010).

ProTaper Universal sistemi crown-down tekniğine uygun olarak tasarlanmıştır. Koronal şekillendirme için üç adet şekillendirme eğesi (SX, S1 ve S2), apikal şekillendirme için beş adet bitim eğesi (F1, F2, F3 ve 2006'da eklenen F4, F5) olmak üzere 8 çeşit eğeye sahiptir. Eğelerin ayırt edilebilmesi için sap kısımlarında renk kodları vardır (Ruddle ve ark 2014).

### **Şekillendirme eğeleri:**

Şekillendirme eğeleri, kesici bıçakları boyunca uzanan ve giderek artan taper açıları sayesinde kanalın belirli bir alanına etki ederek şekillendirilmesine yardımcı olurlar. Her şekillendirme eğesinin kendine özgü bir koronal kesim etkinliği mevcuttur (Ruddle 2001, 2005).

1) **ProTaper Universal SX (Shaper X):** Herhangi bir renk kodu yoktur. Kesici kısmının uzunluğu 14 mm olmakla birlikte, toplam uzunluğu 19 mm'dir ve diğer eğelere göre daha kısadır. Eğenin uç çapı 0,19 mm iken D14'deki çapı 1,20 mm'dir. D0-D9 arasında %4'den %19'e doğru artan 9 farklı taper açısı değerine ve diğer şekillendirme eğelerine kıyasla daha hızlı taper oranına sahiptir. Bu sayede kök kanalının koronal bölgesini daha etkili ve kısa sürede şekillendirebilir. Ayrıca kanal ağzlarını genişleterek çalışma boyuna daha kolay erişilmesini sağlar (Ruddle 2001, 2005, Vaudt ve ark 2007).

2) **ProTaper Universal S1 (Shaper 1):** Eğenin sap kısmında mor renk kodu bulunur. Kesici kısmın uzunluğu 14 mm dir. Eğenin uç çapı 0,17 mm iken D14'deki çapı 1,20 mm'dir. Eğenin taper açısı %2'den %11'e doğru artan şekilde değişir ve özellikle kanalın koronal 1/3'ünün şekillendirilmesi için tasarlanmıştır (Ruddle 2001, Vaudt ve ark 2007)

3) **ProTaper Universal S2 (Shaper 2):** Eğenin sap kısmındaki renk kodu beyazdır. Kesici kısmın uzunluğu 14 mm'dir. Eğenin uç çapı 0,20 mm iken D14'deki çapı 1,20 mm'dir. Eğenin taper açısı %4'den %11,5'a doğru artan şekilde değişir ve

S1 eğe ile birlikte kanalın koronal 2/3'sinin ve apikal 1/3'nün şekillendirilmesini sağlar (Ruddle 2001, Vaudt ve ark 2007).

### **Bitim eğeleri:**

Bitim eğeleri koronal şekillendirme tamamlandıktan sonra kanalın apikal şekillendirmesi için kullanılırlar. Kesici kısımlarının uzunluğu 16 mm'dir. Apikal ilk 3 mm'de sabit, sonrasında gittikçe azalan taper açısı değerleri sayesinde koronal kısma dokunmadan serbestçe apikal bölgeye ulaşırlar. Apikal çapın genişliğine göre istenen eğeye ulaşıncaya kadar şu sıra takip edilir (Ruddle 2001, 2005):

1) **ProTaper Universal F1 (Finisher 1):** Eğenin renk kodu sarıdır. Apikal çapının genişliği 0,20 mm'dir. Eğenin 3 mm'lik kısmının taper açısı değeri sabit %7'dir.

2) **ProTaper Universal F2 (Finisher 2):** Eğenin renk kodu kırmızıdır. Apikal çapının genişliği 0,25 mm'dir. Eğenin 3 mm'lik kısmının taper açısı değeri sabit %8'dir.

3) **ProTaper Universal F3 (Finisher 3):** Eğenin renk kodu mavidir. Apikal çapının genişliği 0,30 mm'dir. Eğenin 3 mm'lik kısmının taper açısı değeri sabit %9'dur.

4) **ProTaper Universal F4 (Finisher 4):** Eğenin renk kodu çift şeritli siyahtır. Apikal çapının genişliği 0,40 mm'dir. Eğenin 3 mm'lik kısmının taper açısı değeri sabit %6'dır.

5) **ProTaper Universal F5 (Finisher 5):** Eğenin renk kodu çift şeritli sarıdır. Apikal çapının genişliği 0,50 mm'dir. Eğenin 3 mm'lik kısmının taper açısı değeri sabit %5'dir.

Üretici firma tarafından redüksiyonlu, yüksek torklu, elektrikli endo motor ile 250-300 rpm arasındaki hız değerlerinde kullanımı önerilmiştir. Tork değerleri ise; SX ve S1 için 3-4 Ncm, S2 için 1-1,5 Ncm, F1 için 1,5-2 Ncm, F2, F3, F4 ve F5 için ise 2-3 Ncm şeklindedir (Ruddle 2001).

Çalışma boyu belirlendikten sonra 10 ve 15 numaralı K tipi el eğeleri, kanal içinde serbestleşene ve tekrarlanabilir bir kanal açıklığı sağlanana kadar kullanılır. Ardından sırası ile S1 ve SX eğeleriyle kök kanalına giriş sağlanıp kanalın koronal 2/3'lük kısmı şekillendirildikten sonra, çalışma boyutu tespit edilir ve S1, S2 ve F1

eğeleri çalışma boyutunda kullanılır. Eğer 20 numaralı K tipi ege çalışma boyunda sıkışıyorsa şekillendirme F1 ile bitirilir. Sıkışmıyorsa F2 ve gerekirse F3, F4 ve F5 eğeleri kullanılır. Kanal şekillendirmesi sırasında her alet geçişinde mutlaka kök kanalları yıkanmalı ve aletler üzerindeki doku artıkları hemen temizlenmelidir. Şekillendirme eğeleri (SX, S1, S2) kanal içinde fırçalama hareketi ile kullanılırken bitim eğeleri (F1-F5) fırçalama hareketi yapmadan ileri-geri hareketle kullanılmalıdır. Ayrıca aletler kanal içinde pasif olarak kullanılmalıdır ve apikal yönde kolay hareket edebildiği kadar kullanılmaya devam edilebilir. Bir alet üzerinde istenilen basınç kalemle yazılırken uygulanan basınca eşdeğer olmalıdır (Ruddle 2001, 2005).

### **ProTaper Next Ege Sistemi**

ProTaper Next ege sistemi ProTaper Universal'in hem tasarım hem de metalürjik açıdan geliştirilmesiyle ortaya çıkmış rotasyonel hareket yapan yeni nesil bir sistemdir. M-Wire alaşımdan üretilmesi geleneksel Ni-Ti alaşıma göre daha fazla siklik yorgunluğa direnç sağlarken, esnekliğini de önemli ölçüde artırır (Johnson ve ark 2008).

Bu sistem de ProTaper Universal gibi çoklu aşamalı taper açısı kullanmaktadır (Ruddle ve ark 2013). Her bir egede artan veya azalan taper açısı değeri bulunması aletin kesici kenarları ile dentin duvarı arasında daha az temas olmasını sağlar ve böylece vidalama etkisi olasılığını azaltır (taper lock).

ProTaper Next sistemindeki eğelerin en önemli tasarım farklılığı merkezi dönme ekseninden sapma (off-centred) gösteren bilateral simetrik dikdörtgen kesite sahip olmasıdır. Ancak bu sapma aletin apikal 3 mm'sinde yoktur (D0-D3). Ayrıca istisnai olarak ProTaper Next X1 egenin apikal 3 mm'sinin kesiti, dar apikal kısmında biraz daha kor kuvveti sağlamak için kare şeklindedir (van der Vyver ve Scianamblo 2014). Bu tasarım özelliği eğelerin asimetric, dalgalı 'yılan vari' rotasyon hareketi yapmalarına neden olur (Scianamblo 2011). Herhangi bir kesitte eğelerin sadece 2 noktada dentin duvarına temas etmesi eğeler üzerinde daha az stres birikimine ve daha az alet kırılmasına neden olur (Haapasalo ve Shen 2013). Ayrıca bu tasarım çıkan debrislere koronal yönde çıkışını sağlayarak egenin kesme verimliliğini artırdığı düşünülmektedir (van der Vyver ve Scianamblo 2014).

ProTaper Next sisteminin 5 farklı eğesi bulunmaktadır:

1) **ProTaper Next X1:** Renk kodu sarıdır. Apikal apı 0.17 mm ve taper açısı ilk 3 mm'de sabit olup %4'tür. Şekillendirme eğesi olarak üretilmiştir ve kanalın koronal ve orta bölgesinin şekillendirilmesi için kullanılmaktadır.

2) **ProTaper Next X2:** Renk kodu kırmızıdır. Apikal apı 0.25 mm ve taper açısı ilk 3 mm'de sabit olup %6'dır. Bu eğe en uygun irrigasyon ve dolum için yeterli şekillendirmeyi sağlayabilen ilk bitim eğesi olarak kabul edilir. ProTaper Next X1 ve X2, eğenin kesici kısımları üzerinde sabit olan apikal 3 mm'den sonra artan ve azalan derecelerde taper açılarına sahiptirler. Üretici firma vakaların çoğunda bu iki eğenin yeterli olabileceğini belirtmiştir.

3) **ProTaper Next X3:** Renk kodu mavidir. Apikal apı 0.30 mm ve taper açısı ilk 3 mm'de sabit olup %7'dir.

4) **ProTaper Next X4:** Renk kodu çift şeritli siyahtır. Apikal apı 0.40 mm ve taper açısı ilk 3 mm'de sabit olup %6'dır.

5) **ProTaper Next X5:** Renk kodu çift şeritli sarıdır. Apikal apı 0.50 mm ve taper açısı ilk 3 mm'de sabit olup %6'dır. ProTaper Next X3, X4 ve X5, eğenin kesici kısımları üzerinde sabit olan apikal 3 mm'den sonra koronale doğru azalan derecelerde taper açısına sahiptirler.

Üretici firma tarafından ProTaper Next eğelerinin firalama hareketi ile 300 rpm dönme hızında ve 2-5.2 Ncm tork değerinde kullanılmaları önerilmiştir. ProTaper Universal eğe sistemine kıyasla daha kısa sap yapısına (11 mm) sahip olması posterior bölgede çalışılmasını kolaylaştırmaktadır (Ruddle ve ark 2013).

## ProTaper Gold Eğe Sistemi

ProTaper Gold son zamanlarda piyasaya sürülmüş yeni bir eğe sistemidir. ProTaper Gold eğe sistemi, ProTaper Universal ile aynı geometrik özelliklere (dışbükey üçgen kesiti, değişken taper açısı, kesici olmayan uç yapısı vb.) sahiptir. Bununla birlikte ProTaper Gold'un metalürjisi, ısıl işlem modifikasyonu ile geliştirilerek daha fazla esneklik (ortalama %24) ve döngüsel yorgunluğa daha fazla direnç (F3 bitim eğesinde 2,6 kat daha fazla) özellikleri kazanmıştır (ProTaper Gold Brochure 2014 ).

ProTaper Universal eğelerinin 1 aşamalı faz dönüşümü varken ProTaper Gold eğelerinin 2 aşamalı spesifik faz dönüşüm davranışı ve yüksek östenit faz bitiş (Af) sıcaklıkları vardır (Hieawy ve ark 2015, Uygun ve ark 2016). ProTaper Universal'in Af sıcaklığı vücut sıcaklığının altıdayken (16°-31°C arası) (Miyai ve ark 2006, Alapati ve ark 2009, Shen ve ark 2011), ProTaper Gold'un Af sıcaklığı kontrollü hafıza teline (controlled memory wire) benzer olarak vücut sıcaklığından bariz olarak yüksektir (55°C) (Shen ve ark 2013, Hieawy ve ark 2015). Bunun sonucunda da, ProTaper Universal eğeleri klinik kullanım sırasında östenit fazında bulunurken (malzeme oldukça sert ve güçlüdür), ProTaper Gold eğeleri martensit fazındadır (malzeme yumuşak, esnek ve kolaylıkla önceden eğimlendirilebilir) (Plotino ve ark 2017). Bu durumun da ProTaper Gold'un ProTaper Universal'a kıyasla daha esnek ve yorgunluk direncinin daha fazla olmasına sebep olabileceği bildirilmiştir (Hieawy ve ark 2015).

ProTaper Gold'un daha esnek ve döngüsel yorgunluğa daha dirençli oluşu, kanal eğrilіğine kolaylıkla uyum sağlamasına yol açar. Eğe kanaldan çıkarıldıktan sonra bile kanal şeklini alabilir. Bu durum normal olup eğe kolaylıkla düzleştirilebilir veya daha eğri şekil aldırılabilir (ProTaper Gold Brochure 2014 ).

ProTaper Gold eğelerinin kazandığı bu özellikler dışında eğe boyutları, eğe kullanım sırası, motor ayarları ve dolum yöntemleri açısından ProTaper Universal'den farkı yoktur (West 2015).



### 1.1.5. Resiprokal Hareket ile Çalışan Sistemler

Roane ve ark (1985) endodontik el aletlerinin saat yönü ve saat yönünün tersine hareket ettirilerek kullanılmasıyla kök kanalının şekillendirilmesine olanak sağlayan “*balanced force*” tekniğini tanımlamışlardır. Yapılan birçok çalışmada eğri kanalların şekillendirilmesinde ortaya çıkan alet kırığı ve kök perforasyonu gibi komplikasyonlarının bu tekniğin kullanımında daha az görüldüğü ve kök kanallarının orijinal anatomisini daha iyi korunduğu belirtilmiştir (Benenati ve ark 1986, Sabala ve ark 1988, Shadid ve ark 1998). Yared (2008) bu teknikten esinlenilerek resiprokal hareket tekniğini tanımlanmıştır. Resiprokal harekette eğe eşit olmayan miktarlarda önce bir yöne daha sonra tersi yönüne dönerek hareket eder. Böylece tam hareket döngüsünü birkaç seferde tamamlar.

Isıl işlem modifikasyonlara ek olarak resiprokal hareketin Ni-Ti aletlerin ömrünü uzattığı ve sürekli rotasyon hareketi ile kıyaslandığında yorgunluk direncinin daha fazla olduğu gösterilmiştir. Resiprokal hareket yapan aletler dönme hareketi yapanlara kıyasla daha kısa açısal mesafe yol alırlar böylece daha düşük stres değerlerine maruz kalırlar ve daha uzun süreli bir yorulma ömrüne sahip olurlar (De-Deus ve ark 2010, Pedullà ve ark 2013, Kiefner ve ark 2014). Bununla birlikte her ne kadar bu aletlerle tam bir rotasyon birkaç resiprokal harekette tamamlasa da, alet üzerinde oluşacak metal yorgunluğu ve buna bağlı olarak alette kırılmalar gerçekleşebilecektir (Grande ve ark 2006). Reciproc ve WaveOne, resiprokal hareket kullanarak kök kanal şekillendirmesi için piyasada mevcut sistemlerin başlıca örnekleridir. Bu örneklere son dönemde WaveOne Gold da katılmıştır.

Resiprokal hareket yapan tek eğe sistemleri bu harekete olanak sağlayan uygun endodontik motorlar ile kullanılmalıdır.

## Reciproc Eğe Sistemi

Reciproc eğe sistemi VDW firması tarafından M-Wire alaşımdan resiprokal hareket yapan bir tek eğe sistemi olarak 2010 yılında üretilmiştir. Reciproc sisteminin eğeleri kesmeyen bir uç formuna, keskin kesici kenarlara ve S şeklinde bir enine kesite sahiptirler. Eğelerde uç kısmının 3 mm üzerinden başlayarak şafta doğru düzenli olarak azalan bir taper bulunmaktadır (Yared 2011, Yared ve Alasmar Ramli 2013).

Reciproc eğeler, resiprokasyon harekete olanak sağlayan endodontik motorların "Reciproc ALL" modunda 150 derece saat yönünün tersine, 30 derece saat yönünde hareket ederler. Eğelerin bıçakları sola eğimli olduğu için saat yönünün tersine hareket ile dentin duvarına saplanır ve dentini keser. Saat yönüne hareket ile de eğenin serbestleşmesine ve kök kanalından çıkarılmasına olanak sağlar. Bu sayede vidalama etkisi ve eğenin kırılma ihtimali azalır. Eğeler saniyede 10 resiprokasyon döngüsünü tamamlayacak şekilde işlev görmektedir. Bu da dakikada 300 devire (rpm) karşılığıdır (Plotino ve ark 2012).

Reciproc sistemi eğeleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

1. **R25:** Sap kısmında ayırt edici kırmızı renkli şerit bulunmaktadır. Uç kısmında 0.25 mm çapa sahip olup D16'daki çap 1.05 mm'dir. İlk 3 mm sabit %8 lik taper açısına sahipken, bu değer koronale doğru gittikçe azalır.
2. **R40:** Sap kısmında ayırt edici siyah renkli şerit bulunmaktadır. Uç kısmında 0.40 mm çapa sahip olup D16'daki çap 1.10 mm'dir. İlk 3 mm sabit %6 lik taper açısına sahipken, bu değer koronale doğru gittikçe azalır.
3. **R50:** Sap kısmında ayırt edici sarı renkli şerit bulunmaktadır. Uç kısmında 0.50 mm çapa sahip olup D16'daki çap 1.17 mm'dir. İlk 3 mm sabit %5 lik taper açısına sahipken, bu değer koronale doğru gittikçe azalır.

Uygun ebattaki eğenin seçimi için kök kanalı şekillendirme öncesinde paslanmaz çelik el eğeleri ile kontrol edilmelidir. 30 numaralı K-file kanalda çalışma boyunda rahatlıkla ilerliyorsa R50, 20 numaralı K- file rahatlıkla ilerliyorsa R40, eğer kanal daha darsa R25 kullanılmalıdır (Uzunoğlu 2014).

Üretici firmaya göre seçilen tek bir eğe kök kanalını şekillendirmede yeterlidir ve konvansiyonel el eğeleri ile giriş yolu oluşturulmasına ihtiyaç duyulmadığı

belirtilmiştir. Şekillendirme sırasında ilk aşamada eğe çalışma boyunun 2/3'lük kısmına ulaşıncaya kadar yavaş ileri-geri hareket ile kanal içinde ilerlenir. Yapılan her üç ileri-geri hareketten sonra ya da basınç hissedildiğinde eğe kök kanalından çıkarılır. Eğe üzerindeki debrisler uzaklaştırılır ve kök kanalı yıkanır. Kök kanalının apikal açıklığı 10 numaralı K- file ile kontrol edilir. Aynı işlemler çalışma boyuna tamamen ulaşıncaya kadar tekrarlanır (Reciproc VDW Brochure).

Aletler steril edilip paketlenmiştir ve tek kullanımdan sonra atılır bu sayede çapraz kontaminasyondan korunur. Dar ve eğimli kanalların şekillendirmesi için uygun olduğu belirtilmiştir (Yared 2011).

### **WaveOne Eğe Sistemi**

WaveOne eğe sistemi de Reciproc eğe sistemi gibi M-Wire Ni-Ti alaşımından, resiprokal hareket yapan bir tek eğe sistemi olarak üretilmiştir. Bu sistem Dentsply Maillefer firması tarafından 2011 yılında piyasaya sürülmüştür (Yared 2011, Yared ve Alasmar Ramli 2013).

Eğelerin uç kısımları kanal eğimini doğru olarak takip etmek üzere modifiye edilmiştir. Aletin uzunluğu boyunca yer alan yivler aletin güvenliğini artırır. Eğelerin yatay kesitleri uç kısımlarında modifiye konveks üçgen formundayken koronal kısımlarında konveks üçgensel bir form alır. Bu dizaynın eğenin esnekliğine katkı sağladığı belirtilmiştir. Resiprokal hareketlerle kombine radyal alanlar WaveOne eğelerini apikale doğru ilerlerken merkezde tutmayı sağlar. Değişken kesici bıçaklar yardımıyla alet boyunca güvenli bir işlem sağlandığı üretici firmanın belirttiği diğer bir özelliktir. Ayrıca devamlı artan bir taper açısına sahip olması daha iyi bir kanal formu sağlayarak irrigasyon ile bakteri eliminasyonun daha etkin yapılmasını sağlamıştır (Webber ve ark 2011).

WaveOne eğe sistemi, resiprokasyon harekete olanak sağlayan endodontik motorların "WaveOne ALL" modunda 150 derece saat yönünün tersine, 30 derece saat yönünde olacak şekilde hareket eder. Bu sistemin sahip olduğu sola eğimli bıçaklar saat önünün tersine harekette kanal içinde dentin kesmesini sağlarken, saat yönündeki hareket ile aletin serbestleşmesini ve kanal içerisinde güvenli bir şekilde ilerlemesini sağlar. Böylece aletin çok yoğun stres altında kalıp kırılması bir miktar azaltır (Varela-Patiño ve ark 2010, Yared 2011, Yared ve Alasmar Ramli 2013).

WaveOne eğe sistemi 21, 25 ve 31mm olmak üzere 3 farklı uzunlukta eğeye sahiptir. Kanal ebatlarına göre ise şu şekilde sınıflandırılmaktadır (Webber ve ark 2011):

1) **WaveOne Small:** Sap kısmında ayırt edici sarı renkli plastik halka vardır. İnce kanallarda kullanılan eğedir. Eğenin uç kısmının çapı 0,21 mm'dir ve taper açısı sabit olup %6'dır.

2) **WaveOne Primary:** Sap kısmında ayırt edici kırmızı renkli plastik halka vardır. Kanalların çoğunda kullanılan eğedir. Eğenin uç kısmının çapı 0,25 mm'dir. Uç kısmındaki taper açısı değeri sabit %8 iken, bu değer koronale doğru gittikçe azalır.

3) **WaveOne Large:** Sap kısmında ayırt edici siyah renkli plastik halka vardır. Geniş kanallarda kullanılan eğedir. Eğenin uç kısmının çapı 0,40 mm'dir. Uç kısmındaki taper açısı değeri %8 iken, bu değer koronale doğru gittikçe azalır.

Uygun eğenin seçimi için kök kanalı şekillendirme öncesinde paslanmaz çelik el eğeleri ile kontrol edilmelidir. 10 numaralı K-file bir el aleti kanal içinde çok direnç gösteriyorsa WaveOne Small eğe, çalışma boyuna dek kolaylıkla ilerliyorsa WaveOne Primary eğe kullanılmalıdır. Ayrıca üretici firma olguların büyük çoğunluğunun WaveOne Primary file ile tamamlanabileceğini bildirmektedir. Eğer 20 numaralı veya daha büyük bir K-file çalışma boyuna dek ilerliyorsa WaveOne Large eğenin kullanılması uygundur (Webber ve ark 2011).

Eğelerin kullanımı sırasında kanal içinde en fazla 3-4 kez hafif kuvvetli, ilerleyici ileri-geri hareket uygulanmalıdır. Çalışma boyuna aşama aşama gidilerek şekillendirme işleme devam edilmelidir. Eğe her çıkartıldığında temizlenmeli, kanal yeterince yıkanmalı ve kanal açıklığı çalışma boyuna gidilerek kontrol edilmelidir. Eğe ilerlemezse kanal açıklığı kontrol edilip daha küçük bir WaveOne eğesi kullanımı denenebilir. Özellikle eğri kanalda ilerlemek hala zor ise apikal bölge el ile şekillendirilebilir. Tüm işlem boyunca kanal asla kuru kalmamalı, kanallar bolca yıkanmalıdır (Webber ve ark 2011).

Alet, çapraz kontaminasyonun engellenmesi amacıyla tek kullanım için tasarlanmıştır. Bu amaçla aletin sap kısmına yerleştirilen renkli plastik kısım, alet steril

edildiğinde deforme olur ve eğe motor başlığına tekrar yerleştirilemez (WaveOne Brochure).

### **WaveOne Gold Eğe Sistemi**

WaveOne Gold eğe sistemi Dentsply Maillefer firması tarafından son dönemde üretilen ve kendinden önce geliştirilen WaveOne gibi resiprokal hareket yapan bir tek eğe sistemidir. M-Wire'dan üretilen WaveOne'dan farklı olarak WaveOne Gold yeni geliştirilen ve ticari adı Gold Wire olan bir alaşımdan üretilir (Ruddle 2016). Bu yeni gold teknolojisi, Ni-Ti eğelerin üretiminden sonra özel bir ısıl işlem görüp yavaşça soğutulmasını içerir. Böylece eğe kendine özgü altın rengini kazanırken, dayanıklılığı ve esnekliği önemli ölçüde geliştirilmiş olur (Webber 2015). Öyle ki üretici firmanın yaptığı çalışmalara göre WaveOne Gold Primary eğenin, WaveOne Primary eğeye göre % 80 daha esnek, % 50 döngüsel yorgunluğa daha dirençli ve % 23 daha etkili olduğu iddia edilmiştir (Ruddle 2016).

WaveOne Gold eğe sisteminin tasarımımda da bazı değişiklikler yapılmıştır. Yarı aktif kılavuz uç yapısı eğenin kanal içerisinde daha kolay ve güvenli ilerlemesine olanak tanır (Ruddle 2016). WaveOne Gold'un enine kesiti, kanal duvarıyla temas halinde olan iki adet, 85 derece kesici kenarlı bir paralelkenar şeklinindedir. Hareket esnasında merkezde yer almayan enine kesiti sayesinde dönüşümlü olarak sadece bir kesici kenar kanal duvarıyla temas halindedir. Eğe ve kanal duvarı arasındaki temasın azaltılması bağlanmayı ve vida etkisini azaltır. Ayrıca yapılan çalışmalarda bu yeni kesitin, orijinal WaveOne Primer eğesiyle karşılaştırıldığında, güvenliği ve kesme verimliliğini arttırdığı, koronal debris boşaltımı için daha fazla alanı sağladığı savunulmuştur (Webber 2015, Ruddle 2016).

WaveOne Gold sistemi WaveOne gibi resiprokal hareket yapar. Bıaklarının konumu nedeniyle saat yönünün tersine 150 derece hareketinde dentini keserken, saat yönünde 30 derecelik hareket ederek eğenin serbestleşmesini sağlar. Eğenin net hareketi saat yönünün tersine 120 derece olduğu için toplamda 3 resiprokal döngüden sonra 360 derecelik tam bir döngü yapmış olur (Webber 2015).

WaveOne Gold eğelerinin aktif kesme uzunlukları 16 mm iken sap kısmı 11 mm'ye düşürülmüş bu sayede daha iyi posterior erişime olanak sağlanmıştır. Her bir eğede D1-D3 arası sabit, D4'den D16'ya kadar ise kademeli olarak azalan bir taper

mevcuttur. Böylece daha konservatif şekillendirilen kanalların koronal kısmı daha çok korunur. Bu yeni eğe sisteminin, WaveOne'a kıyasla daha geniş bir endodontik anatomi aralığına daha etkili bir şekilde ulaşabilmek için çeşitli uzunluklarda (21, 25 ve 31 mm.) 4 farklı eğesi mevcuttur (Webber 2015, Ruddle 2016).

1) **WaveOne Gold Small:** Sap kısmında ayırt edici sarı renkli plastik halka vardır. Eğenin uç kısmının çapı 0,20 mm'dir. Taper açısı D1-D3 arasında sabit %7 iken, D4-D16 arasında gittikçe azalacak şekilde değişkendir.

2) **WaveOne Gold Primary:** Sap kısmında ayırt edici kırmızı renkli plastik halka vardır. Eğenin uç kısmının çapı 0,25 mm'dir. Taper açısı D1-D3 arasında sabit %7 iken, D4-D16 arasında gittikçe azalacak şekilde değişkendir.

3) **WaveOne Gold Medium:** Sap kısmında ayırt edici yeşil renkli plastik halka vardır. Eğenin uç kısmının çapı 0,35 mm'dir. Taper açısı D1-D3 arasında sabit %6 iken, D4-D16 arasında gittikçe azalacak şekilde değişkendir.

4) **WaveOne Gold Large:** Sap kısmında ayırt edici beyaz renkli plastik halka vardır. Eğenin uç kısmının çapı 0,45 mm'dir. Taper açısı D1-D3 arasında sabit %5 iken, D4-D16 arasında gittikçe azalacak şekilde değişkendir.

WaveOne Gold sisteminin şekillendirme protokolü şekillendirmeyi başlatmak için Primary eğeyi kullanır. WaveOne Gold Primary eğenin K-tipi 15 numaralı eğenin rehber yol oluşturabildiği her kanalda rahatlıkla kullanılabilceği bildirilmiştir. Bu da olguların çok büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Ruddle 2016).

Primary eğenin rehber yol oluşturulmuş kanalda pasif olarak kanal boyuna ilerleyemediği durumlarda WaveOne Gold Small eğe kullanılabilir. Small eğenin daha küçük apikal çapa sahip oluşu daha dar rehber yol oluşturulmuş, uzun ve apikal olarak eğri olan kanallarda daha kolay ilerlemesini sağlar. Klinisyenin tercihinine göre bazı kanallarda şekillendirme Small eğe ile bitirilebilirken, daha geniş bir apikal şekillendirme de istenebilir. Bu durumda Small eğe "köprü eğe" olarak kullanılır ve şekillendirmeye Primary eğe ile devam edilebilir (Ruddle 2016).

Primary eğe apikal oluklarında debris birikmeksizin çalışma boyuna gevşek bir biçimde ulaşıyorsa, şekillendirmenin yetersiz olduğu düşünülür. Bu durumda şekillendirmeye WaveOne Gold Medium veya Large eğeler ile devam edilebilir

(WaveOne Gold Technique Card). Ayrıca sırasıyla K-tipi 25 veya 35 numaralı eğeler yardımıyla apikal ölçüm yapılarak şekillendirmeye Medium veya Large eğelerle devam etme kararı alınabilir (Webber 2015).

Koronal çıkıntıları ortadan kaldırmak, direnci azaltmak ve eğenin kanal içinde kolaylıkla ilerleyebilmesi için fırçalama hareketi kullanılması önerilmektedir. Böylece dentin eğe arasındaki temas azaltılarak vidalanma etkisi azaltılır ve cihazın daha serbest çalışması sağlanmış olur. Ancak transpostasyona neden olabileceği için çok uzun süre fırçalama hareketi yapılmamalıdır (Webber 2015).

WaveOne Gold sisteminde de WaveOne sisteminde olduğu gibi tek kullanımın sağlanması için tasarlanmış renk kodlu halkalar bulunmaktadır. Böylece çapraz kontaminasyonun ve metal yorgunluğuna bağlı alet kırılmalarının önleneceği savunulmuştur (Webber 2015).

## **1.2. Flare Up**

Kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında dentin talaşları, pulpa artıkları, yıkama solüsyonları, bakteri veya bakteri ürünleri apikal foramenden periapikal dokulara kaçabileceği bildirilmiştir (Fairbourn ve ark 1987, Myers ve Montgomery 1991, Al-Omari ve Dummer 1995, Brown ve ark 1995). Bu durum konak ve mikrobiyal flora arasındaki dengeyi bozarak periapikal dokularda istenmeyen biyolojik yanıtların ortaya çıkmasına ve flare up oluşumuna sebep olur (Sundqvist ve ark 1998, Seltzer ve Naidorf 2004, Siqueira 2005).

Flare up, endodontik tedavi devam ederken veya sonrasında görülen, istenmeyen fakat karmaşık yapısı nedeniyle de engel olmanın zor olduğu bir durumdur (Walton 2002, Seltzer ve Naidorf 2004). Bir endodontik işlem uygulanmasını takiben birkaç saat veya gün sonra ağrı veya şişlik ya da her ikisinin birleşimi şeklinde görülebilir. Problem hastanın hekim ile iletişime geçmesini gerektirecek kadar şiddetli olabilir ve bu durum planlanmamış ek bir randevu gerektirebilir. Randevu esnasında apse drenajı, kanal pansumanı, uygun ilaç reçetelenmesi gibi aktif işlemler uygulanır (Walton ve Fouad 1992).

Flare up gelişiminin endodontik tedavi sonucuna önemli bir etkisi olmadığı bildirilse de (Sjögren ve ark 1990), hem hasta hem de hekim için son derece istenmeyen bir durumdur ve hasta hekim ilişkisini zayıflatabilir (Siqueira 2003).

### **1.2.1. Karşılaşma Sıklığı**

Endodontik tedavi sırasında ortaya çıkabilecek flare up insidansı %1.4 ile %16 arasında değişebileceği bildirilmiştir (Siqueira 2002). Bulunan sonuçlardaki farklılıklar klinik yöntemlere ve örnek sayısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Flare up insidansı, hastanın işlem öncesi patolojisinin şiddeti ve bulgu / belirtiler ile doğrudan ilişkili olarak artabilir. Periapikal patolojisi olmayan vital pulpalı dişlerde flare up görülme sıklığı oldukça düşükken, özellikle nekrotik pulpa ve akut apikal apselli şiddetli ağrı ve şişliğe sahip hastalarda artabilir (Walton 2002).

### **1.2.2. Etki Eden Faktörler**

Flare up'ın kesin bir nedeni olmamakla birlikte birçok faktörün etken olabileceği bildirilmiştir (Walton 2002, Seltzer ve Naidorf 2004). İmmünolojik yanıt, enfeksiyon, fiziksel doku hasarı veya üçünün kombinasyonu olmak üzere flare up'a zemin hazırladığı düşünülen birçok farklı faktör vardır. Kök kanal tedavisi sırasında periapikal dokuların, bakteri girişi veya fiziksel ve kimyasal etkenlerle uyarılması sonucunda flare up tetiklenebilir (Walton 2002).

#### **Mikrobiyal faktörler:**

Bakterilerin flare up oluşumundaki rolleri çok önemlidir. Çalışmalar, miks floranın periradiküler patolojinin semptomları ve klinik bulguları ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Alaçam ve ark 2012).

Yapılan bir çalışmada, *Fusobacterium nucleatum*'un *Prevotella* ve *Porphyromonas* türleri ile bir arada bulunmasının endodontik flare up için bir risk faktörü olduğu ve bu mikroorganizmaların, sinerji içinde, periapikal bir inflamatuvar lezyonu kötüleştiribildikleri görülmektedir (de Paz Villanueva 2002). Ayrıca *Streptococcus milleri*, *Peptostreptococcus anaerobius*, *Bacteroides oralis* ve *Fusobacterium necrophorum*'un bir araya gelmesiyle oluşan bakteri topluluğu en güçlü ve şiddetli lezyonların nedeni olurken, bu mikroorganizmaların tek başına



kalması veya başka tür bakterilerden oluşan toplulukların daha az iltihaplanma reaksiyonuna neden olduğu bildirilmiştir. Buna göre, endodontik enfeksiyonlarda bakteri sinerjisinin önemli rolünü daha da desteklemektedir (Sundqvist 1992, Sundqvist 1994).

### **Konak Kaynaklı Risk Faktörleri:**

Çok sayıda hastayı değerlendiren birçok çalışmada, tedavi sonrası ağrı ve flare up gelişiminin kadınlarda daha fazla görüldüğü bildirilmiştir. Bununla birlikte, bu durumun istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı belirsizdir ve bu çalışmaların verilerini birleştiren bir meta-analiz henüz yapılmamıştır. Kadınların belirgin semptom oluşumunda tedaviye gitme yatkınlığının daha fazla oluşunun da bunun sebebi olabileceği bildirilmiştir (Genet ve ark 1987, Torabinejad ve ark 1988, Walton ve Fouad 1992).

Yapılan çeşitli çalışmalarda, yaşın flare up gelişimi için bir risk faktörü olduğunu gösteren herhangi bir bulguya rastlanmamıştır (Walton ve Fouad 1992, Imura ve Zuolo 1995).

Hastanın sistemik durumuyla flare up oluşumu arasında bağlantı olduğu düşünülmektedir. İnsülin kullanan diyabet hastaları ile sağlıklı hastalar arasında yapılan bir çalışmada, periapikal lezyonu olan dişlerde endodontik tedavi sonrası ağrı oluşumu kıyaslanmıştır. Buna göre diyabetli hastalarda daha fazla ağrı oluşumu görülmüş, flare up gelişme sıklığı da iki kat fazla olarak belirtilmiştir (Fouad ve Burleson 2003). Yapılan bir çalışmada, hastada alerji varlığının flare up oluşumu ile anlamlı olarak ilişkili olduğu bildirilmiş (Torabinejad ve ark 1988), fakat başka bir çalışmada ise böyle bir ilişki bulunamamıştır (Walton ve Fouad 1992).

İlgili dişlerin işlem öncesi diagnostik bulguları flare up gelişimi açısından oldukça önemlidir. Vital pulpalı dişlerde flare up gelişimi nispeten daha az görülmektedir. Nekroze pulpalı dişlerin flare up insidansı ise daha yüksektir. Akut apikal apse ve akut apikal periodontitis teşhisi konulan dişlerin belirgin olarak daha yüksek flare up oranı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca radyografik görüntülerde periapikal lezyon varlığı, özellikle de lezyon büyüklüğü artıkça flare up gelişimi için bir risk faktörüdür (Genet ve ark 1987, Torabinejad ve ark 1988, Walton ve Fouad 1992, Imura ve Zuolo 1995, Sim 1997). En önemlisi de ağrı ve/veya şişlik içeren

nekrotik pulpal ve akut apikal apseli dişlerde flare up oluşumu ihtimali diğer tüm teşhislerden çok daha fazladır. Bu bulgular, periradiküler dokunun immünolojik durumu endodontik tedavi sonrası hastaları flare up geliştirmeye yatkın hale getirebileceğini göstermektedir. (Walton 2002).

Kronik apikal apselerdeki fistül yolu oluşumu periapikal bölgede drenaj sağlamaktadır. Bu sayede bölgedeki basınç ve inflamatuvar mediatörlerin seviyesi azalarak ani ağrı oluşumunun önüne geçilir. Bu durum da flare up gelişimini engeller (Torabinejad ve ark 1988, Walton ve Fouad 1992).

Hastanın hikâyesinde ağrı ya da şişlik olmasıyla, tedavi sonrası flare up oluşumu arasında bağlantı bulunmuştur (Genet ve ark 1987, Torabinejad ve ark 1988). Ayrıca hastanın ağrı duyması stres seviyesini artırmakta bu durum da hastanın bağışıklık fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilemektedir (Logan ve ark 2001).

#### **Tedavi yöntemi ile ilgili faktörler:**

Flare up gelişimine neden olan bazı faktörler hekimin elinde olmasa da bazılarında hekimin tedavi planı ve yaklaşımı önemli rol oynar. Tedavi planı olarak işlemin geleneksel kanal tedavisi veya retreatment olması, işlemin tek seans veya birden fazla seansta tamamlanması ya da kısmi veya tam kanal debritleme sağlanması sayılabilir. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda belli bir yöntemin işlem sonrası ağrı veya flare up oluşumunda kesin olarak rol oynadığı kanıtlanamamıştır. Kanal tedavisi sırasında taşkın kanal şekillendirme, apikal debris ve/veya yıkama solüsyonu taşkınlığı, taşkın kanal dolgusu ve oklüzyonun fazla oluşu gibi iyatrojenik nedenlerle de flare up gelişebilir (Balaban ve ark 1984, Mor ve ark 1992, Walton ve Fouad 1992, Eleazer ve Eleazer 1998, Mattscheck ve ark 2001, ElMubarak ve ark 2010).

Enfekte debrisin periradiküler dokulara apikal taşkınlığı işlem sonrası görülen ağrının olası sebeplerinden biridir (Wittgow ve Sabiston 1975, Siqueira ve de Uzeda 1997, Seltzer ve Naidorf 2004). Asemptomatik kronik periapikal lezyonlu enfekte dişlerde mikrobiyal faktörlerle konak savunması arasında periradiküler dokularda bir denge mevcuttur. Kemo-mekanik şekillendirme sırasında mikroorganizmalar apikal açıklıktan taşarlarsa, konak önceki denge durumundan daha fazla mikrobiyal irritana maruz kalır. Dolayısıyla, konak savunması dengeyi yeniden kurmak için akut bir inflamasyonu harekete geçirirerek geçici bir bozulmaya neden olur (Siqueira 2003).

İyatrojenik taşkın şekillendirme apikal foramenin aşırı genişlemesine bu da eksuda ve kanın kök kanalının içine sızmasına yol açar (de Paz Villanueva 2002). Bu durum da kök kanalındaki kalan bakterilere besin tedarikini sağlayarak bakterilerin çoğalmasına ve kronik periradiküler lezyonun alevlenmesine neden olabilir. Her ne kadar taşkın şekillendirme sonucu görülen alevlenmelerin oluşumunda periradiküler dokuların mekanik yaralanmaları etken olsa da şekillendirme sırasında apikalden taşan enfekte debrisin de büyük etkisi vardır (Siqueira 2003).

### **1.3. Apikal Debris Taşkınılığı**

Şekillendirme esnasında apikalden çıkan debris miktarı ilk olarak VandeVisse ve Brilliant (1975) tarafından hesaplanmıştır. Çalışmada kök kanal irrigasyonunun şekillendirmeyi kolaylaştırmakla birlikte, apikalden taşan madde miktarını artırdığı bildirilmiştir.

Yapılan birçok çalışmada çeşitli kök kanal şekillendirme tekniklerinin ve aletlerinin apikal debris taşkınılığı oluşturmadaki etkileri ele alınmıştır ve bilinen tüm şekillendirme prosedürlerinin çalışma boyu kısa tutulsa bile apikal debris taşkınılığıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Myers ve Montgomery 1991, Al-Omari ve Dummer 1995, Beeson ve ark 1998).

Şekillendirme esnasında meydana gelen apikal taşkınılıklar engellenemese de taşan madde miktarının dışın apikal yapısı, şekli, kullanılan şekillendirme teknikleri, aletlerin uç yapısı, taper açısı, genişlik ve enine kesit gibi özellikleri, apikal şekillendirmenin bitiş noktası ve irrigasyon gibi çok çeşitli faktörlere bağlı değişebileceği bildirilmiştir (Martin ve Cunningham 1982, Fairbourn ve ark 1987, McKendry 1990, Myers ve Montgomery 1991, Al-Omari ve Dummer 1995, Beeson ve ark 1998, Hinrichs ve ark 1998, Reddy ve Hicks 1998, Ferraz ve ark 2001, Lambrianidis ve ark 2001, Tinaz ve ark 2005, Tanalp ve ark 2006, Kuştarıcı ve ark 2008).

### 1.3.1. Apikal Debris Taşkınlığı Miktarını Ölçmede Kullanılan Yöntemler

Kök kanal şekillendirilmesi esnasında periapikal dokulara taşan debris nicel olarak incelemek amacıyla çeşitli araştırmacılar tarafından laboratuvar düzenekleri hazırlanmıştır (Fairbourn ve ark 1987, Myers ve Montgomery 1991, Ferraz ve ark 2001). En çok dikkat çeken ve debrisin apikal taşkınlığı ile ilişkili birçok çalışmada kabul gören düzenek Myers ve Montgomery (1991) tarafından Fairbourn ve ark (1987)'nin debris toplama düzeneğini modifiye ederek geliştirilmiştir. Bu sistem, kullanılacak diş kökünün oturtulduğu ve sabitlendiği kauçuk kapak, kapağın yerleştirildiği, içine taşan debris ve yıkama solüsyonlarının toplandığı küçük, cam bir şişe ve bu şişenin de sabitlenmesine yarayan cam bir flasktan oluşur. Kauçuk kapak içine yerleştirilen genellikle 25 G'luk bir iğne de cam şişenin iç basıncı ve dış basıncı dengelemesini sağlar. Ana hatlarıyla bu şekilde olan debris toplama düzeneği, farklı çalışmalarda değişiklik göstermiştir. Fairbourn ve ark (1987) çalışmalarında cam şişe yerine, dişlerin altına tel yardımıyla asılan alüminyum kronları tercih etmişlerdir. Debris toplama aracı olarak Eppendorf tüplerin kullanımı da yaygındır. Bu durumda dişleri tüplerin plastik kapaklarına sabitlemek için otopolimerizan akrilik gibi araçlar kullanılmaktadır ve dişin apeksi tüp içine debris birikimini sağlayacak şekilde sarkıtılır (Tanalp ve ark 2006). Bu çalışmaların yürütülmesinde iki önemli nokta vardır:

1) Dişin yerleştirildiği düzeneğin şekillendirme esnasında herhangi bir harekete yol açmayacak şekilde sabitlenmesi çok önemlidir. Aksi takdirde şekillendirme prosedürünün standardizasyonu bozulabilir.

2) Şekillendirme esnasında şişe rubber-dam veya başka bir yöntemle örtülmelidir, böylece çalışmayı yapan operatör üzerinde çalıştığı kökü göremez. Bu durum hem çalışma uzunluğunun radyograflar veya apeks bulucuları tarafından belirlendiği klinik çalışma ortamını taklit eder hem de işlem sırasında uygulayıcının olası önyargılılığını önler.

Bu metot, hassas bir terazi yardımıyla debris biriken kapların ağırlığının şekillendirmeden önce ve sonra ölçülmesini ve şekillendirme sonrası hesaplanan ağırlıktan başlangıç ağırlığının çıkarılmasıyla taşan debris miktarının hesaplanmasını içerir. Debrisin yanı sıra yıkama solüsyonları da apikalden taşabileceğinden, sıvının buharlaştırılması için örneklerin inkübatörde bekletilmesi gerekebilir. Eğer sıvı miktarı da ölçülmek isteniyorsa biriktirme kabının yanına 0.5ml'lik kalibre edilmiş bir

rehber kap yerleştirilebilir. Böylece taşan sıvı miktarı da hesaplanabilir (Myers ve Montgomery 1991). Ayrıca sıvı miktarı ölçülmesi toplama kabı içerisine %0,9 NaCl gibi çeşitli çözeltiler doldurularak da yapılabilir. Taşan sıvı miktarını ölçmek için kalibre edilmiş bir enjektör daha önce yerleştirilen havalandırma iğnesi yoluyla kullanılabilir. Bu yöntem genellikle debrisin yanı sıra sıvı çıkış miktarını da ölçmek için kullanılmıştır (Er ve ark 2005, Tinaz ve ark 2005, Kuştarıcı ve ark 2008).

Dikkat çekilmesi gereken diğer bir nokta, deneysel çalışmalarda NaOCl veya distile su gibi farklı yıkama solüsyonlarının seçilebileceğidir. Farklı yıkama solüsyonlarının taşkınlık potansiyeli de çalışmaların sonuçlarını etkileyebilir. Numunelerin kurutulması işlemi depolama ortamının zaman, nem sabitliği ve ısısına göre değişimler gösterebilir. Kurutma işlemi sırasında sadece örneklerin su içeriği değil aynı zamanda yıkama solüsyonları da buharlaştırılmalıdır. NaOCl kristalleri veya diğer yıkama solüsyonları kalabilir bu da deneysel metodolojinin güvenilirliğini olumsuz yönde etkileyebilir. Kurutulan debristen ayrılmayan sodyum kristalleri, sonuçların önemli ölçüde değişmesine neden olabilir (Tanalp ve Güngör 2014).

Liyofilizasyon (dondurarak kurutma), apikalden taşan sıvının uzaklaştırılması için kullanılan başka bir yöntemdir. Bu yöntemde kullanılan kapalı ortamın oda sıcaklığında ve nemde oluşan ufak değişiklikleri önlendiği düşünülmektedir (Tanalp ve ark 2006). Numunenin ağırlığının havadaki nemden bile etkileneceği bu nedenle standart bir dehidrasyon ve tartım protokolünün şart olduğu belirtilmiştir (Fairbourn ve ark 1987). Tartım esnasında hassas terazi büyük bir dikkatle kullanılmalı, numune ölçümleri 3 kere hatta bazen daha fazla yapıp ortalama değerleri alınmalıdır (Tanalp ve Güngör 2014).

Başka bir yöntem ise akrilik bloklar kullanılarak yapılan “filter column suction” yöntemidir (Ruiz-Hubard ve ark 1987). Hem eğri hem de düz kanallar içeren standart akrilik blokların apikal kısmında debrisin biriktiği hazneler bulunur. Daha sonra bu debris ve sıvı karışımının geriye itilmesini önlemek için kanallar doldurulur. Toplanan debris içinde milipor plastik bir filtre bulunan bir emme sütunu içerisine yerleştirilir ve bu filtreler sıvının buharlaşması için fırın içerisinde bekletilir. Debris içeren filtrenin ağırlığından boş filtre ağırlığı çıkartılarak apikal debris taşkınlığı miktarı belirlenir.

#### 1.4. Çalışma Zamanı Belirlenmesi

Herhangi bir eğe sisteminin ya da şekillendirme tekniğinin çalışma süresinin değerlendirilme amacı, cihazın veya tekniğin etkinliği ve klinik uygunluğuna ilişkin sonuçlar çıkarmaktır (Hülsmann ve ark 2005). Motorla çalışan Ni-Ti eğe sistemlerinin daha az hataya sebebiyet verirken, orijinal kanal şeklini daha iyi koruduğu ve çalışma süresini kısalttığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Gambarini 2001, Pettiette ve ark 2001, Schäfer ve ark 2004, Bahia ve Buono 2005, Guelzow ve ark 2005).

Çalışma süresindeki veriler, metodolojik problemlerin yanı sıra bireysel faktörlere bağlı olarak, aynı enstrümanlar ve teknikler için bile büyük farklılıklar göstermektedir (Hülsmann ve ark 2005). Bireysel farklılıklar tam olarak tanımlanamasa da birçok durumda belirleyici olarak görülmektedir. Mesgouez ve ark (2003) çalışmalarında klinisyen tecrübesinin kök kanal şekillendirme süresine etkisini incelemiştir. Sonuç olarak da kanal şekillendirme süresinin klinisyen deneyimiyle ters orantılı olduğu bulunmuştur. Ayrıca kullanıma veya alet hatalarına bağlı oluşabilecek alet kırıkları da uzun çalışma sürelerine neden olabilir (Hülsmann ve ark 2005, Paqué ve ark 2005).

Çalışma zamanındaki değişikliklerin kullanılan aletin tipine ve kanalın şekline doğrudan bağlı olduğu görülmüştür (Al-Omari ve Dummer 1995, Beeson ve ark 1998). Aletlerin kesme kabiliyetlerinin çalışma zamanını etkileyebileceği belirtilmiştir (Hülsmann ve ark 2005). Kullanılan alet sayısının azalması da işlem zamanından tasarruf sağlamaktadır. Ayrıca uzun enstrümantasyon süresinin, işlem sırasında açığa çıkan apikal debris taşkınlığı miktarını da etkilediği düşünülmektedir (Bürklein ve ark 2014, Capar ve ark 2014).

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu in-vitro çalışmanın bilimsel etik açısından uygun olduğuna, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonu'nun 08/12/2016 tarihinde yapılan 2016/07 sayılı toplantısında karar verilmiştir. Çalışmamızın örnek hazırlama ve deney aşaması Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı ve Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir.

### 2.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Çalışmamızda kullanılmak amacıyla ortodontik ve periodontal nedenlerle çekilmiş 90 adet, insan alt premolar dişi seçilmiştir. Seçilen dişlerin benzer boy ve ebatlarda olmasına dikkat edilmiştir. Dişlerin apikal gelişimlerini tamamlamış, tek köklü, çürüksüz ve restorasyonsuz olmalarına dikkat edilmiştir. Ayrıca dişlerin meziodistal ve bukkolingual yönlerinden alınan radyograflarla rezorpsiyonsuz, kalsifikasyonsuz, çok geniş olmayan, tek ve düz bir kanala sahip oldukları teyit edilmiştir. Çalışmada kullanılacak diş köklerinin eğimleri alınan radyografiler ile incelenmiş ve düze yakın olanları tercih edilmiştir.

Seçilen dişlerin kök yüzeylerindeki sert ve yumuşak doku artıkları bir kretuar yardımıyla temizlenmiştir. Dişler dezenfeksiyon amacıyla 2 saat süreyle %2,5'lik NaOCl içerisinde bekletilmiş, daha sonra deneyin yapılacağı zamana kadar oda sıcaklığında distile su içerisinde muhafaza edilmiştir.

Standardizasyonu sağlamak amacıyla tüm dişlerde apikal bölgeden itibaren boyları 20 mm olacak şekilde su soğutması altında fissür elmas frez kullanılarak okluzal aşındırma yapılmıştır. Yine su soğutması altında elmas rond frez ile giriş kaviteleri açılmıştır. Daha sonra 15 numaralı K tipi el eğesi ile apikal açıklık kontrol edilmiş ve eğenin rahatlıkla apikal foramenden 1 mm'den fazla çıktığı dişler çalışmadan çıkarılmıştır.

Çalışma boyu belirlenirken 10 numaralı K tipi el eğesi kullanılmış ve majör apikal foramenden gözükmeye kadar kanalda ilerletilmiştir. Daha sonra ölçülen bu boydan 1 mm çıkarılarak çalışma boyu elde edilmiştir.

## 2.2. Deney Düzeneginin Olusturulmasi

Deney düzenegi hazirlanirken Myers ve Montgomery (1991) tarafından gelistirilen yöntem esas alınmiştir. Deneyde debris ağırlığını ölçmek için hassaslık derecesi  $10^{-4}$  gram olan hassas terazi (Precisa XB 220A, İsviçre) kullanılmıştır (Şekil 2.1). Deney düzenegi kurulmadan önce üzeri kazınarak numaralandırılmış ve kapaklarından ayrılmış Eppendorf tüpleri ardışık olarak terazide tartılmıştır. Elde edilen değerlerin ortalamaları alınarak boş tüplerin ağırlıkları kaydedilmiştir. Hazırlanan ve çalışma boyu belirlenen dişler sıcak bir alet yardımıyla üzerinde delik açılan Eppendorf tüplerinin kapaklarına parmak basıncıyla yerleştirilmiştir. Diş ile kapak arasındaki boşluk siyanoakrilat (Pattex Hızlı Yapıştırıcı, Türk Henkel, İstanbul, Türkiye) yardımıyla sızdırmaz bir biçimde doldurulmuş ve diş sabitlenmiştir. Böylece kapak kapatıldığında dişin apikal kısmı Eppendorf tüpün içinde kalarak taşan debrisin burada toplanması amaçlanmıştır. Tüpün içindeki hava basıncı ve dış ortam hava basıncını dengelemek amacıyla ucu tüp içerisinde kalacak şekilde 23 G enjektör iğnesi kapaklara yerleştirilmiştir. Hazırlanan tüplerin sabitlenmesi ve dış etkenlerden korunması için de tüpler cam şişelerin kapaklarına hazırlanan uygun boşluklara oturtulmuştur ve deney düzenegi elde edilmiştir (Şekil 2.2). Operatörün tarafsızlığını etkilememesi için cam şişelerin etrafı lastik örtü ile sarılarak işlem sırasında dişin kökünün görünmesi engellenmiştir (Şekil 2.3).

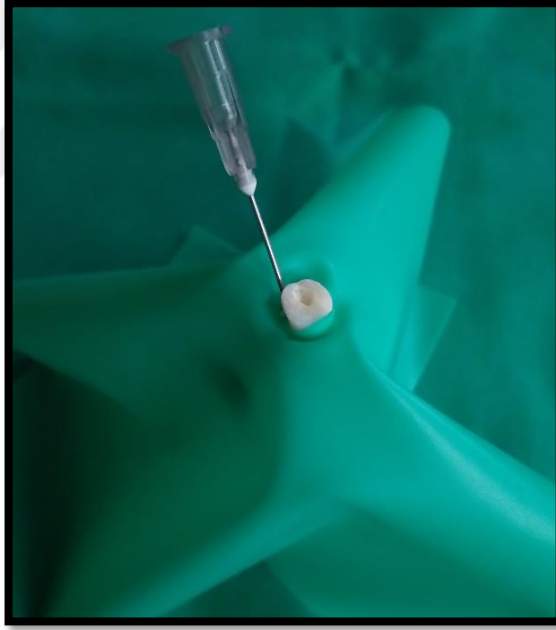


Şekil 2.1. Ağırlık ölçümleri için kullanılan hassas terazi.





**Şekil 2.2.** Taşan debrisin toplanması için kurulan deney düzeneği.



**Şekil 2.3.** Diş kökünün görünmesini engellemek için lastik örtü kullanılmıştır.

### 2.3. Grupların Oluşturulması ve Kanalların Şekillendirilmesi

Kök eğimleri, apikal foramen genişlikleri ve çalışma boyları açısından olabildiğince standardize edilmiş olan dişler, her bir grupta 15 adet olacak şekilde rastgele olarak dağıtılmıştır.

Her birinde farklı eğe sistemi kullanılmak üzere 6 adet grup oluşturulmuştur:

1. Grup 1: ProTaper Universal (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre)
2. Grup 2: ProTaper Next (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre)
3. Grup 3: ProTaper Gold (Dentsply Tulsa Dental Specialties, ABD)
4. Grup 4: WaveOne (Dentsply Maillefer, Baillagues, İsviçre)
5. Grup 5: WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Baillagues, İsviçre)
6. Grup 6: Reciproc (VDW, Münih, Almanya)

Bütün gruplarda yıkama solüsyonu olarak distile su (Distile Su, Naturel Medikal, İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır (Şekil 2.4). Şekillendirme sırasında eğenin kanal ağzından her çıkışında veya her üç ileri-geri hareketten sonra kanallar yıkanmıştır. Toplamda her bir örnek için 10 ml distile su kullanılarak irrigasyon yapılmıştır. İrrigasyon sırasında 27 G dental enjektör kullanılmış ve iğnenin ucu sıkışmayacak şekilde olabildiğince apikale yakın konumlandırılmıştır.

Tüm gruplarda kök kanal şekillendirmesi tek bir operatör tarafından üreticilerin talimatlarına uyarak ve X-Smart Plus (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) endodontik motor kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.5).



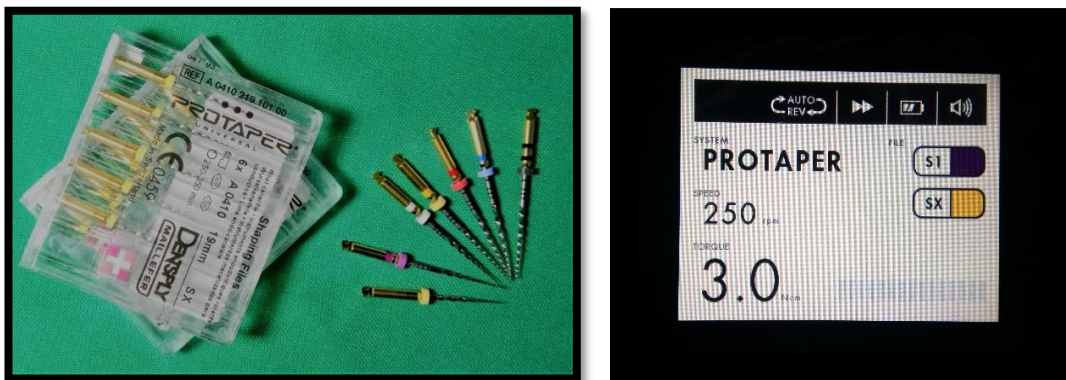
Şekil 2.4. Kanalların irrigasyonunda kullanılan distile su.



Şekil 2.5. X Smart Plus endodontik motor.

### 2.3.1. Grup 1: ProTaper Universal

Bu grupta, üretici firmanın tavsiye ettiği tork ve hız değerlerinde önceden ayarlanmış ProTaper Universal programında çalışılmıştır. Sırasıyla SX, S1, S2, F1, F2, F3 ve F4 eğeleri kullanılmıştır (Şekil 2.6). Öncelikle 15 nolu K tipi el eğesiyle çalışma boyuna ulaşılmıştır. Daha sonra kanalın koronal 2/3'ü SX eğe kullanılarak fırçalama hareketiyle şekillendirilmiştir. S1 ve S2 eğeler sırasıyla kanal boyuna ulaşıncaya kadar fırçalama hareketiyle kullanılmıştır. F1, F2, F3 ve F4 eğeler de kanal boyuna ulaşıncaya kadar fırçalama hareketi olmaksızın ileri-geri hareketlerle kullanılmıştır. Eğelerin kullanımı sırasında herhangi bir dirençle karşılaşıldığında zorlanmadan geri çekilmiş ve apikal açıklık 10 nolu K-tipi el eğesiyle kontrol edildikten sonra çalışmaya devam edilmiştir. Her eğe değişiminde ve eğelerin kanaldan her çıkarılışında kanallar distile su ile yıkanmıştır.



Şekil 2.6. ProTaper Universal eğeleri ve kullanılan endodontik motorda kayıtlı ProTaper Universal programı.

### 2.3.2. Grup 2: ProTaper Next

Üretici firmanın tavsiye ettiği tork ve hız değerlerinde önceden ayarlanmış ProTaper Next programında çalışılmıştır. 15 numaralı K-tipi el eğesiyle çalışma boyuna ulaşıldıktan sonra sırasıyla X1, X2, X3 ve X4 eğeleri ile kanal boyuna ulaşıncaya kadar fırçalama hareketi ile şekillendirmeye devam edilmiştir (Şekil 2.7). Eğeler dirençle karşılaştığı noktada daha fazla zorlanmadan geri çekilmiş ve apikal açıklık 10 nolu K-tipi el eğesiyle kontrol edildikten sonra çalışmaya devam edilmiştir. Her eğe değişiminde ve eğelerin kanaldan her çıkarılışından sonra kanal içi distile su ile yıkanmıştır.



Şekil 2.7. ProTaper Next eğeleri ve kullanılan endodontik motorda kayıtlı ProTaper Next programı.

### 2.3.3. Grup 3: ProTaper Gold

Bu grupta da üretici firmanın talimatları doğrultusunda ProTaper Universal programı kullanılarak çalışılmış ve aynı numaralı eğelerle aynı prosedür uygulanmıştır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. ProTaper Gold eğeleri ve kullanılan endodontik motorda kayıtlı ProTaper Universal programı.

### 2.3.4. Grup 4: WaveOne

WaveOne Large eğe üretici firmanın talimatları doğrultusunda WaveOne ALL modunda kullanılmıştır (şekil 2.9). 15 numaralı K tipi eğe ile çalışma boyuna gidildikten sonra öncelikle WaveOne eğe ile çalışma boyunun 2/3'lük kısmı ileri-geri hareketlerle şekillendirilmiştir. Apikal açıklık 10 numaralı K tipi eğe ile kontrol edildikten sonra aşama aşama çalışma boyuna varıncaya kadar şekillendirmeye devam edilmiştir. Her üç ileri-geri harekette veya direnç ile karşılaşıldığında eğe zorlanmadan kanaldan çıkarılmıştır. Eğe kanaldan her çıkarıldığında kanal içi distile su ile yıkanmıştır.



şekil 2.9. WaveOne eğeleri ve kullanılan endodontik motorda kayıtlı WaveOne ALL programı.

### 2.3.5. Grup 5: WaveOne Gold

WaveOne Gold Large eğe WaveOne ALL modunda kullanılmıştır (şekil 2.10). şekillendirmeye başlamadan önce 15 numaralı K tipi eğe ile çalışma boyu kontrol edilmiştir. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda şekillendirmeye WaveOne Gold Primary eğe ile başlanmıştır. Eğenin oluklarının debrıs ile dolmaksızın rahatlıkla çalışma boyuna ulaştığı görölmüş ve şekillendirmeye WaveOne Gold Large eğe ile devam edilmiştir. Eğenin her üç ileri geri hareketinde veya direnç ile karşılaşıldığında eğe kanaldan çıkarılmış, temizlenmiş ve kanal içi distile su ile yıkanmıştır.



**Şekil 2.10.** WaveOne Gold eğeleri ve kullanılan endodontik motorda kayıtlı WaveOne ALL programı.

### 2.3.6. Grup 6: Reciproc

R40 numaralı eğe, Reciproc ALL modunda üretici firmanın talimatları doğrultusunda kullanılmıştır (Şekil 2.11). Şekillendirmeye başlanmadan önce 15 numaralı K tipi eğe ile çalışma boyuna ulaşılmıştır. Ardından kanalın 2/3'lük kısmına ulaşıncaya kadar ileri-geri hareketlerle eğelemeye başlanmıştır. Her üç ileri-geri hareketten sonra veya kanalda basınç hissedildiğinde eğe kanaldan çıkarılarak temizlenmiştir. Apikal açıklık 10 numaralı K-tipi el eğesiyle kontrol edilmiş ve çalışma boyuna ulaşıncaya kadar bu işlemlere devam edilmiştir. Eğenin kanaldan her çıkarılışında kanal içi distile su ile yıkanmıştır.



**Şekil 2.11.** Reciproc eğeleri ve kullanılan endodontik motorda kayıtlı Reciproc ALL programı.

Şekillendirme bittikten sonra Eppendorf tüplerinin kapakları açılmış ve dişlerin kök yüzeyleri, yapışan debris artıkları tüpün içine toplanacak şekilde 1ml distile su ile yıkanmıştır. Böylece kök yüzeyinde yapışıp kalan debris artıkları da tüp içinde toplanmıştır. Daha sonra tüpler ağızları açık bir şekilde inkübatör içerisine yerleştirilmiştir (Şekil 2.12). Sıvının tamamı buharlaşıp tüp içerisinde sadece debris artıkları kalıncaya kadar 37 °C'de 14 gün bekletilmiştir (Şekil 2.13). Örnekler hazır olduktan sonra her bir tüp hassas terazide tekrar 3 kez tartılmış ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır. Bu son yapılan ölçümden tüplerin içi boşken kaydedilen ağırlık değerleri çıkartıldığında tüp içerisinde biriken, apikalden taşan debris ağırlığı elde edilmiştir.



Şekil 2.12. Örneklerin bekletildiği inkübatör.



Şekil 2.13. Tüp içerisinde biriken debris.

## 2.4. Çalışma Zamanının Hesaplanması

Çalışma süresi belirlenirken sadece eğelerin kanalda kaldıkları süreler dijital kronometre (TigaCG-503) kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 2.15). Tüm gruplarda eğenin kanal içerisine yerleştirildiği anda kronometre başlatılmış, ege kanal dışına çıkarıldığı an durdurulmuştur. Kanal içinin yıkanması, ege değişimi, ege temizlenmesi gibi işlemlerde kronometre çalıştırılmamıştır.



Şekil 2.15. Zaman ölçümünde kullanılan dijital kronometre.

## 2.5. Verilerin İstatistiksel Analizi

Bu çalışma 6 gruptan oluşmaktadır ve her grupta 15 adet çekilmiş diş kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçların istatistik analizleri SPSS 21 paket programı kullanılarak elde edilmiştir. Kullanılacak olan testin parametrik veya parametrik olmayan test olduğunu saptamak amacıyla Kolmogrov-Smirnov normallik testi uygulanmıştır. Bunun sonucunda normal dağılım gösteren altı farklı ege sisteminin apikalden debris taşkınlık ve çalışma zamanı değerlerine ilişkin ortalamalar arasındaki fark Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) testi kullanılarak incelenmiştir. ANOVA sonrası ikili kıyaslamalar için Post Hoc testlerinden TUKEY testi yapılmıştır. Yapılan tüm testlerde anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmıştır.



### 3. BULGULAR

Bu çalışma 6 gruptan oluşmaktadır ve her grupta 15 adet çekilmiş diş bulunmaktadır. Her bir grupta farklı bir eğe sistemi kullanılarak apikalden taşan debris miktarı hesaplanmış ve işlem sırasında çalışma süreleri kronometre kullanılarak ölçülmüştür.

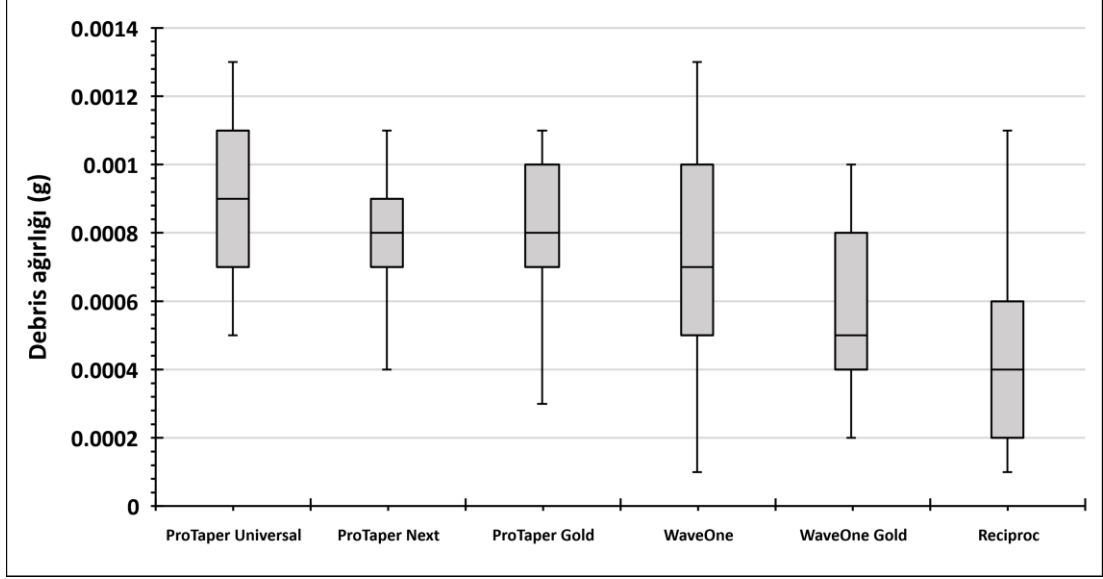
#### 3.1. Taşan Debris Miktarının Değerlendirilmesi

Kullanılan eğe sistemlerinin neden olduğu taşkın debris miktarı farklılığını ortaya koymak için ANOVA testi yapılmış, sonucunda  $p=0,000<0,05$  olduğundan fark bulunmuştur. Buna göre kullanılan bütün sistemlerin debris çıkışına neden olduğu görülmüştür. Yöntemlerin birbirleri arasında kıyaslanması için yapılan Post Hoc testlerinden TUKEY testine göre ise en fazla taşan debris miktarının ProTaper Universal, en az taşan debris miktarının ise Reciproc eğe sistemi ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Diğer sistemlerin birbirleri ile ilişkileri ise şöyledir; ProTaper Universal, ProTaper Next, ProTaper Gold ve WaveOne grupları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. ProTaper Next, ProTaper Gold, WaveOne ve WaveOne Gold eğe sistemleri arasında anlamlı bir fark bulunamazken, WaveOne Gold eğe sistemi ProTaper Universal eğe sisteminden anlamlı olarak daha az debris taşkınlığı ile ilişkilidir. Reciproc grubu ile WaveOne Gold grubu arasında anlamlı bir fark yoktur ancak, Reciproc eğe sistemi diğer tüm gruplara göre anlamlı olarak daha az debris taşkınlığına neden olmuştur (Çizelge 3.1, Şekil 3.1).

Debris (g)	ProTaper Universal	ProTaper Next	ProTaper Gold	WaveOne	WaveOne Gold	Reciproc
Ortalama	0,0009 <sup>c</sup>	0,0008 <sup>bc</sup>	0,0008 <sup>bc</sup>	0,0007 <sup>bc</sup>	0,0006 <sup>ab</sup>	0,0004 <sup>a</sup>
SD	0,00006	0,00005	0,00006	0,00009	0,00007	0,00007
Min	0,0005	0,0004	0,0003	0,0001	0,0002	0,0001
Maks	0,0013	0,0011	0,0011	0,0013	0,0010	0,0011

**F=5,902 P değeri=0,000**

**Çizelge 3.1.** Bütün gruplara göre taşan debris miktarı dağılımının gösterilmesi.



Şekil 3.1. Bütün gruplara göre taşan debris miktarı dağılımının grafiksel gösterimi.

### 3.2. Eğe Sistemlerinin Hareket Özelliklerine Göre Taşan Debris Miktarının Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan eğe sistemleri rotasyonel ve resiprokal hareket özelliklerine göre sınıflandırıldığında taşan debris miktarı açısından aralarında anlamlı derecede fark bulunmaktadır ( $p=0,000<0,05$ ). Görülmüştür ki resiprokal hareket yapan tek eğe sistemleri rotasyonel hareket yapan çoklu eğe sistemlerine kıyasla daha az debris taşkınlığına yol açmaktadır (Çizelge 3.2).

Debris (g)	Rotasyonel Hareket	Resiprokal Hareket
<b>Ortalama</b>	0,00083	0,00059
<b>SD</b>	0,00003	0,00005
<b>Min</b>	0,0003	0,0001
<b>Maks</b>	0,0013	0,0013

**t değeri=4,080 P değeri=0,000**

Çizelge 3.2. Eğe sistemlerinin hareket özelliklerine göre taşan debris miktarı dağılımının gösterilmesi.

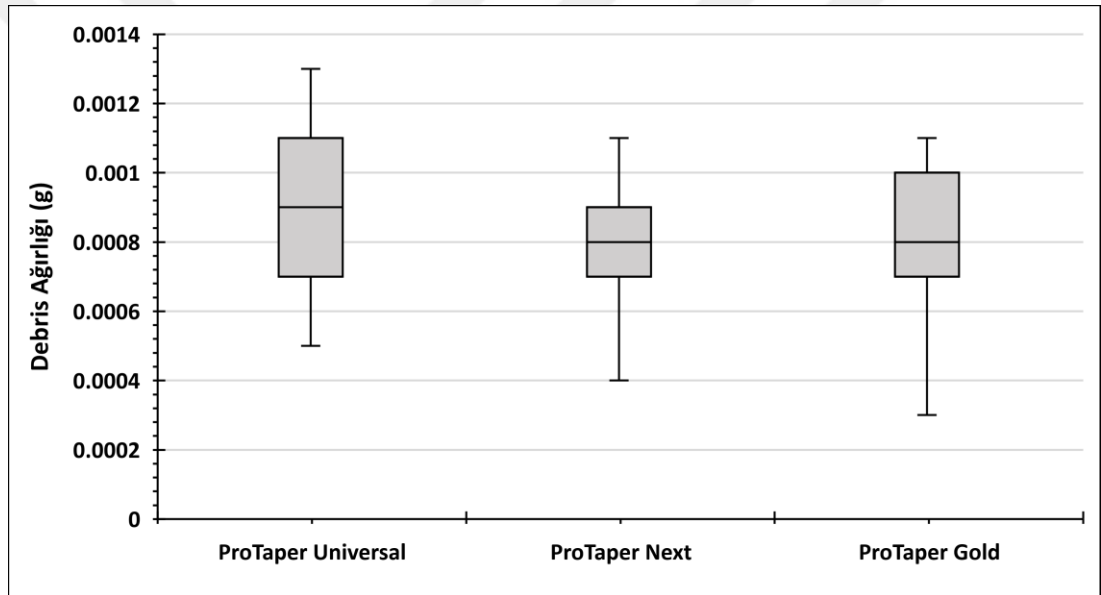
Hareket özelliklerine göre eğe sistemleri kendi içlerinde değerlendirildiğinde rotasyonel hareket yapan ProTaper Universal, ProTaper Next ve ProTaper Gold eğe sistemlerinin aralarında  $p=0,246>0,05$  olduğu için anlamlı bir fark bulunamamıştır (Çizelge 3.3, Şekil 3.2). Resiprokal hareket yapan eğe sistemleri arasında ise  $p=0,022<0,05$  olduğu için fark bulunmuştur. Bu gruptaki eğe sistemlerinden WaveOne ve WaveOne Gold eğe sistemleri arasında anlamlı bir fark bulunamazken, WaveOne

eğe sistemi Reciproc eğe sisteminden anlamlı olarak daha çok debris taşkınılığı ile ilişkili bulunmuştur. WaveOne Gold ile Reciproc arasında anlamlı bir fark yoktur (izelge 3.4, şekil 3.3).

Debris (g)	ProTaper Universal	ProTaper Next	ProTaper Gold
Ortalama	0,0009 <sup>a</sup>	0,0008 <sup>a</sup>	0,0008 <sup>a</sup>
SD	0,00006	0,00005	0,00006
Min	0,0005	0,0004	0,0003
Maks	0,0013	0,0011	0,0011

F değeri=1,450, P değeri=0,246

**Çizelge 3.3.** Rotasyonel hareket yapan eğe sistemlerine göre taşan debris miktarı dağılımının gösterilmesi.

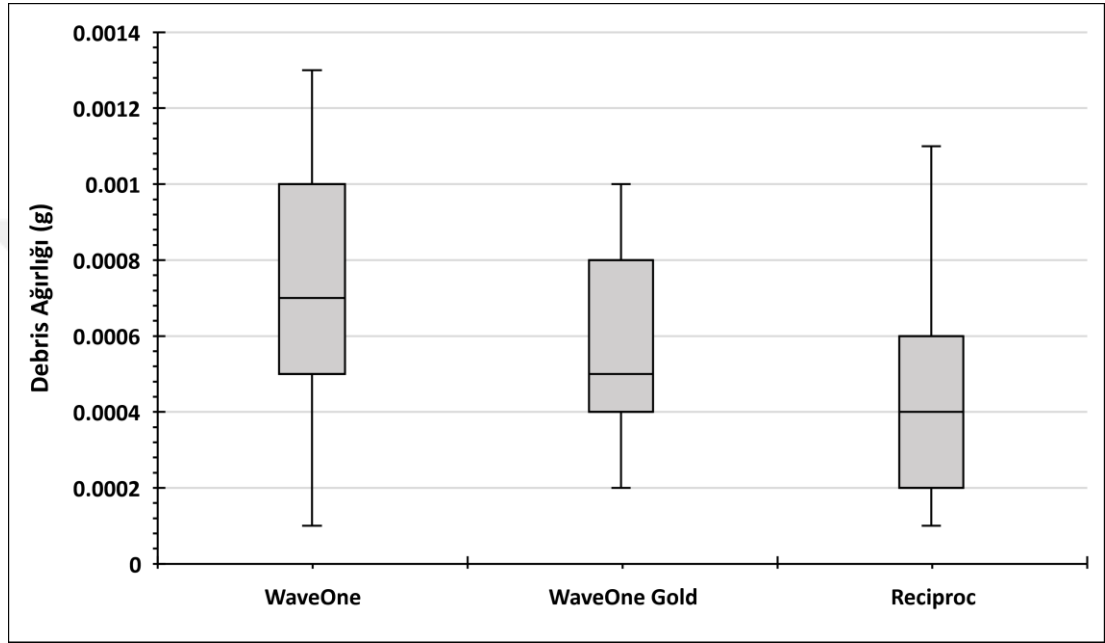


**şekil 3.2.** Rotasyonel hareket yapan eğe sistemlerine göre taşan debris miktarı dağılımının grafiksel gösterimi.

Debris (g)	WaveOne	WaveOne Gold	Reciproc
<b>Ortalama</b>	0,0007 <sup>b</sup>	0,0006 <sup>ab</sup>	0,0004 <sup>a</sup>
<b>SD</b>	0,00009	0,00007	0,00007
<b>Min</b>	0,0001	0,0002	0,0001
<b>Maks</b>	0,0013	0,0010	0,0011

F değeri=4,182 P değeri=0,022

**Çizelge 3.4.** Resiprokal hareket yapan eğe sistemlerine göre taşan debris miktarı dağılımının gösterilmesi.



**Şekil 3.3.** Resiprokal hareket yapan eğe sistemlerine göre taşan debris miktarı dağılımının grafiksel gösterimi.

### 3.2. Çalışma Zamanının Değerlendirilmesi

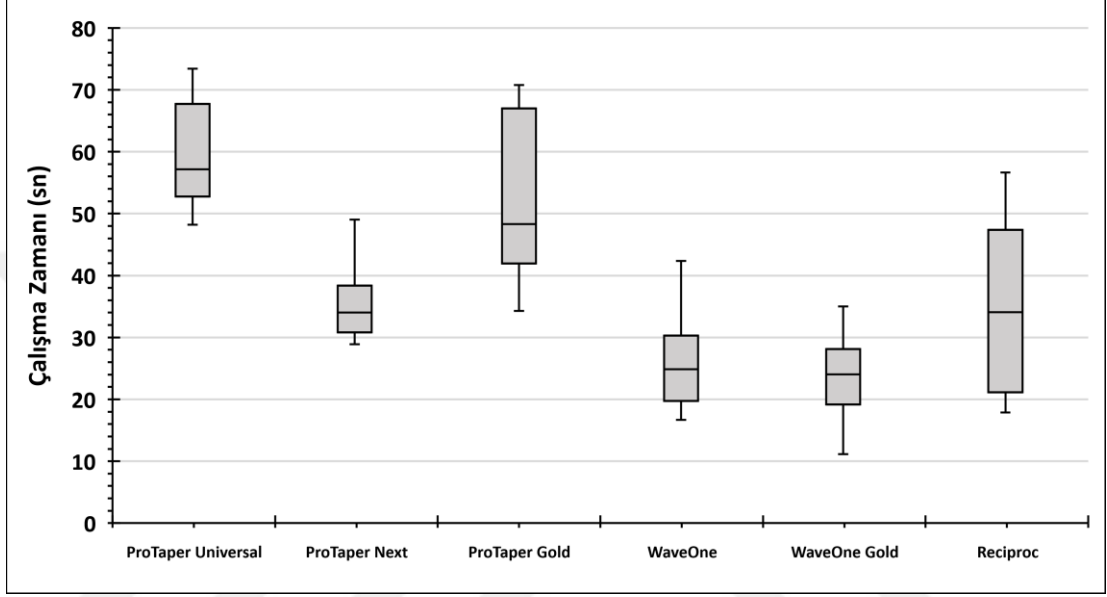
Eğе sistemlerinin zaman açısından farklılığını ortaya koymak için yapılan ANOVA testi sonucunda  $P=0,000 < 0,05$  olduğundan gruplar arasında fark bulunmuştur. Bunun üzerine yapılan Post Hoc testlerinden TUKEY testine göre ise en uzun çalışma zamanına sahip olan eğe sistemi ProTaper Universal bulunurken, en kısa çalışma zamanı sunan eğe sistemi WaveOne Gold olarak bulunmuştur. Diğer eğe sistemlerinin birbirleriyle ilişkileri şu şekildedir:

ProTaper Universal  $\geq$  ProTaper Gold  $>$  ProTaper Next  $\geq$  Reciproc  $>$  WaveOne  $\geq$  WaveOne Gold (Çizelge 3.5, Şekil 3.4).

Zaman (sn)	ProTaper Universal	ProTaper Next	ProTaper Gold	WaveOne	WaveOne Gold	Reciproc
Ortalama	58,842 <sup>c</sup>	36,085 <sup>b</sup>	52,994 <sup>c</sup>	26,353 <sup>a</sup>	22,742 <sup>a</sup>	34,561 <sup>b</sup>
SD	2,170	1,632	3,245	1,953	1,717	3,353
Min	48,20	28,91	34,28	16,68	11,16	17,88
Maks	73,43	49,03	70,78	42,38	35,03	56,66

F=32,135 P değeri=0,000

Çizelge 3.5. Bütün grupların çalışma zamanı açısından değerlendirilmesi.



Şekil 3.4. Bütün grupların çalışma zamanı dağılımının grafiksel gösterimi.

### 3.3. Eğe Sistemlerinin Hareket Özelliklerine Göre Çalışma Zamanlarının Kıyaslanması

Gruplar rotasyonel ve resiprokal hareket özelliklerine göre iki ana başlıkta değerlendirildiğinde resiprokal hareket yapan grubun rotasyonel hareket yapan gruptan anlamlı derecede daha hızlı olduğu görülmüştür ( $p=0,005<0,05$ ) (Çizelge 3.6).

Zaman (sn)	Rotasyonel Hareket	Resiprokal Hareket
Ortalama	49,3068	27,8853
SD	2,00389	1,57037
Min	28,91	11,16
Maks	73,43	56,66

t değeri=8,414 P değeri=0,000

Çizelge 3.6. Eğe sistemlerinin hareket özelliklerine çalışma zamanı açısından değerlendirilmesi.

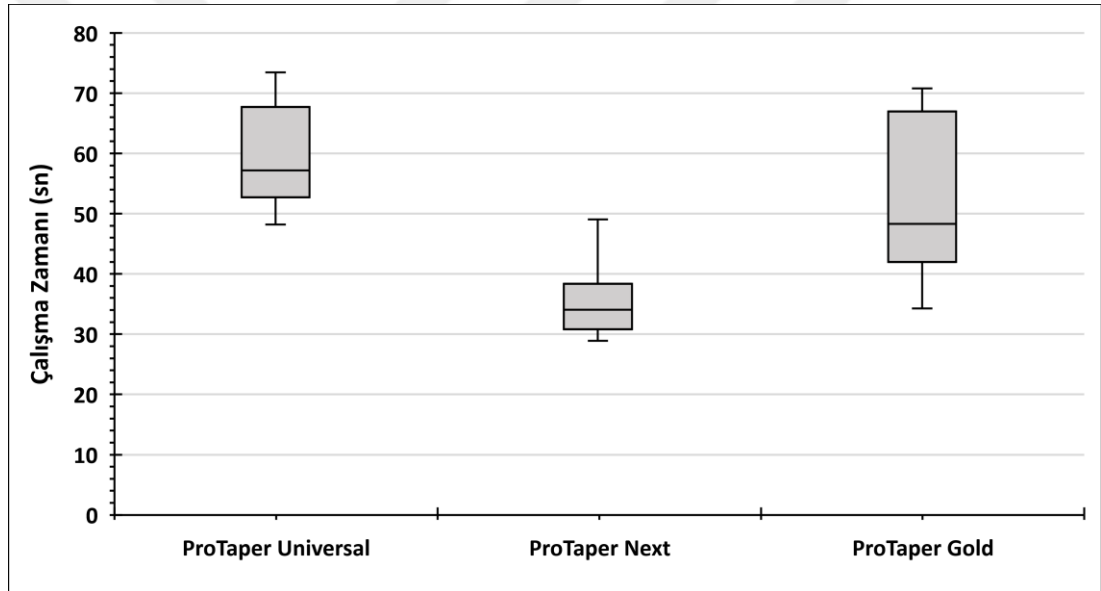
Hareket özelliklerine göre gruplar kendi içlerinde değerlendirildiğinde rotasyonel hareket yapan eğe sistemleri arasında anlamlı fark bulunmuştur

( $p=0,000<0,05$ ). Buna göre ProTaper Universal ve ProTaper Gold eğe sistemi arasında çalışma zamanı açısından anlamlı bir fark bulunmazken, ProTaper Next eğe sisteminin bu iki sistemden anlamlı olarak daha kısa çalışma zamanı sunduğu görülmüştür (Çizelge 3.7, Şekil 3.5).

Zaman (sn)	ProTaper Universal	ProTaper Next	ProTaper Gold
Ortalama	58,842 <sup>b</sup>	36,085 <sup>a</sup>	52,994 <sup>b</sup>
SD	2,170	1,632	3,245
Min	48,20	28,91	34,28
Maks	73,43	49,03	70,78

F=23,397 P değeri=0,000

**Çizelge 3.7.** Rotasyonel hareket yapan eğe sistemlerinin çalışma zamanı açısından değerlendirilmesi.



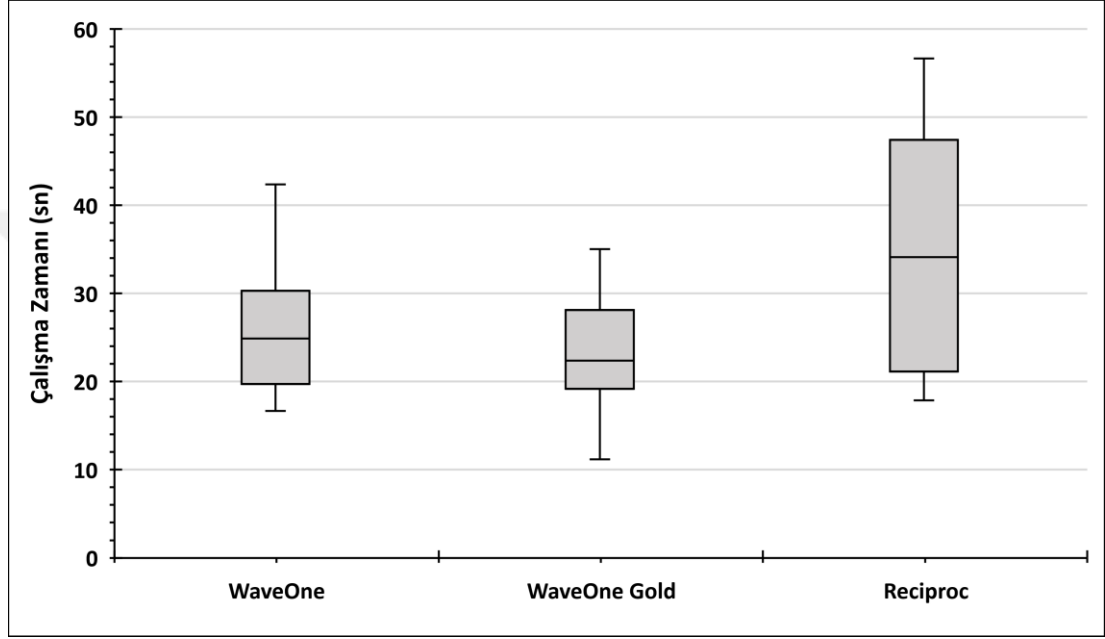
**Şekil 3.5.** Rotasyonel hareket yapan eğe sistemlerinin çalışma zamanı dağılımının grafiksel gösterimi.

Resiprokal hareket yapan eğe sistemleri arasında  $p=0,005<0,05$  olduğu için anlamlı fark bulunmuştur. WaveOne ve WaveOne Gold eğe sistemi arasında anlamlı bir fark yokken, Reciproc eğe sisteminin bu iki sistemden daha uzun çalışma zamanı sunduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.8, Şekil 3.6).

Zaman (sn)	WaveOne	WaveOne Gold	Reciproc
<b>Ortalama</b>	26,353 <sup>a</sup>	22,742 <sup>a</sup>	34,561 <sup>b</sup>
<b>SD</b>	1,953	1,717	3,353
<b>Min</b>	16,68	11,16	17,88
<b>Maks</b>	42,38	35,03	56,66

**F=6,109 P değeri=0,005**

**Çizelge 3.8.** Resiprokal hareket yapan eğe sistemlerinin çalışma zamanı açısından değerlendirilmesi.



**Şekil 3.6.** Resiprokal hareket yapan eğe sistemlerinin çalışma zamanı dağılımının grafiksel gösterimi.

Sonuç olarak debris ve zaman bakımından en iyi performansı WaveOne Gold eğe sistemi sunmaktadır. Hem debris taşkınlığı miktarının fazlalığı açısından hem de çalışma zamanı verimliliği açısından gruplar arası en olumsuz sonucu ProTaper Universal vermektedir.

#### 4. TARTIŞMA

Kök kanal şekillendirilmesi esnasında eğeler ve yıkama solüsyonlarının birlikte kullanılması endodontik tedavinin başarısı açısından çok önemlidir. Bununla birlikte kemo-mekanik temizlik esnasında apikal açıklıktan periradiküler dokulara dentin talaşı, pulpa parçacıkları, nekrotik artıklar, yıkama solüsyonları, mikroorganizmalar ve bunların ürünlerinin çıkışı engellenememektedir. Bunun sonucunda inflamasyon tetiklenmekte ve işlem sonrası flare up gibi istenmeyen sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Seltzer ve Naidorf 2004)

Bakteri miktarı ve virulansı, flare up oluşumunda doğrudan etkili olsa da kontamine olmamış dentin talaşı ve pulpa artıkları da periapikal bölgede inflamasyona neden olabilmektedirler. Seltzer ve ark (1968) yaptığı çalışmada kontamine olmayan dentin artıklarının periapikal bölgeye itilmesinin periodontal ligamentte gerilim oluşturduğu gösterilmiştir. Bakteri virülansına müdahale edilemese de apikal bölgeye çıkan debris miktarı doğru çalışma boyu, şekillendirme yöntemleri ve eğe sistemleri kullanarak azaltılabilir (Siqueira ve Rôças 2004). Çalışmamızda çeşitli eğe sistemlerinin apikalden debris taşıma miktarlarını kıyaslayarak flare up oluşumuna neden olan bu olumsuz durumun oluşumunu en aza indirgenmesi amaçlanmıştır.

Apikal taşkınlık çalışmaları doğal anatomik ortamın imkân vermemesi sebebiyle laboratuvar koşullarında in vitro olarak yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda sıklıkla çekilmiş insan dişleri kullanılmış, oluşturulan ortamlarda yapılan deneylerde apikalden taşan solüsyon, debris, mikroorganizma miktarı vb. gibi etkenler araştırılmıştır. Her ne kadar klinik ortamlarda gerekli koşullar sağlanmaya çalışılsa da ağız içinde doğal bariyer görevi gören periodontal ligament ve kemik gibi yapıların bulunmaması bu tür çalışmaların olumsuz yanlarıdır. Bazı araştırmacılar bu yapıları taklit etmek amacıyla çiçek köpüğü ve % 1,5 agar jel kullanmışlardır, böylece kök kanallarından itilerek apikalden taşmaya çalışan materyallere karşı bir direnç oluşturmak hedeflenmiştir (Altundasar ve ark 2011, Lu ve ark 2013). Sonuç olarak çiçek köpüğünün taşan debris emmesi nedeniyle sonuçları etkileyebileceği bildirilmiştir. Agar jel ise doğal anatomik koşullarla birebir olmasa da bir bariyer sağlamış, ancak uygulanmasının zor olması tercih edilmemesine neden olmuştur. Yöntemlerin yeterince yerleşmemiş olması ve güvenilirliğinin şüpheli olması nedeniyle bizim çalışmamızda olduğu gibi birçok çalışmada da periapikal bölgeyi



taklit eden herhangi bir yöntem kullanılmamıştır (Ozsu ve ark 2014, Koçak ve ark 2016, Zan ve ark 2017).

In vitro çalışma koşullarının doğal ortamı tam olarak taklit edememesinin bir sebebi de dişin pulpal durumunu tam olarak yansıtamamasıdır. Hastalar üzerinde vital ve nekrotik pulpalı dişler kullanılarak yapılan bir çalışmada, yıkama solüsyonunun kanal içindeki dağılımına pulpa durumunun etkisi incelenmiştir. Buna göre solüsyonun nekrotik pulpalı dişlerde vital pulpalı dişlere kıyasla şekillendirilen alana daha hızlı dağıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca nekrotik pulpalı ve lezyonlu dişlerde solüsyonun şekillendirilmeyen alanlara dahi kolaylıkla dağıldığı görülmüştür (Salzgeber ve Brilliant 1977). Böylece dişin pulpa durumunun da apikalden debris taşkınlığını etkileyebileceği görülmektedir. Çalışmamızda daha önceden vital ya da devital olduğu bilinmeden son 6 ay içerisinde periodontal ya da ortodontik nedenlerle çekilmiş dişler kullanılmıştır. Bu süreç içerisinde dişlerin vitalitelerini korumaları zaten mümkün değildir, ancak ağız içinden çekilir çekilmez pulpa bütünlüğünü kaybetmeden kullanılan dişlerle de böyle bir çalışma yapılabilir.

Çekilmiş dişler üzerinde çalışmanın bir diğer olumsuz yanının da dişlerdeki mikrosertlik farkı olduğu bildirilmiştir. Yumuşak bir dentin dokusuna sahip dişte, sert dentin dokusuna sahip olana kıyasla daha kolay dentin kaldırılacağı bunun da apikal taşkınlığa daha kolay neden olacağı savunulmuştur (Tanalp ve ark 2006).

İnsan dişlerini standardize etmenin zorluğu ve homojenize olmaması nedeniyle bazı araştırmacılar apikal taşkınlık çalışmalarında rezin modeller kullanmışlardır (Ruiz-Hubard ve ark 1987, Lee ve ark 1991, Kum ve ark 2000). Böylece istenilen şekil, büyüklük ve eğimde kanal modelleri elde edilerek bu faktörlerin apikal debris taşkınlığını etkilemesinin önüne geçileceği düşünülmüştür. Ancak Kum ve ark (2000) çalışmalarında rotary alet sistemlerinin kullanımının rezin modelleri yumuşatabileceğinden ve bu durumun deney sisteminin güvenilirliğini olumsuz etkilediğinden bahsetmişlerdir. Ayrıca bu modeller insan dişlerinin biyolojik ve anatomik özelliklerine sahip olmadıkları gibi, klinik ortamdaki olguları yansıtmaktan da uzaktırlar. Bütün bu nedenlerden dolayı bu çalışmada çekilmiş insan dişi kullanılmasının daha uygun olduğu düşünülmüştür. Dişler seçilirken olabildiğince benzer boy ve ebatta olmalarına gayret edilmiştir. Alınan radyografilerle kanalların tek

ve düz olmalarına, herhangi bir kalsifikasyon, rezorpsiyon anatomik varyasyon bulunmamasına dikkat edilmiştir.

Debris taşkınlığının incelendiği çalışmalarda çoğunlukla, 5-10 veya daha altında değişen derecelerde kanal eğimine sahip tek köklü dişler kullanılmaktadır. Ancak klinik ortamda daha fazla eğriliğe sahip dişler de karşımıza çıkmaktadır. Leonardi ve ark (2007) 15-30 derece eğriliklere sahip kökler üzerinde el ve mekanik şekillendirme ile çalışarak apikal debris farkını incelemişlerdir. Sonuç olarak debris çıkışı açısından yöntem ve eğim farklılıklarının etkisi arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Çalışmamızdaki farklı eğe sistemlerinin debris taşkınlığına etkisini bulmak amaçlandığı için kanal eğimleri olabildiğince düz olan mandibular küçük azı dişleri kullanılmıştır. Böylelikle eğimden kaynaklı olası farklılıklar ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Dişlerin kök ucunun gelişmemesi veya uzun süreli periapikal lezyon nedeniyle kök ucunda oluşan rezorpsiyonlar klinik uygulamalarda apikal daralımı yetersiz kılabilir. Ayrıca, apikal daralma, iyatrojenik nedenlerle de bozulabilir. Bu durum da apikalden debris taşma riskini artırabilir. Tinaz ve ark (2005), apikal çapın artmasının apikal taşkınlık eğilimini artırdığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte bazı araştırmacılar da apikal çap ile apikalden taşan debris miktarı arasında bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir (McKendry 1990, Al-Omari ve Dummer 1995, Boutsoukis ve ark 2014). Bu nedenle çalışma yapılırken apikal gelişimini tamamlamış, kök ucunda rezorpsiyon, çatlak veya kırık bulunmayan dişler seçilmiş, dişlerin apikal çap genişliklerinin birbirine yakın olması amacıyla 15 numaralı K tipi el eğesinin apikal forameni 1 mm'den fazla geçmeyecek şekilde olanları çalışmaya dahil edilmiştir. Böylece apikal anatominin farklılığından kaynaklanabilecek olası etkenler elemine edilmeye çalışılmıştır.

Kök kanallarının şekillendirilmesine başlamadan önce çalışma boyunun doğru hesaplanması tedavinin başarısını doğrudan etkilemektedir. Çalışma boyunun kısa olması yetersiz kanal dezenfeksiyonuna, uzun olması da taşkın şekillendirmeye ve dolayısıyla periapikal dokulara yıkama solüsyonları ve debris taşmasına neden olarak istenmeyen sonuçlar doğurabilir (Siqueira 2005). Yapılan çalışmalarda apikal foramenin 1 mm kısa olacak şekilde yapılan şekillendirmenin, apikal foramenin taşkın hatta apikal foramenle aynı hizada yapılan şekillendirme işlemlerine kıyasla

daha az debris taşkınlığına yol açtığı bildirilmiştir (Martin ve Cunningham 1982, Myers ve Montgomery 1991, Beeson ve ark 1998). Bu nedenle çalışmada kullanılan dişlerin çalışma boyları apikal foramenden 1 mm kısa olacak şekilde tespit edilmiştir. Ayrıca kavite preparasyonu yapıldıktan sonra tüberkül tepeleri aşındırılarak birbirlerine yakın kanal boyları elde edilmiştir. Böylece dişler hem kanal uzunlukları açısından olabildiğince standardize edilmiş hem de referans noktasının güvenilirliği sağlanmıştır (Fairbourn ve ark 1987, Myers ve Montgomery 1991, Beeson ve ark 1998).

Yapılan bu çalışmada apikalden taşan debris biriktirmek için kullanılan düzenek, bu tür çalışmalarda en sık kullanılan ve pratikliği kabul gören Myers ve Montgomery (Myers ve Montgomery 1991) tarafından geliştirilen yöntem örnek alınarak hazırlanmıştır. Bu düzende dişin apikal kısmı debrisin biriktiği tüp içerisinde kalacak şekilde yerleştirilir. Sonrasında bu tüp başka bir cam şişe içerisine oturtulur ve iç-dış basıncın dengelenmesi amacıyla enjektör ucu kapağa saplanır. Bu tür çalışmalarda debrisin biriktirildiği kaplar farklılık gösterebilmektedir. Çoğunlukla cam şişe (Myers ve Montgomery 1991, De-Deus ve ark 2015) veya Eppendorf tüpler (Ferraz ve ark 2001, Huang ve ark 2007, Koçak ve ark 2013) tercih edilirken bazı araştırmacılar alüminyum kronlardan yararlanmışlardır (Fairbourn ve ark 1987). Bu çalışmada, debris ağırlığını ölçmede kullanılan hassas terazinin tartma kapasitesini engellememesi için cam şişelere nazaran daha hafif olan Eppendorf tüpler tercih edilmiştir. Ayrıca çalışma esnasında önerildiği gibi deney düzeneği rubber dam ile örtülerek operatörün üzerinde çalıştığı dişleri görmesi engellenmiştir (Fairbourn ve ark 1987, Ferraz ve ark 2001). Böylece hem klinik koşullara benzer şekilde bir çalışma ortamı sağlanmıştır hem de kullanılan alete bağlı gelişebilecek önyargı engellenmiştir.

Bu yöntemi kullanarak yapılan birçok çalışmada farklı şekillendirme teknikleri, eğe sistemleri, irrigasyon sistemleri, retreatment sistemleri ile apikalden taşan debris, yıkama solüsyonları ya da her iki unsur birden değerlendirilmiştir. Xavier ve ark (2015) yaptıkları çalışmada iki farklı eğe ve irrigasyon sistemi kullanarak apikal debris taşkınlık miktarını incelemişlerdir. Karatas ve ark (2015) farklı irrigasyon yöntemlerinin apikalden debris taşkınlık miktarını araştırmışlardır. Arslan ve ark (2016) resiprokal hareket yapan bir eğe sistemi ile üç farklı hareket uygulayarak bu hareketlerin apikal debris taşkınlığına etkisini değerlendirmişlerdir. Ferraz ve ark

(2001) iki farklı el ile şekillendirme yöntemi ve üç farklı dönme hareketi yapan eğe sistemi kullanarak apikalden debris ve yıkama solüsyonu taşkınlığı miktarını araştırmışlardır. Bazı araştırmacılar da retreatment sırasında apikalden debris taşkınlığını incelemişlerdir (Huang ve ark 2007, Topçuoğlu ve ark 2014, Dincer ve ark 2015). Yapılan bazı çalışmalarda resiprokal hareket yapan tek eğe sistemleri ve dönme hareketi yapan çoklu eğe sistemleri kullanılarak apikalden debris taşkınlığı araştırılmıştır (Surakanti ve ark 2014, Üstün ve ark 2015). Bazı çalışmalarda ise bizim çalışmamızda olduğu gibi resiprokal hareket ve dönme hareketi yapan çeşitli eğe sistemlerinin apikalden debris taşkınlığı miktarının yanı sıra çalışma zamanları da incelenmiştir (Bürklein ve Schäfer 2012, Bürklein ve ark 2014).

İrrigasyon yapılırken kullanılan enjektör iğnesinin apikale ne mesafede konumlandığı irrigasyonun etkinliği ve basıncı açısından çok önemlidir (Ram 1977, Hsieh ve ark 2007). İrrigasyonun etkisinin iğnenin ucundan yaklaşık 1 mm mesafe ile sınırlı olduğu bildirilmiştir (Chow 1983, Sedgley ve ark 2005). Kök kanal tedavisi esnasında uygulanan solüsyonunun mümkün olduğunca apikale yakın uygulanmasının irrigasyon etkinliği açısından önemli olduğu, ancak bu durumda apikalden taşan debris ve sıvı miktarında artma riski olduğu belirtilmiştir (Abou-Rass ve Piccinino 1982). İğne ucu koronale yakın yerleştirildiğinde ise apikal taşkınlığın minimale indiği, ancak irrigasyonun apikale nüfus etmediği ve etkinliğinin engellendiği bildirilmiştir (Brown ve ark 1995). Ayrıca bazı yazarlar 23 G iğne ucuna sahip olanlara kıyasla 30 G iğne ucu olan enjektörlerle daha iyi sonuçlar elde edildiğini vurgulamışlardır (Abou-Rass ve Piccinino 1982, Druttman ve Stock 1989). Hızlı uygulanan yıkama solüsyonunun daha iyi debris kaldırılmasında bir etkisi olmadığı gibi apikal foramenden dışarı taşmalara neden olacağı da bildirilmiştir (VandeVisse ve Brilliant 1975). Yapılan çalışmalarda irrigasyon için 27 veya 30 G iğne ucuna sahip dental enjektör kullanılmıştır (Altundasar ve ark 2011, Koçak ve ark 2016). Bu da irrigasyonun etkinliği için sırasıyla 0.30 veya 0.40 mm apikal şekillendirme gerektirmektedir (Ruddle 2002). Çalışmamızda 27 G iğne ucu duvarlar arasına sıkışmayacak şekilde yerleştirilmiş ve en fazla apikalden 1mm geride kalacak şekilde ileri geri hareketlerle yavaş bir şekilde yıkama solüsyonu uygulanmıştır.

İrrigasyon için kullanılan iğnenin özelliği de taşkınlık üzerine etki eden bir faktör olarak gösterilmiştir. Yandan delikli (side-vented) irrigasyon iğnesinin

geleneksel dental iğneye kıyasla daha az apikal debris ve sıvı taşkınlığına yol açtığı bildirilmiştir (Altundasar ve ark 2011). Silva ve ark (2016) yaptıkları çalışmada üç farklı irrigasyon iğnesi kullanarak apikal debris taşkınlığını kıyaslamışlardır. Buna göre en çok debris çıkışı sondan açılan geleneksel dental enjektörlerle, ikinci olarak yandan delikli enjektörlerle en az debris çıkışı ise çift yandan delikli (double side-vented) enjektörle ilişkili bulunmuştur. Diğer taraftan yandan delikli iğnelerin kullanımı sonuçları etkileyebileceği için çalışmamızda geleneksel, ucu açık enjektörler kullanılarak yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Yapılan bazı apikal taşkınlık çalışmalarında yıkama solüsyonu olarak klinik kullanımı en yaygın olan NaOCl kullanılmıştır (Lambrianidis ve ark 2001, Madhusudhana ve ark 2010, Altundasar ve ark 2011, Uzunoglu ve Görduysus 2013). Bazı araştırmacılar ise debris biriken kapta NaOCl kristalleri oluşturması nedeniyle NaOCl'in debris ağırlığını etkileyebileceğini öne sürerek distile su kullanımını tercih etmişlerdir (Hinrichs ve ark 1998, Leonardi ve ark 2007, De-Deus ve ark 2010, Silva ve ark 2016). Bu çalışmada da oluşabilecek NaOCl kristalleri ve NaOCl'in organik dokuları çözme özelliği nedeniyle apikalden çıkan debris miktarını etkileyebileceği düşünülerek yıkama solüsyonu olarak distile su kullanılmıştır. Ayrıca kullanılan yıkama solüsyon miktarı da çalışmadan çalışmaya farklılık göstermektedir. Bazı araştırmacılar her diş için toplamda sabit miktarda solüsyon kullanırken (Lambrianidis ve ark 2001, Leonardi ve ark 2007), bazı araştırmacılar toplam miktarı sabitleme ihtiyacı duymadan her alet değişiminde belli bir miktar solüsyon kullanmışlardır (Myers ve Montgomery 1991, Bürklein ve Schäfer 2012). Çalışmamızda kullanılan yıkama solüsyonu miktarının da apikal debris taşkınlık miktarını etkileyebileceğini düşündüğümüz için toplamda 10 ml distile su kullanılmıştır. Ayrıca tüm şekillendirme işlemleri bittikten sonra önceki çalışmalarda önerildiği gibi kök ucundaki yapışan debrisleri tüpe düşürmek için kökün apikal yüzeyi yıkanmıştır (Fairbourn ve ark 1987, Kustarci ve ark 2008, Bürklein ve Schäfer 2012).

Şekillendirme işlemi sonrasında debrisin toplandığı kaplarda yıkama solüsyonu da birikmektedir. Debris miktarının ölçülebilmesi için öncelikle bu artık solüsyonların ortamdaki tamamen uzaklaştırılması gerekir. Bu tür çalışmalarda araştırmacılar pek çok farklı yöntem kullanmışlardır. Tanalp ve ark (2006) ortamdaki ısı ve havadaki nemin debris ağırlığını etkileyebileceğini düşünerek liyofilizasyon

yöntemini kullanmışlardır. Ruiz-Hubard ve ark (1987) küçük delikli plastik filtreler kullanmışlar ve bunları 4 dakika süre ile 110 °C'lik fırında bekleterek debrisin nemden arındırılmasını sağlamışlardır. Fairbourn ve ark (1987) örnekleri 1 saat süre ile 90 °C'de inkübatörde kurutmuş, sonrasında 30 dakika süre ile oda sıcaklığında içerisinde kalsiyum sülfat bulunan kurutma cihazında bekletmişlerdir. Böylece debris ağırlığının ortamın neminden etkilenmemesi hedeflenmiştir. Myers ve Montgomery (1991) debrislili kapları içinde kalsiyum klorür bulunan desikatör içerisinde 85 °F (29,4 °C) bekletmişlerdir. De-Deus ve ark (2010) 5 saat süre ile 140 °C kuru hava sterilizatörü kullanarak debrisi neminden uzaklaştırma yoluna gitmişlerdir. Bazı araştırmacılar inkübatörde 68-70 °C derecede 5-7 gün arasında sürelerde bekletmişlerdir (Ferraz ve ark 2001, Ghivari ve ark 2011, Bürklein ve Schäfer 2012, Koçak ve ark 2013). Bazı araştırmacılar ise inkübatörde 37 °C de 10-15 gün arasında bekleterek nemin debristen uzaklaşmasını sağlamışlardır (Ozsu ve ark 2014, Xavier ve ark 2015, Arslan ve ark 2016). Bu çalışmada örnekler ağızları açık olarak inkübatör içerisinde 37 °C'de 14 gün bekletilmiştir. Böylece hem vücut ısısına yakın bir sıcaklıkta saklanarak debris artıklarının yüksek sıcaklıktan etkilenmesinin önüne geçilmiş hem de Eppendorf tüplerinin olası bir deformasyona maruz kalması engellenmiştir.

Çalışmalarda kullanılan eğe sistemlerinin seçimi araştırmacılarının tercihlerine göre farklılık göstermektedir. Apikal debris taşkınlığı deneylerinde el aletleri, ultrasonik aletler, rotasyonel hareket yapan eğe sistemleri, resiprokal hareket yapan eğe sistemleri, Self Adjusting File (SAF) ve daha birçok sisteme ait farklı aletler kullanılmıştır (Martin ve Cunningham 1982, Beeson ve ark 1998, Bürklein ve Schäfer 2012, Koçak ve ark 2013, Kirchhoff ve ark 2015). Bizim çalışmamızda kullandığımız sistemler de rotasyonel ve resiprokal hareket yapan eğe sistemleri olmak üzere iki ana başlıkta toplanabilir. ProTaper Universal eğe sistemleri, geleneksel Ni-Ti alaşımdan üretilmektedir. ProTaper Next daha esnek olan M-Wire alaşımdan üretilen, tasarım olarak ProTaper Universal'den daha az agresif özelliklere sahip daha az eğe sayısı sunan bir sistemdir. ProTaper Gold ise ProTaper Universal ile aynı tasarımsal özelliklere sahip fakat son dönemde ortaya çıkan ve çok daha fazla esneklik ile kırılma dayanımı sunduğu iddia edilen Gold teknolojisi ile üretilmiştir. Bu üç eğe de rotasyonel hareket ile çalışmaktadır.

WaveOne, WaveOne Gold ve Reciproc eğe sistemlerinin üçü de farklı tasarımsal özelliklere sahip resiprokal hareket yapan sistemlerdir. WaveOne ve Reciproc eğe sistemi M-Wire, WaveOne Gold ise Gold teknolojisi kullanılarak üretilmektedir.

Çalışmamızda mandibular premolarların apikal genişlikleri ve anatomik özellikleri dikkate alınarak apikal çapları 0.040 mm olacak şekilde genişletilmesine karar verilmiştir (Alaçam ve ark 2012). Bu nedenle kullanılan eğelerin apikal çapları ProTaper Universal; 40.06, ProTaper Next; 40.06, ProTaper Gold; 40.06, WaveOne; 40.08 ve Reciproc; 40.06 olacak şekilde seçilmiştir. Ancak WaveOne Gold'un üretiminde farklı olarak 35.06 ve 45.05 apikal genişlikte eğeleri bulunduğu için 45.05 kullanılmıştır. Böylece olabilecek en benzer apikal çaplar kullanılmaya çalışılmıştır.

Yapılan birçok apikal taşkınlık deneyinde birbirinden farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum seçilen metoda, çalışma yapılan dişin özelliklerine, seçilen eğe sisteminin kinematik farklılığına, kesitsel ve metalürjik özelliklerine ve eğe sayısına bağlı değişebilmektedir (De-Deus ve ark 2015, Silva ve ark 2016).

Martin ve Cunningham (1982) yaptıkları çalışmada çekilmiş insan dişlerini el aletleri ve ultrasonik sistemler ile itme-çekme hareketi kullanarak şekillendirmişlerdir. Sonucunda her iki aletin de farklı çalışma boylarında bile debris taşkınlığına yol açtığı ancak ultrasoniklerin daha az miktarda taşkınlığına neden olduğu tespit edilmiştir. Fairbourn ve ark (1987) ise farklı kanal eğimlerine sahip alt premolar dişler kullanılarak 4 farklı (geleneksel kanal eğeleme, servikal flaring, ultrasonik ve sonik teknikleri) şekillendirme tekniğini karşılaştırmışlardır. Buna göre en az apikal debris taşkınlığı sonik teknikte, en fazla taşkınlık miktarı geleneksel yöntemde gözlenmiştir.

El aletleri ile motorla çalışan eğe sistemlerinin apikal debris taşkınlığı açısından karşılaştırıldığı çalışmalarda motorla çalışan rotasyonel hareket yapan eğe sistemlerinin daha az debris taşkınlığıyla ilişkili olduğu görülmüştür (Beeson ve ark 1998, Reddy ve Hicks 1998, Ferraz ve ark 2001, Sowmya ve ark 2014, Soi ve ark 2015). Diğer yandan el aletleriyle kullanılan şekillendirme tekniğine bağlı olarak da apikal debris taşkınlığı miktarının değiştiği görülmektedir. Yapılan çalışmalarda crown-down tekniğinin step-back tekniğine göre daha az miktarda apikal debris

çıkışına neden olduğu belirtilmiştir (Fairbourn ve ark 1987, Ruiz-Hubard ve ark 1987, Swindle ve ark 1991, Al-Omari ve Dummer 1995).

Motorla çalışan rotasyonel hareket yapan eğe sistemlerinin endodontik kullanımını yaygınlaştıkça apikal taşkınlık çalışmaları bu aletler üzerine odaklanmıştır. Tasarımları ve kullanımları bakımından aralarında değişiklik olduğundan, apikal olarak taşan debris miktarında da farklılık olabileceği belirtilmiştir (Tanalp ve ark 2006). Bizim de çalışmamızda kullandığımız ProTaper Universal'in tasarımsal özellikleri ve kullanım yaygınlığı bu sistemle ilgili birçok çalışmaya konu olmasına sebep olmuştur.

Tanalp ve ark (2006) 60 adet mandibular santral kesici diş kullanarak yaptıkları çalışmalarında ProTaper Universal, Profile ve Hero Shaper eğe sistemlerini kullanarak apikal debris taşkınlığını incelemişlerdir. ProTaper Universal ve Hero Shaper arasında anlamlı bir fark bulunmaz iken ProTaper Universal, Profile'a göre anlamlı olarak daha çok debris taşkınlığına neden olmuştur. Araştırmacılar ProTaper Universal ve Hero Shaper'in eğe sayısının daha az olmasının zaman tasarrufu açısından olumlu olduğunu ancak Profile'ın bu iki sisteme göre daha az debris taşkınlığıyla ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle, kısa sürede büyük miktarda dentin kaldıran, daha az sayıda alete sahip, daha hızlı bir sistemin apikal taşkınlık miktarını arttırma riski oluşturabileceğini öne sürmüşlerdir.

Kustarci ve ark (2008) yaptıkları çalışmada tek kanallı 45 adet mandibular premolar diş üzerinde K3, ProTaper Universal ve manuel step-back teknik kullanarak apikal debris taşkınlığını incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda K-tipi el eğesi ile yapılan step-back tekniği, crown-down yöntemi ile şekillendirme yapan motorlu rotary sistemlere göre daha fazla debris taşkınlığına yol açmıştır. ProTaper Universal eğe sistemi ise K3 eğe sisteminden anlamlı olarak daha çok debris taşkınlığına sebep olmuştur. Bu durum ProTaper Universal eğesinin büyük taper açısına sahip olması nedeniyle daha agresif bir kesim gerçekleştirmesine bağlanmıştır. Tasdemir ve ark (2010) ise çalışmalarında ProTaper Universal, MTwo ve BioRace eğe sistemlerini kullanmışlardır. Çalışmalarının sonucunda bütün gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur. En çok apikal debris miktarına ProTaper Universal'in, en az miktara ise BioRace eğe sisteminin neden olduğunu gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın ilginç yönü MTwo eğe sisteminin apikale direk giriş sağlayan bir sistem olmasına, ProTaper



Universal'in ise crown down ile şekillendirme yapmasına rağmen böyle bir sonuç çıkmasıdır. Bunun nedeni olarak da MTwo eğesinin italik S şeklinde enine kesitli, iki yüzeyi keskin bıçaklara sahip dizaynı ve ProTaper Universal'in agresif koronal şekillendirmesi düşünülebilir.

Koçak ve ark (2015) çalışmalarında ProTaper Universal ve ProTaper Next incelenmiş, ProTaper Universal'in anlamlı derecede daha çok apikal debris taşkınlığı ile ilişkili olduğu bulunmuştur. ProTaper Universal geleneksel Ni-Ti alaşımdan üretilirken, ProTaper Next daha esnek ve döngüsel yorgunluğa daha dayanıklı olan M-Wire alaşımdan üretilmiştir. Ayrıca her iki enstrümanın son kullanılan eğelerinin apikal çapları aynıdır, ancak ProTaper Universal ile ProTaper Next arasındaki tasarımsal farklılıklar ve ProTaper Next'in kanal içindeyken dentin duvarıyla daha az temas etmesi bu sonucu ortaya çıkarmış olabilir (Schäfer ve Vlassis 2004, Elnaghy 2014, Koçak ve ark 2015).

Capar ve ark (2014) ProTaper Universal, ProTaper Next, Hyflex ve Twisted File Adaptive eğe sistemlerini kullanarak bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarının sonunda ProTaper Universal ve Hyflex arasında anlamlı bir fark görülmezken, ProTaper Next ve Twisted File Adaptive arasında anlamlı bir fark yoktur. Ancak ProTaper Next ve Twisted File Adaptive eğe sistemlerinin daha az debris taşkınlığı ile ilişkili olduğu görülmüştür. Araştırmacılar bu sonuçları kullanılan aletlerin birbirlerinden farklı tasarım, materyal ve hareket özelliklerine bağlamışlardır.

Protaper Universal üçgensel enine kesit, keskin olmayan uç yapısı ve çoklu taper açısına sahiptir. Bu tasarımsal özelliği daha fazla dentin kaldırmasına neden olmaktadır (Koçak ve ark 2015). Ayrıca diğer sistemlere kıyasla daha az esneklik özelliklerine sahip ve kırılma direnci daha düşük olan geleneksel Ni-Ti alaşımından üretilmiştir (West 2015). Çalışmamızda elde ettiğimiz verilere göre, rotasyonel hareket yapan eğe sistemleri arasında anlamlı bir fark bulunamamakla birlikte ProTaper Universal'in en çok debris taşkınlığına yol açan sistem olması bu sebeplerle olabilir. Bu açıdan değerlendirildiğinde çalışmamızın sonucu yukarıdaki çalışmalarla uyumludur.

Resiprokal hareket yapan tek eğe sistemlerinin endodonti pratiğine girmesiyle apikal debris taşkınlığı çalışmaları bu sistemler üzerine yoğunlaşmıştır. Resiprokal

hareket yapan tek eğe sistemlerini hem tek eğe özelliği hem de hareket özelliği açısından rotasyonel hareket yapan eğe sistemleri ile kıyaslayan birçok çalışma mevcuttur (Bürklein ve Schäfer 2012, Koçak ve ark 2013, Bürklein ve ark 2014, Delvarani ve ark 2017). Bu çalışmaların sonuçlarına göre hangi sistemin daha az debrıs taşkınılığına neden olduğu ile ilgili fikir birliği sağlanamamıştır. Çalışmalardan elde edilen bu farklı sonuçların seçilen yöntem, kullanılan diş tipi, eğelerin hareket ve kesitsel farklılıkları gibi faktörlere bağlı olduğu düşünölmektedir (De-Deus ve ark 2015, Silva ve ark 2016).

Bürklein ve ark (2014) tarafından yapılan apikal taşkınılık çalışmalarından birinde resiprokal hareket yapan tek eğe sistemi Reciproc, rotasyonel hareket yapan tek eğe sistemleri F360 ve OneShape, rotasyonel hareket yapan çoklu eğe sistemi olan Mtwo sistem ile kıyaslanmıştır. Çalışmada mandibular santral kesici dişler kullanılmıştır ve bütün gruplarda apikal genişlikleri 25 olacak şekilde genişletilmıştir. Çalışmanın sonucunda en çok debrıs taşkınılık miktarı Reciproc grubunda görölrken, diğer gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Araştırmacılar çalışmalarının sonucuna göre resiprokal hareketin anlamlı olarak daha çok debrıs taşkınılığına sebep olduğunu, rotasyonel hareket yapan sistemlerin ise çoklu veya tekli eğe sistemine sahip olmalarına bakılmaksızın daha az debrıs taşkınılığına neden olduğunu iddia etmişlerdir. Yaptığımız bu çalışmada ise eğe sistemleri hareket özelliklerine göre kıyaslandığında resiprokal hareket yapan sistemler, rotasyonel hareket yapan sistemlere göre anlamlı olarak daha az miktarda debrıs taşkınılığına neden olmuşlardır. Ancak bu iki çalışma yöntem açısından benzer olsa da seçilen dişler ve kullanılan eğe sistemleri açısından birbirlerinden çok farklıdır. Bu bakımdan çalışmalar arasında sağlıklı bir kıyaslama yapmak mümkün değildir.

Bürklein ve Schäfer (2012) yaptıkları çalışmada resiprokal hareket yapan tek eğe sistemleri (Reciproc ve WaveOne) ile rotasyonel hareket yapan çoklu eğe sistemlerini (Mtwo ve ProTaper Universal) kıyaslamışlardır. Maksiller kesici dişler apikal çapları 40 olacak şekilde genişletilmış. Çalışmada Mtwo ve ProTaper Universal eğe sistemleri arasında anlamlı bir fark bulunmazken, en fazla debrıs taşkınılığı Reciproc eğe sistemiyle ilişkili bulunmuştur. Bu alışma kullanılan yöntem ve seçilen eğe sistemleri yönünden yaptığımız çalışmayla benzerlik göstermektedir. Ancak çalışmamızın sonucunda bu çalışma ile ters olarak Reciproc eğe sistemi en az debrıs

taşkınlığına sebep olurken ProTaper Universal en çok taşkın debris miktarı ile ilişkili bulunmuştur. Bu fark kullanılan dişlere, son apikal şekillendirme dolayısıyla eğe sayısına ve uygulayıcılar arasındaki farka bağlı olabilir. Ayrıca irrigasyon sırasında kullanılan solüsyon miktarının gruplar arasında eşit tutulmaması da bir etken olabilir.

Delvarani ve ark (2017) rotasyonel hareket yapan ProTaper Universal ve resiprokal hareket yapan WaveOne eğe sistemlerinin apikalden taşırdıkları debris miktarını kıyaslamışlardır. Sonuç olarak WaveOne grubunun belirgin olarak daha fazla debris taşkınlığıyla ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışma yaptığımız çalışma ile metot yönünden benzerlik gösterse de çalışmada eğimleri 25-35 derece arasında olan mandibular birinci molarların meziobukkal kanalları kullanılırken, bizim çalışmamızda 0-10 derece eğrilikte mandibular premolar dişler kullanılmıştır. Ayrıca kanalların şekillendirilmesinde kullanılan eğelerin son apikal genişlikleri çalışmamızla aynı olmayıp kullanılan irrigasyon miktarı da eşit değildir.

Arslan ve ark (2016) yaptıkları farklı bir çalışmada Reciproc eğe sistemine değişik resiprokal hareketler (150° saat yönünün tersi-30° saat yönü, 270° SYT- 30° SY, 360° SYT- 30° SY) ve rotasyonel hareket yaptırarak apikal debris taşkınlığı miktarını incelemişlerdir. Sonuç olarak rotasyonel hareket ve 360° SYT- 30° SY resiprokal hareketin aralarında anlamlı fark bulunmazken diğer gruplardan daha fazla debris taşkınlığı ile ilişkili oldukları görülmüştür.

Silva ve ark (2016) resiprokal (WaveOne ve Reciproc) ve rotasyonel hareket yapan (ProTaper Universal ve ProTaper Next) eğe sistemlerini kıyaslamış ve en çok debris taşkınlığına ProTaper Universal sisteminin neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Diğer sistemler arasında anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte Reciproc en az debris taşkınlık değeri göstermiştir. Benzer bir sonuç da De-Deus ve ark (2015)'nin alt çene eğimli molar dişlerde; el eğeleri, ProTaper Universal, Reciproc, WaveOne sistemlerini karşılaştırdığı çalışmalarında görülmüştür. El eğesi yöntemi motorla çalışan tüm sistemlere göre daha fazla debris taşırıştır. Rotasyonel hareket yapan çok eğeli ProTaper Universal sistemi resiprokal hareket yapan Reciproc ve WaveOne tek eğe sistemlerine göre anlamlı ölçüde daha fazla debris taşırıştır. Resiprokal hareket yapan sistemler arasında anlamlı bir fark görülmemiş ancak Reciproc daha az debris taşkınlığına yol açmıştır. Koçak ve ark. alt çene premolar dişlerde yaptıkları ve ProTaper Universal, SAF, Revo-S ve Reciproc eğe sistemlerini karşılaştırdıkları

çalışmada gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak miktar olarak ProTaper Universal en fazla debris taşkınlığı gözlenen grupken, Reciproc en az taşkınlık görülen grup olarak bulunmuştur (Koçak ve ark 2013).

Tüm bu çalışmalarla paralel olarak bizim çalışmamızda da en fazla debris taşkınlık miktarı ProTaper Universal sistemi ile ilişkili bulunmuştur, ancak WaveOne ve ProTaper Next sistemleri ile aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Reciproc eğe sisteminin ise diğer gruplardan anlamlı olarak daha az debris taşkınlığına yol açtığı görülmüştür. Bu sonuç Reciproc eğe sisteminin S şekilli enine kesitinin sağladığı, iki keskin bıçak yapısı ve derin oluklarıyla debrisin koronal yoldan uzaklaştırılması ve apikal foramenin şeklini ve konumunu koruyan, dolayısıyla periapikal dokuya taşınan debris miktarını azaltan kesmeyen uç formuna bağlanabilir (Yared 2011, Bürklein ve ark 2012).

Bazı araştırmacılar ise SAF sisteminin farklı tasarım ve hareket özelliğinin daha az debris taşkınlığına neden olabileceğini iddia etmişlerdir (De-Deus ve ark 2014). Yapılan bir çalışmada ProTaper Next ve WaveOne eğe sisteminin ProTaper Universal'den daha az debris taşkınlığına neden olurken SAF sisteminin ise en az debris taşkınlığıyla ilişkili olduğu bulunmuştur (Ozsu ve ark 2014). Bununla birlikte Koçak ve ark (2013) da rotasyonel ve resiprokal hareket yapan eğe sistemleri ile SAF sisteminin benzer miktarda debris taşkınlığını rapor etmişlerdir.

Bu çalışmanın planlanması aşamasında en yeni eğe sistemleri olan ProTaper Gold ve WaveOne Gold'un apikal olarak taşınan debris miktarını değerlendiren çok az sayıda çalışma bulunmaktaydı. Bunlardan biri olan Karataş ve ark (2016) yaptığı çalışmada alt çene premolar dişler kullanılarak ProTaper Gold, WaveOne Gold, ProTaper Universal ve WaveOne sistemleri kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda ProTaper Universal anlamlı olarak en çok apikal debris taşkınlığı ile ilişkili sistem bulunmuştur. WaveOne Gold eğe sistemi WaveOne sisteminden anlamlı olarak daha az debris taşkınlığı ile ilişkili iken, WaveOne Gold ile ProTaper Gold sistemleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Araştırmacılara göre ProTaper Universal'in tek eğe sistemlerine göre daha fazla debris taşkınlığına sebebiyet vermesi, alet tasarımı, hareket kinematığı ve kullanılan eğe sayısının fazla oluşuna bağlanmıştır. Aynı dizayna, hareket özelliğine ve aynı sayıda eğeye sahip ProTaper Gold sisteminin daha iyi sonuç vermesi de üretildiği materyalden dolayı daha esnek bir yapıya sahip

olmasına bağlanmıştır. Ayrıca WaveOne Gold eğelerinin iki bıçaklı, paralelkenar kesite sahip oluşu, taper açısının daha küçük oluşu ve üretildiği materyalden dolayı çok daha esnek oluşu gibi sebeplerden dolayı, WaveOne ege sistemine göre debris taşkınlığı açısından daha üstün olduğu da savunulmuştur.

Bu çalışma seçilen yöntem, ege sistemleri ve kullanılan dişler yönünden bizim çalışmamıza oldukça benzemektedir. Bizim çalışmamızın sonucuna göre ProTaper Universal en çok debris taşıran ege sistemi olmasına rağmen ProTaper Gold ve WaveOne sistemleriyle aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak WaveOne Gold anlamlı olarak ProTaper Universal'den daha az debris taşkınlığına sebep olmuştur. Bu çalışmada her bir grupta 20 adet diş bulunurken, bizim çalışmamızda bu sayı 15'dir. Ayrıca bu çalışmada gruplar son apikal genişlikleri 25 olacak şekilde bitirilirken, bizim çalışmamızda WaveOne Gold grubu hariç 40 olarak bitirilmiştir. Bu durum hem son apikal çap yönünden hem de kullanılan ege sayısı yönünden farklılık yaratmaktadır. İki çalışmanın sonuçlarındaki farklılık bu şekilde açıklanabilir.

Zan ve ark (2017) yaptığı çalışmada alt çene kesici dişler kullanılmış, bizim çalışmamıza benzer bir metot ile ProTaper Gold, WaveOne Gold, Twisted File, OneShape New Generation ve K3XF ege sistemleri kıyaslanmıştır. Çalışmanın sonucunda Twisted File grubu en çok taşkın debris miktarına sahip olarak bulunmuştur. ProTaper Gold ve WaveOne Gold sistemleri arasında anlamlı bir fark bulunamamış ve en az debris taşkınlığı da bu sistemlerde görülmüştür. Araştırmacılar bu sonuçları değerlendirirken rotasyonel hareket yapan Twisted File sisteminin daha çok debris taşkınlığına sebep olmasını basınç ve dirençle karşılaştığında resiprokal hareket yapmasına bağlamışlardır. Rotasyonel hareket yapan ProTaper Gold ile resiprokal hareket yapan WaveOne Gold sistemlerinin en az taşkınlık miktarı ile ilişkili olmasını ise aletlerin tasarımı ve metalürjik farklılıkları ile açıklamışlardır. Her ne kadar kullanılan ege sistemleri açısından farklılıkları olmakla birlikte bizim çalışmamızda ProTaper Gold ve WaveOne Gold arasında anlamlı bir fark bulunamamış olması yönünden bu çalışmayla bir benzerlik mevcuttur. Ancak bizim çalışmamızda resiprokal hareket yapan ege sistemlerinin üstünlüğü göze alındığında düşük debris taşkınlığının hareket özelliği ve ege sayısı ile ilişkili olduğu görülmektedir. Ayrıca aynı tasarım özelliklerine sahip, farklı malzemelerden üretilen

ProTaper Universal ve ProTaper Gold arasında bizim çalışmamıza göre anlamlı bir fark bulunamaması metalürjik farklılığın önemini geri plana atmaktadır.

Yapılan bir sistematik inceleme ve meta-analiz çalışmasında hem dönme hareketi yapan çoklu eğe sistemlerinin hem de resiprokal hareket yapan tekli eğe sistemlerinin apikal debris taşkınlığı ve nöropeptit salınımına neden olduğu tespit edilmiştir. Böylelikle işlem sonrası gelişen inflamatuvar reaksiyonun kullanılan eğe sayısından değil, hareket ve enstrüman tasarımından etkilendiği belirtilmiştir (Caviedes-Bucheli ve ark 2016).

#### **4.1. Çalışma zamanı açısından verilerin değerlendirilmesi**

Yaptığımız bu çalışmada resiprokal hareket yapan tek eğe sistemlerinin, rotasyonel hareket yapan çoklu eğe sistemlerine kıyasla daha kısa çalışma zamanı performansı sunduğu görülmüştür. Çoklu eğe sistemleri olan ProTaper Universal ve ProTaper Gold'un en uzun çalışma sürelerine sahip oldukları bulunmuştur. Tek eğe sistemleri olan WaveOne ve WaveOne Gold en iyi performansı göstermişlerdir. Bu sonuçlardan eğe sayısındaki azalmanın daha önceki çalışmalarda da görüldüğü gibi (Bürklein ve ark 2014, Capar ve ark 2014) çalışma zamanını olumlu etkilediği söylenebilir. Ancak çoklu eğe sistemi olan ProTaper Next ile tek eğe sistemi olan Reciproc arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu açıdan düşünüldüğünde kullanılan aletlerin üretildiği malzemeler ve tasarımları açısından da çalışma zamanını etkileyebileceği görülmektedir (Park ve ark 2014).

ProTaper Universal ve ProTaper Gold sistemleri tasarımsal özellikleri ve eğe sayıları aynıdır (Ruddle 2005). Çalışmamızda ProTaper Gold sistemi ProTaper Universal'e kıyasla daha kısa çalışma zamanı sunsa da aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır. ProTaper Gold'un kısmen daha hızlı bir performans göstermesi üretiminde kullanılan teknolojiye kaynaklı daha esnek özelliklere sahip olmasına bağlanabilir.

ProTaper Next sisteminin merkezde konumlanmayan dikdörtgen enine kesiti, asimetric 'yılan vari' hareket yapması ve bıçaklarının dentin duvarıyla daha az sürtünme yapması gibi nedenlerle diğer çoklu eğe sistemlerine kıyasla daha iyi bir performans sunduğu düşünülebilir. Ayrıca diğer çoklu eğe sistemlerine göre daha az eğeye sahiptir.

WaveOne sisteminin Reciproc' a göre daha kısa çalışma zamanına sahip olması tasarımsal özelliğinden kaynaklı olabilir. WaveOne 3 adet kesici bıçağa sahipken Reciproc 2 adet bıçağa sahiptir ve bu durum kesme verimliliğini etkileyebilir. Ayrıca WaveOne eğesinin yanlarında bulunan oluklar sayesinde şekillendirme sırasında dentin talaşlarının daha kolay uzaklaştırıldığı bildirilmiştir (Park ve ark 2014).

WaveOne Gold eğe sistemi en kısa süreli çalışma zamanına sahip olmakla birlikte WaveOne ile aralarında anlamlı bir fark yoktur. Yine de WaveOne Gold sisteminin çalışma zamanının daha kısa olması paralelkenar enine kesite sahip olması, sürtünmeyi azaltan bıçak tasarımı ve bu tasarımdan kaynaklı artmış kesme verimliliğine bağlı olabilir (Webber 2015, Ruddle 2016).

Eğe sistemlerinin debris taşkınlığına etkisini araştıran bazı araştırmalarda çalışma zamanı da değerlendirilmiştir. ProTaper Universal, ProTaper Next, TF Adaptive, Hyflex eğe sistemlerinin incelendiği bir çalışmada en uzun çalışma zamanı performansını ProTaper Universal gösterirken diğer gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu sonuçlar da ProTaper Universal sisteminin eğe sayısının daha fazla oluşuna bağlanmıştır (Capar ve ark 2014). Bürklein ve ark (2014)'nın yaptığı çalışmada tek eğe sistemleri olan Reciproc, F360 ve OneShape'in çoklu eğe sistemi olan Mtwo'ya kıyasla daha kısa sürede şekillendirme işlemini tamamladığı görülmüştür. Bürklein ve Schäfer (2012) yapılan bir çalışmada Reciproc en kısa çalışma zamanını gösterirken, çoklu eğe sistemleri olan Mtwo ve ProTaper Universal en uzun çalışma zamanı performansını sunmuşlardır. Bu çalışmada bizimkinden farklı olarak WaveOne'nın performansı Reciproc'a göre daha yavaş bulunmuştur.

Ancak yukarıdaki çalışmalarda tedavi için gereken zamanı değerlendirirken ege değişimi, irrigasyon süresi gibi safhalar da süreye dahil edilmiştir. Bu çalışmada ise yalnızca enstrümanların kök kanalı içerisinde çalıştığı etkin zaman kaydedilmiş; eğe değişimi, temizlenmesi, kanal boyunun kontrolü, irrigasyon süreleri gibi aşamalar dahil edilmemiştir. Böylece, süresi operatöre veya vakaya göre değişebilen ve çalışma zamanına dahil edildiğinde sonuçları etkileyebilecek değişkenlerin etkisi ortadan kaldırılmıştır (Al-Omari ve ark 1992, Altun ve Uzun 2014).

Bu çalışma yapılırken apikalden en az debris taşkınlığına sebep olan ve çalışma zamanı açısından en verimli eğe sistemini tespit etmek amaçlanmıştır. Böylece apikalden taşan debris miktarı sonucunda ortaya çıkabilecek hem hekim hem de hasta tarafından istenmeyen bir durum olan flare up gelişiminin en aza indirgenebileceği düşünülmüştür. (Siqueira 2003). Çalışmanın sınırları dahilinde, elde ettiğimiz verilere göre hem en az debris taşkınlığına sebebiyet veren hem de en hızlı performansı gösteren eğe sistemi WaveOne Gold olarak bulunmuştur.





## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada farklı eğe sistemlerinin kök kanal şekillendirmesi sırasında apikalden debris taşıma miktarları ve çalışma zamanları değerlendirilmiştir. Buna göre elde edilen verilerden şu sonuçlar çıkarılabilir;

- 1) Bu çalışmada kullanılan tekli ve çoklu eğe sistemlerinin hepsinin kinematik, tasarım ve metalürjik farklılıklarına rağmen apikalden debris taşıdıkları bulunmuştur.
- 2) Rotasyonel ve resiprokal hareket yapan sistemler iki ana grup olarak değerlendirildiğinde resiprokal hareket yapan tek eğe sistemlerinin daha az miktarda debris taşıdıkları ve daha hızlı oldukları görülmüştür.
- 3) Rotasyonel hareket yapan sistemler apikalden debris taşıma miktarlarına göre kıyaslandığında aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu açıdan ProTaper Universal ve ProTaper Gold eğe sistemlerinin metalürjik farklılığının tek başına apikal debris miktarını azaltmada bir etkisi olmadığı savunulabilir.
- 4) Tüm gruplar arasında en az miktarda apikal debris taşıyan sistemin Reciproc ve WaveOne Gold olduğu tespit edilmiştir. Zaman açısından ise WaveOne Gold ve WaveOne'in en iyi performansı sunduğu görülmüştür.
- 5) Bütün sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda en avantajlı eğe sisteminin WaveOne Gold olduğu söylenebilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abou-Rass M, Piccinino MV, 1982. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 54, 3, 323-8.
- Al-Omari M, Dummer P, 1995. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *Journal of Endodontics*, 21, 3, 154-8.
- Al-Omari MAO, Dummer PMH, Newcombe RG, 1992. Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 1. *International Endodontic Journal*, 25, 2, 57-66.
- Al-Omari MAO, Dummer PMH, Newcombe RG, Doller R, Hartles F, 1992. Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 2. *International Endodontic Journal*, 25, 2, 67-81.
- Alaçam T, Alaçam A, Aydın M, Tınaz C, Ömürlü H, Can HE, Uzel İ, Yıldırım S, Uzun Ö, Kayaoğlu G, Tuncer L, 2012. Endodontide Acil Yaklaşımlar. In: Endodonti. Eds: Alaçam T. Ankara: Özyurt Matbaacılık, p. 836.
- Alaçam T, Alaçam A, Aydın M, Tınaz C, Ömürlü H, Can HE, Uzel İ, Yıldırım S, Uzun Ö, Kayaoğlu G, Tuncer L, 2012. Kök Kanallarının Mekanik Preparasyonu. In: Endodonti. Eds: Alaçam T. Ankara: Özyurt Matbaacılık, p. 413-36.
- Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, Clark WA, Kovarik L, Buie C, Liu J, Johnson WB, 2009. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, 35, 11, 1589-93.
- Altun FY, Uzun Ö, 2014. Resiprokasyon ve dönme hareketi yapan eğe sistemlerinin karşılaştırılması: şekillendirme süresi, çalışma boyu değişimi ve alet kırılması. *Acta Odontologica Turcica*, 31, 2, 61.
- Altundasar E, Nagas E, Uyanik O, Serper A, 2011. Debris and irrigant extrusion potential of 2 rotary systems and irrigation needles. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 112, 4, e31-e5.
- Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE, 2004. K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. *Journal of Endodontics*, 30, 4, 234-7.
- Arslan H, Doğanay E, Alsancak M, Çapar I, Karataş E, Gündüz H, 2016. Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc® instruments with various kinematics. *International Endodontic Journal*, 49, 3, 307-10.
- Bahia MGA, Buono VTL, 2005. Decrease in the fatigue resistance of nickel-titanium rotary instruments after clinical use in curved root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 100, 2, 249-55.
- Balaban FS, Skidmore A, Griffin JA, 1984. Acute exacerbations following initial treatment of necrotic pulps. *Journal of Endodontics*, 10, 2, 78-81.
- Baumann MA, 2004. Nickel–titanium: options and challenges. *Dental Clinics*, 48, 1, 55-67.
- Beeson T, Hartwell G, Thornton J, Gunsolley J, 1998. Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus profile. 04 Taper series 29. *Journal of Endodontics*, 24, 1, 18-22.
- Benenati FW, Roane JB, Biggs JT, Simon JH, 1986. Recall evaluation of iatrogenic root perforations repaired with amalgam and gutta-percha. *Journal of Endodontics*, 12, 4, 161-6.
- Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P, 2001. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. *Am J Dent*, 14, 5, 324-33.
- Bertrand MF, Lupi-Pégurier L, Medioni E, Muller M, Bolla M, 2001. Curved molar root canal preparations using HERO 642 rotary nickel–titanium instruments. *International Endodontic Journal*, 34, 8, 631-6.
- Bishop K, Dummer P, 1997. A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. *International Endodontic Journal*, 30, 1, 25-34.

- Boutsioukis C, Psimma Z, Kastrinakis E, 2014. The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo. *International Endodontic Journal*, 47, 5, 487-96.
- Brown DC, Moore BK, Brown CE, Newton CW, 1995. An in vitro study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. *Journal of Endodontics*, 21, 12, 587-91.
- Buehler WJ, Gilfrich J, Wiley R, 1963. Effect of low-temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition TiNi. *Journal of applied physics*, 34, 5, 1475-7.
- Bürklein S, Benten S, Schäfer E, 2014. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *International Endodontic Journal*, 47, 5, 405-9.
- Bürklein S, Hinschitzka K, Dammaschke T, Schäfer E, 2012. 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. *International Endodontic Journal*, 45, 5, 449-61.
- Bürklein S, Poschmann T, Schäfer E, 2014. Shaping ability of different nickel-titanium systems in simulated S-shaped canals with and without glide path. *Journal of Endodontics*, 40, 8, 1231-4.
- Bürklein S, Schäfer E, 2012. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *Journal of Endodontics*, 38, 6, 850-2.
- Camoes IC, Salles MR, Fernando MVM, Freitas LF, Gomes CC, 2009. Relationship between the size of patency file and apical extrusion of sodium hypochlorite. *Indian Journal of Dental Research*, 20, 4, 426.
- Capar ID, Arslan H, Akcay M, Ertas H, 2014. An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex instruments. *Journal of Endodontics*, 40, 10, 1638-41.
- Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET, 2014. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *Journal of Endodontics*, 40, 6, 852-6.
- Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, Ulate E, Munoz H, 2016. The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 49, 3, 255-70.
- Chow T, 1983. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *Journal of Endodontics*, 9, 11, 475-9.
- Civjan S, Huget EF, DeSimon LB, 1975. Potential applications of certain nickel-titanium (nitinol) alloys. *Journal of Dental Research*, 54, 1, 89-96.
- De-Deus G, Brandão MC, Barino B, Di Giorgi K, Fidel RAS, Luna AS, 2010. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 110, 3, 390-4.
- De-Deus G, Neves A, Silva EJ, Mendonça TA, Lourenço C, Calixto C, Lima EJM, 2015. Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clinical Oral Investigations*, 19, 2, 357-61.
- De-Deus GA, Silva EJNL, Moreira EJ, de Almeida Neves A, Belladonna FG, Tameirão M, 2014. Assessment of apically extruded debris produced by the self-adjusting file system. *Journal of Endodontics*, 40, 4, 526-9.
- De-Deus G, Moreira E, Lopes H, Elias C, 2010. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *International Endodontic Journal*, 43, 12, 1063-8.
- de Paz Villanueva LEC, 2002. *Fusobacterium nucleatum* in endodontic flare-ups. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 93, 2, 179-83.

- Delvarani A, Akhlaghi NM, Aminirad R, Savadkouhi ST, Vahdati SA, 2017. In vitro Comparison of Apical Debris Extrusion Using Rotary and Reciprocating Systems in Severely Curved Root Canals. *Iranian Endodontic Journal*, 12, 1, 34.
- Dincer A, Er O, Canakci B, 2015. Evaluation of apically extruded debris during root canal retreatment with several NiTi systems. *International Endodontic Journal*, 48, 12, 1194-8.
- Druttman A, Stock C, 1989. An in vitro comparison of ultrasonic and conventional methods of irrigant replacement. *International Endodontic Journal*, 22, 4, 174-8.
- ElDeeb ME, Boraas JC, 1985. The effect of different files on the preparation shape of severely curved canals. *International Endodontic Journal*, 18, 1, 1-7.
- Eleazer PD, Eleazer KR, 1998. Flare-up rate in pulpally necrotic molars in one-visit versus two-visit endodontic treatment. *Journal of Endodontics*, 24, 9, 614-6.
- ElMubarak AHH, Abu-bakr NH, Ibrahim YE, 2010. Postoperative pain in multiple-visit and single-visit root canal treatment. *Journal of Endodontics*, 36, 1, 36-9.
- Elnaghy A, 2014. Cyclic fatigue resistance of ProTaper Next nickel-titanium rotary files. *International Endodontic Journal*, 47, 11, 1034-9.
- Elnaghy A, Elsaka S, 2016. Mechanical properties of ProTaper Gold nickel-titanium rotary instruments. *International Endodontic Journal*, 49, 11, 1073-8.
- Er K, Sümer Z, Akpınar K, 2005. Apical extrusion of intracanal bacteria following use of two engine-driven instrumentation techniques. *International Endodontic Journal*, 38, 12, 871-6.
- Esposito PT, Cunningham CJ, 1995. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *Journal of Endodontics*, 21, 4, 173-6.
- Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S, 1987. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *Journal of Endodontics*, 13, 3, 102-8.
- Ferraz C, Gomes N, Gomes B, Zaia A, Teixeira F, Souza-Filho F, 2001. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *International Endodontic Journal*, 34, 5, 354-8.
- Fouad AF, Burleson J, 2003. The effect of diabetes mellitus on endodontic treatment outcome: data from an electronic patient record. *The Journal of the American Dental Association*, 134, 1, 43-51.
- Frick CP, Ortega AM, Tyber J, Maksound AEM, Maier HJ, Liu Y, Gall K, 2005. Thermal processing of polycrystalline NiTi shape memory alloys. *Materials Science and Engineering: A*, 405, 1, 34-49.
- Gambarini G, 2001. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after prolonged clinical use. *International Endodontic Journal*, 34, 5, 386-9.
- Gambarini G, Gerosa R, De Luca M, Garala M, Testarelli L, 2008. 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*, 105, 6, 798-800.
- Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, Testarelli L, 2008. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *Journal of Endodontics*, 34, 8, 1003-5.
- Genet J, Hart A, Wesselink P, Thoden van Velzen S, 1987. Preoperative and operative factors associated with pain after the first endodontic visit. *International Endodontic Journal*, 20, 2, 53-64.
- Ghivari SB, Kubasad GC, Chandak MG, Akarte N, 2011. Apical extrusion of debris and irrigant using hand and rotary systems: A comparative study. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 14, 2, 187.
- Glickman GN, Koch KA, 2000. 21st-Century Endodontics. *The Journal of the American Dental Association*, 131, 39S-46S.

- Glosson CR, Haller RH, Dove SB, Carlos E, 1995. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, 21, 3, 146-51.
- Grande N, Plotino G, Pecci R, Bedini R, Malagnino V, Somma F, 2006. Cyclic fatigue resistance and three-dimensional analysis of instruments from two nickel–titanium rotary systems. *International Endodontic Journal*, 39, 10, 755-63.
- GTX, Brochure 2008. Tulsa. OK: Dentsply Tulsa Dental Specialties.
- Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa A, 2005. Comparative study of six rotary nickel–titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *International Endodontic Journal*, 38, 10, 743-52.
- Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM, 2005. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics*, 10, 1, 77-102.
- Haapasalo M, Shen Y, 2013. Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. *Endodontic Topics*, 29, 1, 3-17.
- Hieawy A, Haapasalo M, Zhou H, Wang Z-j, Shen Y, 2015. Phase transformation behavior and resistance to bending and cyclic fatigue of ProTaper Gold and ProTaper Universal instruments. *Journal of Endodontics*, 41, 7, 1134-8.
- Hinrichs RE, Walker WA, Schindler WG, 1998. A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. *Journal of Endodontics*, 24, 2, 102-6.
- Hsieh Y, Gau C, Kung Wu S, Shen E, Hsu P, Fu E, 2007. Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. *International Endodontic Journal*, 40, 1, 11-7.
- Huang X, Ling J, Wei X, Gu L, 2007. Quantitative evaluation of debris extruded apically by using ProTaper Universal Tulsa rotary system in endodontic retreatment. *Journal of Endodontics*, 33, 9, 1102-5.
- Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM, 2005. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, 10, 1, 30-76.
- Hülsmann M, Rummelin C, Schäfers F, 1997. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *Journal of Endodontics*, 23, 5, 301-6.
- Hyflex Brochure. Erişim. Erişim adresi, [http://www.hyflexcm.com/DevDownloads/30464A\\_HYFLEX-CM\\_bro.pdf](http://www.hyflexcm.com/DevDownloads/30464A_HYFLEX-CM_bro.pdf).
- Imura N, Zuolo M, 1995. Factors associated with endodontic flare-ups: a prospective study. *International Endodontic Journal*, 28, 5, 261-5.
- Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K, 2008. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/. 04 rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 34, 11, 1406-9.
- Karatas E, Ozsu D, Arslan H, Erdogan A, 2015. Comparison of the effect of nonactivated self-adjusting file system, Vibringe, EndoVac, ultrasonic and needle irrigation on apical extrusion of debris. *International Endodontic Journal*, 48, 4, 317-22.
- Karataş E, Ersoy İ, Gündüz HA, Uygun AD, Kol E, Çakıcı F, 2016. Influence of instruments used in root canal preparation on amount of apically extruded debris. *Artificial Organs*, 40, 8, 774-7.
- Kiefner P, Ban M, De-Deus G, 2014. Is the reciprocating movement per se able to improve the cyclic fatigue resistance of instruments? *International Endodontic Journal*, 47, 5, 430-6.
- Kirchhoff AL, Fariniuk LF, Mello I, 2015. Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *Journal of Endodontics*, 41, 2, 237-41.
- Koçak M, Çiçek E, Koçak S, Sağlam B, Furuncuoğlu F, 2016. Comparison of ProTaper Next and HyFlex instruments on apical debris extrusion in curved canals. *International Endodontic Journal*, 49, 10, 996-1000.

- Koçak M, Çiçek E, Koçak S, Sağlam B, Yılmaz N, 2015. Apical extrusion of debris using ProTaper Universal and ProTaper Next rotary systems. *International Endodontic Journal*, 48, 3, 283-6.
- Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC, Türker SA, Sağsen B, Er Ö, 2013. Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *Journal of Endodontics*, 39, 10, 1278-80.
- Kum K-Y, Spångberg L, Cha BY, Il-Young J, Seung-Jong L, Chan-Young L, 2000. Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *Journal of Endodontics*, 26, 12, 719-23.
- Kustarci A, Akdemir N, Siso SH, Altunbas D, 2008. Apical extrusion of intracanal debris using two engine driven and step-back instrumentation techniques: an in-vitro study. *European Journal of Dentistry*, 2, 233.
- Kuştarıcı A, Akpınar K, Sümer Z, Er K, Bek B, 2008. Apical extrusion of intracanal bacteria following use of various instrumentation techniques. *International Endodontic Journal*, 41, 12, 1066-71.
- Kuştarıcı A, Akpınar KE, Er K, 2008. Apical extrusion of intracanal debris and irrigant following use of various instrumentation techniques. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 105, 2, 257-62.
- Lambrianidis T, Tosounidou E, Tzoanopoulou M, 2001. The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. *Journal of Endodontics*, 27, 11, 696-8.
- Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J, 2009. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 35, 3, 401-3.
- Lee SJ, Lee CS, Strittmatter E, 1991. An in vitro comparison of root canal content extrusion using ultrasonic and hand instrumentation. *Dental Traumatology*, 7, 2, 65-8.
- Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G, 2007. Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. *Brazilian Dental Journal*, 18, 1, 16-9.
- Logan HL, Lutgendorf S, Kirchner HL, Rivera EM, Lubaroff D, 2001. Pain and immunologic response to root canal treatment and subsequent health outcomes. *Psychosomatic Medicine*, 63, 3, 453-62.
- Lopes HP, Gambarra-Soares T, Elias CN, Siqueira JF, Inojosa IF, Lopes WS, Vieira VT, 2013. Comparison of the mechanical properties of rotary instruments made of conventional nickel-titanium wire, M-wire, or nickel-titanium alloy in R-phase. *Journal of Endodontics*, 39, 4, 516-20.
- Lu Y, Wang R, Zhang L, Li H, Zheng Q, Zhou X, Huang D, 2013. Apically extruded debris and irrigant with two Ni-Ti systems and hand files when removing root fillings: a laboratory study. *International Endodontic Journal*, 46, 12, 1125-30.
- Madhusudhana K, Mathew VB, Reddy NM, 2010. Apical extrusion of debris and irrigants using hand and three rotary instrumentation systems—An in vitro study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 1, 4, 234.
- Martin H, Cunningham WT, 1982. The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 53, 6, 611-3.
- Martins RdC, Bahia MGdA, Buono VTL, 2010. Geometric and dimensional characteristics of simulated curved canals prepared with proTaper instruments. *Journal of Applied Oral Science*, 18, 1, 44-9.
- Mattscheck DJ, Law AS, Noblett WC, 2001. Retreatment versus initial root canal treatment: factors affecting posttreatment pain. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 92, 3, 321-4.
- Matwychuk MJ, Bowles WR, McClanahan SB, Hodges JS, Pesun IJ, 2007. Shaping abilities of two different engine-driven rotary nickel titanium systems or stainless steel balanced-force technique in mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 33, 7, 868-71.
- McCormick P, Liu Y, 1994. Thermodynamic analysis of the martensitic transformation in NiTi—II. Effect of transformation cycling. *Acta Metallurgica et Materialia*, 42, 7, 2407-13.

- McKendry DJ, 1990. Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. *Journal of Endodontics*, 16, 1, 24-7.
- Mesgouez C, Riiliard F, Matossian L, Nassiri K, Mandel E, 2003. Influence of operator experience on canal preparation time when using the rotary Ni-Ti ProFile system in simulated curved canals. *International Endodontic Journal*, 36, 3, 161-5.
- Metzger Z, Basrani B, Goodis HE, 2011. Instruments, Materials and Devices. In: Cohen's Pathways of the PULP. Eds: Kenneth M. Hargreaves SC, 10th. St. Louis: Mosby Inc., p. 231-43.
- Miyai K, Ebihara A, Hayashi Y, Suda H, Yoneyama T, 2006. Influence of phase transformation on the torsional and bending properties of nickel-titanium rotary endodontic instruments. *International Endodontic Journal*, 39, 2, 119-26.
- Mor C, Rotstein I, Friedman S, 1992. Incidence of interappointment emergency associated with endodontic therapy. *Journal of Endodontics*, 18, 10, 509-11.
- Myers GL, Montgomery S, 1991. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *Journal of Endodontics*, 17, 6, 275-9.
- Ørstavik D, Pitt Ford T, 1998. Apical periodontitis: microbial infection and host responses. *Essential endodontology. Prevention and treatment of apical periodontitis*. Oxford: Blackwell Science, 1-8.
- Otsuka K, Ren X, 2005. Physical metallurgy of Ti-Ni-based shape memory alloys. *Progress in materials science*, 50, 5, 511-678.
- Ove A. Peters CIP, 2011. Cleaning and Shaping of the Root Canal System. In: Cohen's Pathways of the Pulp. Eds: Kenneth M. Hargreaves SC, 10th. St. Louis: Mosby Inc., p. 316-31.
- Ove A. Peters CIP, Bettina Basrani, 2016. Cleaning and Shaping the Root Canal System. In: Cohen's Pathways of the PULP. Eds: Kenneth M. Hargreaves LHB, Ilan Rotstein, 11th. St. Louis, Missouri: Elsevier, p. 209-48.
- Ozsu D, Karatas E, Arslan H, Topcu MC, 2014. Quantitative evaluation of apically extruded debris during root canal instrumentation with ProTaper Universal, ProTaper Next, WaveOne, and self-adjusting file systems. *European Journal of Dentistry*, 8, 4, 504.
- Paqué F, Musch U, Hülsmann M, 2005. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. *International Endodontic Journal*, 38, 1, 8-16.
- Park SK, Kim YJ, Shon WJ, You SY, Moon YM, Kim HC, Lee W, 2014. Clinical efficiency and reusability of the reciprocating nickel-titanium instruments according to the root canal anatomy. *Scanning*, 36, 2, 246-51.
- Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Rapisarda E, 2013. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 39, 2, 258-61.
- Pereira ES, Gomes RO, Leroy AM, Singh R, Peters OA, Bahia MG, Buono VT, 2013. Mechanical behavior of M-Wire and conventional NiTi wire used to manufacture rotary endodontic instruments. *Dental Materials*, 29, 12, e318-e24.
- Pérez-Higuera JJ, Arias A, José C, 2013. Cyclic fatigue resistance of K3, K3XF, and twisted file nickel-titanium files under continuous rotation or reciprocating motion. *Journal of Endodontics*, 39, 12, 1585-8.
- Peters OA, 2004. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of Endodontics*, 30, 8, 559-67.
- Pettiette MT, Delano EO, Trope M, 2001. Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and Nickel-titanium hand files. *Journal of Endodontics*, 27, 2, 124-7.
- Plotino G, Grande N, Testarelli L, Gambarini G, 2012. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *International Endodontic Journal*, 45, 7, 614-8.

- Plotino G, Grande NM, Bellido MM, Testarelli L, Gambarini G, 2017. Influence of Temperature on Cyclic Fatigue Resistance of ProTaper Gold and ProTaper Universal Rotary Files. *Journal of Endodontics*, 43, 2, 200-2.
- ProTaper Gold Brochure DentsplyTulsa 2014, Gold Brochure 2014 Erişim. Erişim adresi, [https://www.dentsply.com/content/dam/dentsply/pim/manufacture/Endodontics/Glide\\_Path\\_\\_Shaping/Rotary\\_\\_Reciprocating\\_Files/Shaping/ProTaper\\_Gold\\_Rotary\\_Files/ProTaper-Gold-Brochure-p7btcwy-en-1502.pdf](https://www.dentsply.com/content/dam/dentsply/pim/manufacture/Endodontics/Glide_Path__Shaping/Rotary__Reciprocating_Files/Shaping/ProTaper_Gold_Rotary_Files/ProTaper-Gold-Brochure-p7btcwy-en-1502.pdf).
- Ram Z, 1977. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 44, 2, 306-12.
- Reciproc VDW Brochure, VDW Brochure. Erişim. Erişim adresi, <https://www.vdw-dental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Reziproke-Aufbereitung/RECIPROC/VDW-Dental-RECIPROC-User-brochure-EN.pdf>.
- Reddy SA, Hicks ML, 1998. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *Journal of Endodontics*, 24, 3, 180-3.
- Ricucci D, Langeland K, 1998. Apical limit of root-canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *International Endodontic Journal*, 31, 6, 394-409.
- Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG, 1985. The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. *Journal of Endodontics*, 11, 5, 203-11.
- Ruddle CJ, 2001. The Protaper advantage: shaping the future of endodontics. *Dentistry today*.
- Ruddle CJ, 2002. Cleaning and shaping the root canal system. *Pathways of the Pulp*, 231-92.
- Ruddle CJ, 2005. The protaper technique. *Endodontic Topics*, 10, 1, 187-90.
- Ruddle CJ, 2016. Single-file shaping technique achieving a gold medal result. *Dentistry today*.
- Ruddle CJ, Machtou P, West JD, 2013. The shaping movement 5th generation technology. *Dent Today*, 32, 4, 94.
- Ruddle CJ, Machtou P, West JD, 2014. Endodontic canal preparation: new innovations in glide path management and shaping canals. *Dent Today*, 33, 6, 118-23.
- Ruiz-Hubard EE, Gutmann JL, Wagner MJ, 1987. A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques. *Journal of Endodontics*, 13, 12, 554-8.
- Sabala CL, Roane JB, Southard LZ, 1988. Instrumentation of curved canals using a modified tipped instrument: a comparison study. *Journal of Endodontics*, 14, 2, 59-64.
- Salzgeber RM, Brilliant JD, 1977. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *Journal of Endodontics*, 3, 10, 394-8.
- Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH, 2000. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *Journal of Endodontics*, 26, 3, 161-5.
- Schäfer E, Florek H, 2003. Efficiency of rotary nickel–titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *International Endodontic Journal*, 36, 3, 199-207.
- Schäfer E, Schulz-Bongert U, Tulus G, 2004. Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study. *Journal of Endodontics*, 30, 6, 432-5.
- Schäfer E, Tepel J, 1996. Cutting efficiency of Hedstrom, S and U files made of various alloys in filing motion. *International Endodontic Journal*, 29, 5, 302-8.
- Schäfer E, Vlassis M, 2004. Comparative investigation of two rotary nickel–titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *International Endodontic Journal*, 37, 4, 229-38.
- Schilder H, 1974. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*, 18, 269-96.
- Scianamblo MJ, (2011). Endodontic instruments for preparing endodontic cavity spaces, Google Patents.



- Sedgley C, Nagel A, Hall D, Applegate B, 2005. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging in vitro. *International Endodontic Journal*, 38, 2, 97-104.
- Seltzer S, Naidorf IJ, 2004. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *Journal of Endodontics*, 30, 7, 476-81.
- Seltzer S, Soltanoff W, Sinai I, Goldenberg A, Bender I, 1968. Biologic aspects of endodontics: Part III. Periapical tissue reactions to root canal instrumentation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 26, 4, 534-46.
- Shadid DB, Nicholls JI, Steiner JC, 1998. A comparison of curved canal transportation with balanced force versus Lightspeed. *Journal of Endodontics*, 24, 10, 651-4.
- Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M, 2012. Effect of environment on fatigue failure of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 38, 3, 376-80.
- Shen Y, Zhou H-m, Zheng Y-f, Campbell L, Peng B, Haapasalo M, 2011. Metallurgical characterization of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 37, 11, 1566-71.
- Shen Y, Zhou H-m, Zheng Y-f, Peng B, Haapasalo M, 2013. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *Journal of Endodontics*, 39, 2, 163-72.
- Silva E, Carapiá M, Lopes R, Belladonna F, Senna P, Souza E, De-Deus G, 2016. Comparison of apically extruded debris after large apical preparations by full-sequence rotary and single-file reciprocating systems. *International Endodontic Journal*, 49, 7, 700-5.
- Silva E, Tinoco JM, Tinoco E, Vieira V, Sassone LM, Lopes HP, 2016. Bending resistance and cyclic fatigue life of a new single-file reciprocating instrument WaveOne Gold. *Eur Endod J*, 1, 4-.
- Silva KTd, Grazziotin-Soares R, Limongi O, Irala LED, Salles AA, 2009. Wear promoted in the apical third of simulated canals after instrumentation with ProTaper universal system. *Journal of Applied Oral Science*, 17, 5, 501-7.
- Silva PB, Krolow AM, Pilownic KJ, Casarin RP, Lima RKP, Leonardo RdT, Pappen FG, 2016. Apical Extrusion of Debris and Irrigants Using Different Irrigation Needles. *Brazilian Dental Journal*, 27, 2, 192-5.
- Sim C, 1997. Endodontic interappointment emergencies in a Singapore private practice setting: a retrospective study of incidence and cause-related factors. *Singapore Dental Journal*, 22, 1, 22-7.
- Siqueira J, 2003. Microbial causes of endodontic flare-ups. *International Endodontic Journal*, 36, 7, 453-63.
- Siqueira JF, 2002. Endodontic infections: concepts, paradigms, and perspectives. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 94, 3, 281-93.
- Siqueira JF, 2005. Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. *Endodontic Topics*, 10, 1, 123-47.
- Siqueira JF, de Uzeda M, 1997. Intracanal medicaments: evaluation of the antibacterial effects of chlorhexidine, metronidazole, and calcium hydroxide associated with three vehicles. *Journal of Endodontics*, 23, 3, 167-9.
- Siqueira JF, Rôças IN, 2004. Polymerase chain reaction–based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 97, 1, 85-94.
- Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K, 1990. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of Endodontics*, 16, 10, 498-504.
- Soi S, Yadav S, Sharma S, Sharma M, 2015. In vitro comparison of apically extruded debris during root canal preparation of mandibular premolars with manual and rotary instruments. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 9, 3, 131.

- Sowmya H, Subhash T, Beena Rani Goel NT, Shilpa HB, 2014. Quantitative assessment of apical debris extrusion and intracanal debris in the apical third, using hand instrumentation and three rotary instrumentation systems. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 8, 2, 206.
- Sundqvist G, 1992. Associations between microbial species in dental root canal infections. *Molecular Oral Microbiology*, 7, 5, 257-62.
- Sundqvist G, 1994. Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 78, 4, 522-30.
- Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U, 1998. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 85, 1, 86-93.
- Surakanti JR, Venkata RCP, Vemisetty HK, Dandolu RK, Jaya NKM, Thota S, 2014. Comparative evaluation of apically extruded debris during root canal preparation using ProTaper™, Hyflex™ and Waveone™ rotary systems. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 17, 2, 129.
- Swindle RB, Neaverth EJ, Pantera EA, Ringle RD, 1991. Effect of coronal-radicular flaring on apical transportation. *Journal of Endodontics*, 17, 4, 147-9.
- Tanalp J, Güngör T, 2014. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *International Endodontic Journal*, 47, 3, 211-21.
- Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayırlı G, 2006. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 101, 2, 250-7.
- Tasdemir T, Er K, Çelik D, Aydemir H, 2010. An in vitro comparison of apically extruded debris using three rotary nickel-titanium instruments. *Journal of Dental Sciences*, 5, 3, 121-5.
- Taşdemir T, Aydemir H, 2006. Kök kanal preparasyonunda kullanılan kanal aletlerinin gelişim süreci. *Acta Odontologica Turcica*, 23, 1, 47.
- Tepel J, Schäfer E, Hoppe W, 1997. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 3. Resistance to bending and fracture. *Journal of Endodontics*, 23, 3, 141-5.
- Thomas C, Baumann M, 2004. ProTaper NT system. *Dent Clin North Am*, 48, 87-111.
- Thompson S, 2000. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *International Endodontic Journal*, 33, 4, 297-310.
- Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G, 2005. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *Journal of Endodontics*, 31, 7, 533-5.
- Tınaz C, 2012. Kök Kanal Tedavisinde Çalışma Boyutunun Belirlenmesi. In: Endodonti. Eds: Alaçam T. Ankara: Özyurt Matbaacılık, p. 515.
- Topçuoğlu HS, Aktı A, Tuncay Ö, Dinçer AN, Düzgün S, Topçuoğlu G, 2014. Evaluation of debris extruded apically during the removal of root canal filling material using ProTaper, D-RaCe, and R-Endo rotary nickel-titanium retreatment instruments and hand files. *Journal of Endodontics*, 40, 12, 2066-9.
- Torabinejad M, Kettering JD, McGraw JC, Cummings RR, Dwyer TG, Tobias TS, 1988. Factors associated with endodontic interappointment emergencies of teeth with necrotic pulps. *Journal of Endodontics*, 14, 5, 261-6.
- Uyanık MO, Cehreli ZC, Mocan BO, Daglı FT, 2006. Comparative evaluation of three nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. *Journal of Endodontics*, 32, 7, 668-71.
- Uygun A, Kol E, Topcu M, Seekin F, Ersoy I, Tanrıver M, 2016. Variations in cyclic fatigue resistance among ProTaper Gold, ProTaper Next and ProTaper Universal instruments at different levels. *International Endodontic Journal*, 49, 5, 494-9.
- Uzunoglu E, Görduysus M, 2013. Apical extrusion of debris and irrigant using novel preparation systems. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 15, 4, 423-7.

- Uzunoğlu E, 2014. Farklı Döner Eğe Sistemlerinin Kök Kanallarının Temizliği, Obturasyonu ve Apikalden Taşan Materyal Miktarı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi.
- Üstün Y, Çanakçı B, Dinçer A, Er O, Düzgün S, 2015. Evaluation of apically extruded debris associated with several Ni-Ti systems. *International Endodontic Journal*, 48, 7, 701-4.
- Van der Vyver PJ, Scianamblo MJ, 2014. Clinical guidelines for the use of ProTaper Next instruments (Part I). *system*, 10, 11.
- VandeVisse JE, Brilliant JD, 1975. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *Journal of Endodontics*, 1, 7, 243-6.
- Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, Cantatore G, Otero XL, Martín-Biedma B, 2010. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *Journal of Endodontics*, 36, 1, 157-9.
- Vaudt J, Bitter K, Kielbassa AM, 2007. Evaluation of rotary root canal instruments in vitro: a review. *Endodontic Practice Today*, 1, 3.
- Walia H, Brantley WA, Gerstein H, 1988. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *Journal of Endodontics*, 14, 7, 346-51.
- Walton R, Fouad A, 1992. Endodontic interappointment flare-ups: a prospective study of incidence and related factors. *Journal of Endodontics*, 18, 4, 172-7.
- Walton RE, 2002. Interappointment flare-ups: incidence, related factors, prevention, and management. *Endodontic Topics*, 3, 1, 67-76.
- Waveone Brochure Dentsply Maillefer Brochure. Erişim. Erişim adresi, <http://www.dentalwarehouse.co.za/data/pdf/Wave%20One%20Brochure.pdf>.
- WaveOne Gold Technique Card, Gold Technique Card. Erişim. Erişim adresi, [http://endomatters.dental/wp-content/uploads/2015/10/WaveOne-Gold\\_Technique-Card\\_EN.pdf](http://endomatters.dental/wp-content/uploads/2015/10/WaveOne-Gold_Technique-Card_EN.pdf).
- Webber J, 2015. Shaping canals with confidence: WaveOne GOLD single-file reciprocating system. *Roots*, 1, 34-40.
- Webber J, Machtou P, Pertot W, Kuttler S, Ruddle C, West J, 2011. The WaveOne single-file reciprocating system. *Roots*, 1, 1, 28-33.
- Weine FS, Kelly RF, Lio PJ, 1975. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *Journal of Endodontics*, 1, 8, 255-62.
- West J, 2015. Ni-Ti Goes Gold" Ten Clinical Distinctions". *Dentistry Today*, 34, 4, 66-71.
- Wittgow WC, Sabiston CB, 1975. Microorganisms from pulpal chambers of intact teeth with necrotic pulps. *Journal of Endodontics*, 1, 5, 168-71.
- Wu M-K, Wesselink PR, Walton RE, 2000. Apical terminus location of root canal treatment procedures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 89, 1, 99-103.
- Xavier F, Nevares G, Romeiro M, Gonçalves K, Gominho L, Albuquerque D, 2015. Apical extrusion of debris from root canals using reciprocating files associated with two irrigation systems. *International Endodontic Journal*, 48, 7, 661-5.
- Yaman SD, 2002. Endodontide Kullanılan Kök Kanal Aletleri. *Acta Odontologica Turcica*, 19, 3, 51.
- Yared G, 2008. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *International Endodontic Journal*, 41, 4, 339-44.
- Yared G, 2011. Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior hand filing: a new concept. *Aust Dent Pract*, 22, 178.
- Yared G, Alasmar Ramli G, 2013. Single file reciprocation: A literature review. *Endodontic Practice Today*, 7, 3.
- Ye J, Gao Y, 2012. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *Journal of Endodontics*, 38, 1, 105-7.

- Young JM, Van Vliet KJ, 2005. Predicting in vivo failure of pseudoelastic NiTi devices under low cycle, high amplitude fatigue. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 72, 1, 17-26.
- Younis O, 1977. The effects of sterilization techniques on the properties of intracanal instruments. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 43, 1, 130-4.
- Zan APR, Hubbezoğlu İ, Tanalp J, 2017. Evaluation of different instrumentation systems for apical extrusion of debris Farklı enstrümantasyon.



## 7. EKLER

**Ek A:** Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulunun 13/12/2016 tarihli 07 sayılı kararı aşağıdaki gibidir.



### GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR DEĞERLENDİRME KOMİSYONU

Toplantı Sayısı : 07	Toplantı Tarihi : 08.12.2016
----------------------	------------------------------

Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalından Prof.Dr.Hale ARI AYDINBELGE ve aynı Anabilim Dalından Dt. Mine Özçelik Yılmaz tarafından sunulan **“Farklı döner eğe sistemleri kullanılarak apikalden taşan debris miktarının ve çalışma zamanının karşılaştırılması”** araştırma projesi 10 üyenin katılımı ile değerlendirildi.

Değerlendirme sonucunda, Projenin, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Yönergesi İlkelerine uygun olduğundan **“kabulüne”** oybirliği ile karar verildi.

	Prof.Dr.Nimet ÜNLÜ Başkan	
Doç.Dr.İsa YÖNDEM Üye	Doç.Dr.Nevin COBANOĞLU Üye	Prof.Dr.Doğan DOLANMAZ Üye
Prof.Dr.Sema S. HAKKI Üye	Prof.Dr.Duygu FINDIK İzinli	Prof.Dr.Ender ERDOĞAN Üye
Prof.Dr.Hale ARI AYDINBELGE Katılmadı	Prof.Dr.Faruk AKGÜNLÜ Üye	Prof.Dr.Sibel YILDIRIM Üye
Doç.Dr.Mehmet AKIN İzinli	Doç.Dr.Hüsamettin YATANSEV Üye	Doç.Dr.K. Hakan DOĞAN Üye

## 8. ÖZGEÇMİŞ

18 Ağustos 1988 tarihinde Ankara’da doğdu. İlköğrenimini sırasıyla Ankara Gülpınar İlköğretim Okulu, Alaşehir Beş Eylül İlköğretim Okulu ve Sarıgöl Atatürk İlköğretim Okulu’nda, orta öğrenimini ise Alaşehir Ahmet Altan Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2006 yılında başladığı Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden 2011 yılında mezun oldu. 2014 yılında Diş hekimliği Uzmanlık Sınavı ile girmeye hak kazandığı Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı’nda uzmanlık eğitime başladı. Halen Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı’nda uzmanlık eğitime devam etmektedir.

