



T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ



**RESİPROKAL VE ROTASYONEL HAREKET İLE ÇALIŞAN FARKLI ISIL
İŞLEM GÖRMÜŞ TEK EĞE SİSTEMLERİNİN KORONAL GENİŞLETME
ENSTRÜMANI İLE BİRLİKTE KULLANIMININ APİKALDEN TAŞAN
DEBRİS MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Aycan DÖĞER ÇAĞLAR
ENDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Esin ÖZLEK

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**RESİPROKAL VE ROTASYONEL HAREKET İLE ÇALIŞAN FARKLI ISIL
İŞLEM GÖRMÜŞ TEK EĞE SİSTEMLERİNİN KORONAL GENİŞLETME
ENSTRÜMANI İLE BİRLİKTE KULLANIMININ APİKALDEN TAŞAN
DEBRİS MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Aycan DÖĞER ÇAĞLAR
ENDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Esin ÖZLEK

VAN-2022

KABUL VE ONAY

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı uzmanlık öğrencisi Dt. Aycan DÖĞER ÇAĞLAR tarafından hazırlanan “Resiprokal ve Rotasyonel Hareket ile Çalışan Farklı Isıl İşlem Görmüş Tek Eğe Sistemlerinin Koronal Genişletme Enstrümanı ile Birlikte Kullanımının Apikalden Taşan Debris Miktarı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki juri tarafından UZMANLIK TEZİ olarak OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 27/04/2022

İmza
Doç. Dr. Burçin ARICAN ALPAY
Jüri Başkanı

İmza
Doç. Dr. Esin ÖZLEK
Jüri Üyesi

İmza
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin GÜNDÜZ
Jüri Üyesi

İmza
Prof. Dr. Cemil GÖYA
Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan, yaşadığım sorunlarda hep yanımda olan tez danışmanım ve değerli hocam, Doç. Dr. Esin ÖZLEK'e,

Tez sürecim ve uzmanlık eğitimimde her zaman destek olan değerli hocalarım, Doç.Dr. Özgür GENÇ ŞEN ve Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin GÜNDÜZ'e,

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Dt. Yusuf SAED, Dt. Nasser SHOSHAA, Dt. Safa ALQASSAB, Dt. Ahmet TAŞAN, Dt. Pelinsu ŞAHİN ve Dt. Elif BAŞTUĞ'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca tanıdığım ve bu sürecin daha güzel ve keyifli geçmesinde sonsuz katkıları olan, Dt. Melike ÇAKIR KIRLI, Dt. Sevda FİDAN, Dt. Yeşim BAYKAL, Dt. Birgül AKDOĞAN ve diğer tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Yıllardır her derdimde yanımda olan ve çok sevdiğim arkadaşlarım, Begüm AYDIN ve Büşra NAZ CANITEZ'e,

Sevgilerini ve desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, hayatım boyunca aldığım tüm kararlarda bana hep destek olan çok sevdiğim aile üyelerim, annem Sultan DÖĞER'e, babam Rüstem DÖĞER'e, kız kardeşim Aysu DÖĞER ve canım eşim Oğuzhan ÇAĞLAR'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Döğer Çağlar A., Resiprokal ve rotasyonel hareket ile çalışan farklı ısıl işlem görmüş tek eğe sistemlerinin koronal genişletme enstrümanı ile birlikte kullanımının apikalden taşan debris miktarı üzerine etkisinin değerlendirilmesi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Van, 2022. Bu tez çalışmasının amacı tek eğe sistemlerinden resiprokal hareket yapan WaveOne Gold ve Reciprocal Blue ile rotasyonel hareket yapan One Shape ve Hyflex EDM eğe sistemlerinin One Flare koronal genişletme egesi ile birlikte kullanımının apikalden taşan debris miktarını karşılaştırmaktır. Tüm örnekler şekillendirme ve genişletme sırasında kullanılacak tek eğe sistemlerine göre rastgele 4 gruba ayrılmıştır (n=20): Grup 1: WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Grup 2: Reciprocal Blue (VDW GmbH, Münih, Almanya), Grup 3: One Shape (Micro Mega, Besançon, Fransa), Grup 4: Hyflex EDM (Coltene/Whaledent, Altstätten, İsviçre). Daha sonra tüm gruplar koronal genişletme yapıp yapılmamasına göre rastgele 2 alt gruba ayrılmıştır (n=10): Alt Grup A: Koronal genişletme yapılmayan, Alt Grup B: Koronal genişletme yapılan (One Flare (COLTENE MicroMega)). Kök kanallarının şekillendirilmesi ve genişletilmesi sırasında irrigasyon solüsyonu olarak distile su kullanılmıştır. Şekillendirme sırasında taşan debris ve irrigasyon solüsyonu Eppendorf tüplerinde biriktirilmiştir. Kuru debris ağırlığını belirlemek için tüpler etüv içerisinde 68 C° de 5 gün boyunca bekletilmiştir. Eppendorf tüpler işlem öncesi ve sonrasında hassas terazide tartılarak taşan debris miktarı belirlenmiştir. Veriler iki yönlü varyans analizi ile incelendi. Çoklu karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi kullanıldı. Analiz sonucunda kullanılan farklı tek eğe sistemlerinin kendi aralarında taşan debris miktarları karşılaştırıldıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamış (p=0,726) ve en az taşan debris miktarının One Shape, en fazla taşan debris miktarının da Hyflex EDM eğe sisteminin olduğu görülmüştür. Koronal genişletme varlığının taşan debris miktarı üzerine etkisi de incelenmiş olup koronal genişletme yapılan ve yapılmayan gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuş (p=0,027) ve koronal genişletme yapılan gruplarda eğe türleri dikkate alınmadığında koronal genişletme yapılmayanlara göre taşan debris miktarının daha az olduğu belirlenmiştir. Kullanılan eğe sistemleri ile koronal genişletme karşılaştırıldığında herhangi bir eğe sisteminin koronal genişletme yapılması veya yapılmaması arasında taşan debris miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir (p=0,685).

Anahtar Kelimeler: WaveOne Gold, Reciprocal Blue, One Shape, Hyflex EDM, koronal genişletme, One Flare, apikal ekstrüzyon

ABSTRACT

Döğer Çağlar A., Evaluation of the effect of using different heat-treated reciprocating and rotational single-file systems with a coronal flaring instrument on the amount of apically extruded debris. Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Dentistry, Department of Endodontics, Speciality Thesis, Van, 2022. The study aims to compare the amounts of apically extruded debris caused by the single-file systems of reciprocating WaveOne Gold and Reciprocal Blue and rotational OneShape and Hyflex EDM used together with the One Flare coronal flaring instrument. All samples were randomly divided into 4 groups according to the single-file systems to be used during shaping and flaring (n=20): Group 1: WaveOne Gold (DentsplyMaillefer, Ballaigues, Switzerland), Group 2: Reciproc Blue (VDW GmbH, Munich, Germany), Group 3: OneShape (Micro Méga, Besançon, France), Group 4: Hyflex EDM (Coltene/Whaledent, Altstätten, Switzerland). Then, all groups were randomly divided into 2 subgroups according to whether coronal flaring was performed (n=10): Subgroup A: No coronal flaring, Subgroup B: Coronal flaring (One Flare (COLTENE MicroMega)). Distilled water was used as the irrigation solution during shaping and flaring of root canals. Extruded debris and irrigation solution during shaping were collected in Eppendorf tubes. The tubes were kept in an oven at 68 °C for 5 days to measure the weight of dry debris. The Eppendorf tubes were weighed on a precision scale before and after the procedure to determine the amount of extruded debris. The data were analyzed by two-way analysis of variance. Bonferroni correction was used for multiple comparisons. The analysis results of the comparison of the amount of extruded debris revealed no statistically significant difference between the different single-file systems (p=0.726), showing that the least amount of extruded debris was caused by the One Shape system and the highest amount of extruded debris was caused by the Hyflex EDM file system. The effect of the presence of coronal flaring on the amount of extruded debris was also analyzed, which showed a significant difference between the groups with and without coronal flaring (p=0.027). It was found that the amount of extruded debris was less in the groups with coronal flaring compared to those without coronal flaring, when not considering the file types. The comparison of the file systems and coronal flaring showed no statistically significant difference in the amount of extruded debris between any of the file systems with or without coronal flaring (p=0.685).

Anahtar Kelimeler: WaveOne Gold, Reciproc Blue, One Shape, Hyflex EDM, coronal flaring, One Flare, apical extrusion

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	II
Teşekkür.....	III
Özet	IV
Abstract	V
İçindekiler	VI
Simgeler ve Kısaltmalar.....	VIII
Şekiller Listesi	IX
Tablolar Listesi	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi.....	4
2.2. Kök Kanallarının Şekillendirilmesinde Kullanılan Yöntemler.....	5
2.2.1. El eğeleriyle şekillendirme.....	6
2.2.2. Ni-Ti döner aletleriyle şekillendirme	7
2.2.2.1. Tek eğe sistemleriyle şekillendirme	9
2.2.2.2. Çok eğe sistemleriyle şekillendirme	20
2.2.2.3. Hibrit teknikle şekillendirme.....	22
2.3. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Yapılan Hatalar	22
2.3.1. Basamak (ledging) oluşumu.....	22
2.3.2. Yetersiz kanal preparasyonu	23
2.3.3. Apikal transformasyon, çentik (zipping) ve dirsek (elbow) oluşumu.....	24
2.3.4. Aşırı preparasyon	25
2.3.5. Çalışma boyu kaybı.....	26
2.3.6. Perforasyon	27
2.3.7. Alet kırığı	28
2.3.8. Apikalden debris taşkınlığı	29
2.4. Apikalden Taşan Debris Miktarını Etkileyen Faktörler.....	30
2.4.1. Kanal eğimi	30
2.4.2. Çalışma uzunluğu.....	31
2.4.3. Apikal çap ve açıklık.....	31
2.4.4. Kanal aletinin şekli.....	32
2.4.5. İrrigasyon yöntemi	33

2.5. Kök Kanal Preparasyonunda Koronal Genişletmenin Önemi	35
3. GEREÇ VE YÖNTEM	38
3.1. Dişlerin Seçilmesi	38
3.2. Dişlerin Kanallarının Hazırlanması ve Standardizasyonu	38
3.3. Deney Düzeneklerinin Hazırlanması	39
3.4. Grupların Oluşturulması ve Kanalların Şekillendirilmesi	40
3.4.1. Grup 1A: WaveOne Gold	41
3.4.2. Grup 1B: WaveOne Gold+One Flare.....	42
3.4.3. Grup 2A: Reciproc Blue	42
3.4.4. Grup 2B: Reciproc Blue+One Flare.....	43
3.4.5. Grup 3A: One Shape	43
3.4.6. Grup 3B: One Shape+One Flare	44
3.4.7. Grup 4A: Hyflex EDM	44
3.4.8. Grup 4B: Hyflex EDM+One Flare	45
3.5. Taşan Debris Miktarının Değerlendirilmesi	46
3.6. İstatistiksel Yöntem.....	46
4. BULGULAR.....	47
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	49
5.1. Tartışma.....	49
5.2. Sonuç.....	65
KAYNAKLAR	67
ÖZ GEÇMİŞ	86

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
ark.	: Arkadaşları
C	: Santigrat
CM	: Controled Memory Wire (hafıza kontrollü tel)
EDM	: Electrical Discharge Machining (elektriksel boşaltım işleme)
EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
G	: Gauge
ISO	: International Organization for Standardization
M Wire	: Memory Wire (hafızalı tel)
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
N.cm	: Newton-Santimetre
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
Ni-Ti	: Nikel-Titanyum
°	: Derece
° F	: Fahrenayt derece
p	: İstatistiksel anlamlılık
PTU	: ProTaper Universal
rpm	: Revoulations per minute (Dakikadaki Devir Sayısı)
SAF	: Self Adjusting File
SPSS	: Statistical package for social science
WL	: Çalışma uzunluğu

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	WaveOne Gold primary (25 / 07).....	10
Şekil 2.	Reciproc Blue R25 (25 / 08).....	13
Şekil 3.	One Shape 25 / 06 nolu alet.....	16
Şekil 4.	Hyflex EDM 25 / 08 nolu alet	19
Şekil 5.	One Flare (.09) eğesi (COLTENE MicroMega).....	37
Şekil 6.	Ağırlık ölçümü için kullanılan hassas terazi	39
Şekil 7.	Taşan debrisin biriktirilmesi için hazırlanan deney düzeneği.	40
Şekil 8.	X-Smart Plus endodontik motor	41
Şekil 9.	WaveOne Gold eğeleri.	42
Şekil 10.	One Flare eğeleri.....	42
Şekil 11.	Reciproc Blue eğeleri.	43
Şekil 12.	One Shape eğeleri.	44
Şekil 13.	Hyflex EDM eğeleri.	45
Şekil 14.	Örneklerin bekletildiği Memmert UN 110 Etüv	46
Şekil 15.	Apikalden taşan debris miktarının gruplara ve koronal genişletmeye göre ortalama değerlerinin dağılımı.	48

TABLULAR LİSTESİ

- Tablo 1.** Eğe ve koronal genişletme durumuna göre debris değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler. 47
- Tablo 2.** Eğe ve koronal genişletme durumuna göre debris değerlerinin karşılaştırılması..... 47



1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin amacı, tüm kök kanal sisteminin mekanik olarak şekillendirilmesi, irrigasyon ve dezenfeksiyon işleminin yapılarak mikroorganizmaların elimine edilmesi sonucu enfeksiyonun giderilmesini sağlamaktır (Rödig ve Hülsmann, 2003). Kök kanal anatomisinin bütünlüğü ve yapısı korunarak kemomekanik preparasyon yapılması başarılı bir endodontik tedavi için en önemli adımlardan biri olarak sayılmaktadır (Burklein ve Schafer, 2013).

Endodontik tedavide Nikel-Titanyum (Ni-Ti) döner aletlerle kök kanallarının şekillendirilmesi son zamanlarda yaygınlaşmıştır (Paque ve ark., 2005). Nikel titanyum (Ni-Ti), süper elastikiyet ve şekil hafızası özelliklerini yansıtabilmek için işlenebilir biyomedikal bir alaşımlardır. Kavisli kök kanallarında kemomekanik şekillendirmenin kolaylaştırılmasına ve rahat bir şekilde kanallara erişime izin veren, paslanmaz çeliğe göre sahip olduğu üstün elastikiyetiyle endodontide tanıtılmaya başlanılan malzemelerdir (Zinelis ve ark., 2010). Dental literatürlerde, bu alaşımların kök kanal tedavisinin kalitesinde ve klinik performansında bir iyileşme sağladığı bildirilmiştir (Molander ve ark., 2007). Komplikasyonları azaltmak için çoğu üretici firma çeşitli kesit ve konikliklere sahip kendi Ni-Ti aletlerini geliştirmiştir (Carrotte, 2009).

Yakın zamanda piyasaya sürülen Nikel-Titanyum tek eğe sistemleri, koronal genişletmeyi sağlayan enstrümanları kullanmadan sadece tek bir eğe ile kök kanallarını şekillendiren bir prensibe dayanır. Hekimlerin kanal tedavisi sırasında hem zamandan tasarruf hem de verimliliklerini arttırmak için üreticiler farklı hareketlerde çalışan tek eğe sistemlerini geliştirmişlerdir (Erik ve ark., 2019). WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ve Reciproc Blue (VDW GmbH, Münih, Almanya), resiprokasyon hareketi yapan tek eğe sistemleri olarak piyasaya sürülmüştür. Bu eğelerin üretiminde M-Wire ısıtma işlem teknolojilerinden yararlanılmıştır. OneShape (Micro-Mega SA, Besancon, Fransa) ve Hyflex EDM (Coltene/Whaledent, Altstatten, İsviçre) ise, rotasyonel hareket ile çalışan tek eğe sistemlerindedir. One Shape eğe sistemi östenit fazda Ni-Ti (%55 Nikel) alaşımından üretilen tek kullanımlık eğelerdir (Burklein ve ark., 2013). HyFlex EDM ise kontrollü bir bellek (CM) alaşımı kullanılarak electro-discharge machining (EDM) yöntemi ile üretilen bir eğe sistemidir (Pirani ve ark., 2018).

Neelakantan ve ark. rotasyonel hareket kinematiğine sahip eğelerin resiprokasyon hareketle çalışan sistemlere göre daha fazla debrisin çevre dokulara itildiğini bildirmişlerdir (Neelakantan ve Sharma, 2015).

Yeni nesil üretilen Ni-Ti döner aletler ile şekillendirme sırasında oluşabilecek komplikasyonlar en aza indirilmeye çalışılsa da ancak bu aletleri güvenli bir şekilde kullanmak ve iyi bir apikal preparasyonun yapılabilmesi için de koronal genişletme veya ön genişletme (preflaring) olarak adlandırılan işlem uygulanarak kök kanallarında rehber yol (glide path) oluşturulması tavsiye edilmektedir. One Flare (COLTENE MicroMega); taper açısı %9 olan, ısıl işlem görmüş ve kanal tedavisinde koronal genişletme için kullanılan yeni Ni-Ti eğelerden biridir (Ataya ve ark., 2017). Roland ve ark., koronal preflaring yapılmasının alet kırık insidansında azalma sağladığını belirtmişlerdir (Roland ve ark., 2002). Ancak kök yapısının zayıflaması ve furkal ve strip perforasyonların önlenmesi için çok fazla koronal genişletme yapılmasından kaçınılmalıdır (Abella ve ark., 2012).

Preparasyon sırasında bakteri, dentin artıkları ve nekrotik doku gibi irrigan ve kalıntılar periradiküler bölgeye ekstrüde edilerek periapikal inflamasyona ve postoperatif alevlenmelere neden olabilir. Enflamatuvar reaksiyonların kemik rezorpsiyonu, ödem ve ağrıya neden olabileceği bu nedenle, apikal olarak ekstrüde edilen materyal miktarını en aza indirerek postoperatif reaksiyonları azaltmak gerekmektedir (Tanalp ve Güngör, 2014).

Kök kanallarının preparasyonunda kullanılan enstrüman tasarımları ve enstrümantasyon teknikleri apikalden taşınan debris miktarını etkileyen parametrelerdendir (De-Deus ve ark., 2014). Yapılan çalışmalarda farklı alet ve tekniklerin hepsinin belli miktarlarda apikalden debris taşıyarak kök kanal sistemini genişletip şekillendirdikleri bildirilmiştir (Gutmann ve Gao, 2012).

Kök kanal şekillendirilmesinde kullanılan döner alet sistemlerine her geçen gün yenisi eklenmektedir. Gündeme gelen her yeni sistem bir öncekinin dezavantajını gidermeye yönelik olsa da henüz debris ekstrüzyonuna yol açmadan preparasyon yapabilen bir sistem geliştirilememiştir. Bununla birlikte, daha az debris taşıyan ege sistemleri üretilerek preparasyona bağlı oluşabilecek komplikasyonların azaltılabilmesi

açısından önemli görülmektedir. Bu tez çalışmasının amacı tek eğe sistemlerinden resiprokal hareket yapan WaveOne Gold ve Reciprocal Blue ile rotasyon hareketi yapan One Shape ve Hyflex EDM eğe sistemlerinin koronal genişletme eğesi (One Flare) ile beraber kullanımının apikalden taşan debris miktarını karşılaştırmaktır. Çalışmanın sıfır hipotezi ‘Ne tek eğe sistemlerinin ne de koronal genişletme yapılmasının apikalden debris taşıma miktarı üzerine etkisi yoktur.’ olarak tanımlanmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Kanal tedavisinde etkili bir irrigasyon ve iyi bir dolunun yapılabilmesi için ideal kanal şekli kökün apikalinden koronale doğru konik bir form alan yapıya sahip olmalıdır (Tomson ve Simon, 2016). Kök kanal enstrümantasyonları kullanılarak yapılan şekillendirme, pulpa dokusu ve bakterilerin uzaklaştırılmasını ayrıca kanalın içine irrigasyon maddelerinin, ilaçların ve son olarak kök dolgu malzemelerinin verilmesi için bir alan sağlamaktadır (Siqueira ve ark., 2007). Çok sayıda teknik ve antibakteriyel ajan kullanılarak, mikroorganizmalardan arındırılmış bir kanal şekillendirilmesi yapılmaktadır (Peters ve Barbakow, 2000; Mitchell ve ark., 2010).

Şekillendirme işlemi enstrümanlara ve kullanılan tekniğe bağlı olup, bu işlem esnasında kök kanalına her zaman konik bir form şekli verilemeyebilir. Bu da perforasyon, zipping, transportasyon ve dirsek gibi komplikasyonlara neden olabilmektedir (Tidmarsh, 1982; Alodeh ve ark., 1989). Eğelerin farklı şekillendirme tekniklerinde uygulanması debris ekstrüzyonunun da değişmesine neden olmaktadır (Al-Omari ve Dummer, 1995).

Kök kanal şekillendirmesinin hedefleri Hülsmann ve ark.'na göre;

- Irrigasyon ve kanal içi ilaçlar için gerekli alanın oluşturulması
- Nekrotik ve vital dokuların kanaldan uzaklaştırılması
- Kök ucu anatomisinin yapısı ve konumunun değişmesinin önlenmesi
- Kanal dolununun rahat yapılması
- Kök kanal tedavisinde diş hekimine bağlı oluşabilecek hatalardan sakınılması
- Kök dentininin değişmeden uzun süreli işlev görmesi
- Periradiküler dokularda olası meydana gelebilecek enfeksiyon ve / veya irritasyonların engellenmesini içermektedir (Hülsmann ve ark., 2005).

2.2. Kök Kanallarının Şekillendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

Başarılı bir endodontik tedavi, pulpa kalıntılarının, bakterilerin ve bunların yan ürünlerinin ortadan kaldırılmasına bağlıdır. Bununla birlikte, kök kanalının anatomisinin karmaşıklığı, aletlerle temas edilemeyen alanlarda bakteriyel kalıcılığa neden olabilir (Peters, 2004; Siqueira ve ark., 2013). Bunu önlemek için preparasyonda kullanılan enstrümantasyon ve tekniklerde değişikliklere gidilmiştir. Halihazırda piyasada el aletlerinden döner aletle kullanılan farklı Ni-Ti alaşımları ile üretilen çeşitli enstrümantasyonlar bulunmaktadır (Thompson, 2000; Hülsmann ve ark., 2005; Alapati ve ark., 2009; Gavini ve ark., 2018).

Ne mekanik ne de manuel yöntemlerle tüm duvar alanlarında kanal preparasyonunu yapmak mümkün değildir. Döner aletlerin, sonik veya ultrasonik ünitelerle makul bir kombinasyonunun kök kanalını hazırlama, temizleme ve irrigasyonda kesinlikle avantajları vardır. Kök kanallarının mekanik veya manuel olarak hazırlanmasından daha önemli olan, diş hekiminin titiz bir şekilde çalışması ve kök kanal anatomisi hakkında tam bilgi sahibi olmasıdır. Kök kanallarının hazırlanmasında mekanik ve manuel aletler vazgeçilmez olup verimlilik söz konusu olduğundan eğelerdeki son gelişmeler umut verici olmaktadır (Fernandes ve ark., 2020).

Kök kanal şekillendirmesi 3 temel grupta sıralanmaktadır (Peters ve Peters, 2011):

- El eğeleriyle şekillendirme
- Ni-Ti döner aletleriyle şekillendirme
- Hibrit teknikle şekillendirme

Bu şekillendirme yöntemleri klinikte de en fazla kullanılan teknikler arasındadırlar.

2.2.1. El eğeleriyle şekillendirme

Geleneksel olarak kanal şekillendirme, elle manipüle edilen ISO standardında 0,02 koniklikte paslanmaz çelik aletler kullanılarak yapılmaktadır. Aletlerdeki farklılıklar kesici bıçakların açısı ve derinliğindeki modifikasyonlarla, enine kesitteki değişimler veya eğelerin en uç bölümündeki şekil değişiklikleriyle sağlanmaktadır. Bu paslanmaz çelik aletleri 16 mm'de kesici bıçak bulunup her 1 mm'sinde el aletinin çapı 0,02 mm büyümektedir. Uç yapıları da kesicilik olarak farklılık göstermektedir (Saunders, 2005).

Şekilleri üçgen, kare elips, yuvarlak, U olarak farklı üretilmiş olup keskinlik, esneklik ve kırılmaya karşı direnç gibi özelliklerin değişmesinde etkilidir. Teller ya kendi eksenini etrafında döndürülerek ya da aşınarak yapılmaktadır (Alaçam ve ark., 2012).

Piyasada farklı el aletleri bulunmakta olup K tipi ve Hedström eğeleri en sık tercih edilen enstrümanlardır. K eğe tipi çeyrek dönüş ve çekme hareketiyle uygulanırken Hedström eğeyse sadece çekme hareketiyle uygulanmaktadır. Paslanmaz çelik aletlerin dezavantajlarından birisi de elastikiyet özellikleri olmadığı için hekim kaynaklı hatalara sebep olabilmesidir. Aynı zamanda taper açılarının az olması da preparasyon sırasında kök kanalının apikalden koronale doğru uygun bir form verilmesini engellemektedir. Dolayısıyla kök kanalına apikalden koronale doğru genişleyen form verilemediğinde irrigasyon ajanlarının etkinliği azalacak ve kök kanal şekillendirmesi sırasında meydana gelen debrisin kök ucuna doğru itilmesine neden olabilecektir (Saunders, 2005).

1915 yılında ilk kez K tipi eğeler üretilmiştir. Enine kesitleri eşkenar dörtgen şeklindedir. Bu eğeler kanalın apikaline konulup çeyrek rotasyon hareketiyle duvar teması da alınarak törpüleme ya da eğeleme hareketiyle şekillendirme yapılır. Basamağa neden olmamak için eğimli kanallarda ileri-geri hareketin yapılması istenmez. Eğelerin geometrik yapıları fleksibilite ve torsiyon gibi özelliklerini etkileyerek eğri kanallarda kırılma rezistansını değiştirmektedir. Geniş ve dar spiralleri sayesinde debrisin kolay bir şekilde eğeye saplanmasını sağlar (Alaçam ve ark., 2012).

Hedström eğeler ise uca doğru sivri bir şekilde incelen bir dizi keskin koni halinde üretilmişlerdir. Eğe enine kesitte sırayla üst üste yerleşen üçgenleri andırmaktadır. K tipi eğelerden daha keskindirler. Aletin uzun eksen ve kesici kenar arasındaki açının 60- 65 °

olması sadece çekme hareketiyle kullanılmasına olanak tanır. Bu eğeler de K tipi eğeler gibi rotasyon hareketi yapılırsa aletin kırılma ihtimali artar ve aynı zamanda diş kökünde de hasara neden olabilmektedir (Alaçam ve ark., 2012).

Zamanla paslanmaz çelikten yapılmış el aletleri yerine az miktarda alüminyum ve vanadyum içeren Ni-Ti veya saf Ni-Ti'dan yapılmış endodontik aletler piyasaya sürülmüştür. Paslanmaz çelik ile karşılaştırıldıklarında, bu yeni metal alaşımlarla yapılan K tipi eğelerin beş veya altı kat daha esnek özellik gösterdikleri ancak kırılmada daha düşük tork değerlere sahip oldukları bildirilmiştir (Brau-Aguadé ve ark., 1996). Özellikle kavisli kök kanallarında istenmeyen komplikasyonları en aza indirmek için paslanmaz çelikten yapılan aletlere göre Ni-Ti eğeler mükemmel bir esneklik, şekil hafızası, torsiyonel kırılmaya karşı büyük bir direnç sergiledikleri şeklinde üretici firmalar tarafından tanıtılıp kanal tedavilerinde yer almayı sağlamıştır (Walia ve ark., 1988; Kazemi ve ark., 1996; Tepel ve ark., 1997). Ancak Ni-Ti aletlerinin kesme özelliklerinin çok iyi olmaması ve aletlerin deforme olabilmeleri dezavantajları arasında sayılmaktadır (Alaçam ve ark., 2012).

2.2.2. Ni-Ti döner aletleriyle şekillendirme

1960'ların başında ABD'deki laboratuvarında manyetik olmayan, su geçirmez alaşımları araştıran bir metalurjist tarafından Ni-Ti alaşımları geliştirilmiştir. Bu alaşımların termodinamik özelliklerinin spesifik ve kontrollü bir ısı işlem uygulanarak değiştirildiğinde şekil hafıza etkisi üretebildikleri ve süper elastikiyet özelliği kazandıkları tespit edilmiştir. Paslanmaz çeliğe kıyasla daha küçük elastisite modülüne ve daha yüksek kırılma direncine sahip olduğundan eğri kök kanallarında geleneksel alaşımlar gibi kolay ve kalıcı deforme olmazlar (Thompson, 2000).

Döner Ni-Ti aletlerin üretilmesiyle iyatrojenik hataların azaldığı ve aşırı kavisli kanalların şekillerinin korunduğu bildirilmiştir (Schäfer ve ark., 2000). Nikel- titanyum döner eğeler, paslanmaz çelik eğelerden daha esnek ve dayanıklıdır. Dolayısıyla kanal formunun değişmesini önlemekte ve irrigasyon ajanların kanala daha iyi nüfuz etmesini sağlamaktadır (Chen ve Messer, 2002).

Yapılan çalışmalarda; hekime kolaylık sağlaması, debrisin uzaklaştırılması, mükemmel bir konik form vermesi, daha az kanal transportasyonuna neden olması, dış yapısının daha fazla korunması ve el eğelerinden daha hızlı kanallar hazırladığı rapor edilmiştir. Buna karşın, Ni-Ti eğelerin en büyük dezavantajlarından biri ise torsiyonel yorgunluk sonucu aletlerin kırılmasıdır (Arens ve ark., 2003; Camoes ve ark., 2009).

Ni-Ti döner eğelerin benzersiz mekanik belleği, alaşımın geçiş sıcaklığının üzerinde ısıtıldığında mekanik bozulmadan sonra orijinal şeklini tekrardan kazanmasını sağlar.

Sadece kanal tedavisinde kullanılan döner el aletlerinde değil ortodontik ark tellerinde, kron ve protez yapımındaki dökümlerde, implant yapımında, cerrahiler de bu alaşımdan yararlanılmaktadır. İki veya daha fazla metal kombinasyonundan oluşan, deformasyona izin verebilen, biyoyumlu, korozyona karşı mükemmel bir dirence sahip malzemedir. Nikel oranı titanyuma göre daha fazla olup, %56 oranındadır. Bu alaşımdan yapılmış aletlerin endodontistler tarafından daha yaygın kullanılması için, artan maliyetleri azaltmak, aşınma nedeniyle kesme kabiliyetindeki kaybı önlemek, çeşitli tasarım ve boyutlardaki işlenme kalitelerini yükseltmek gereklidir (Thompson, 2000).

Ni-Ti aletlerin kullanımı kök kanal tedavilerini kolaylaştırsalar da alet kırılması gibi komplikasyonların önüne geçebilmek için üretici firmaların protokollerine uymak gerekmektedir. Çoğunun önerdiği hususlar şunlardır (Peters ve ark., 2017):

- Temel kullanım amaçları kanalın prepare edilmesi içindir.
- İlk önce düz bir doğrultuda kanala girilmelidir.
- Başta el eğesiyle genişletilip ondan sonra kullanılmalıdır.
- Genelde teknik olarak Crown-down ile uygulanmaktadır.
- Kanallar irrigasyon ajanlarıyla bol bol temizlenmelidir.
- Bir kez kullanıldıktan sonra mümkün olduğunca ikinci kez kullanılmamalıdır.
- Üretici firmanın önerdiği hız ve torkta çalışılmalıdır.

- Şekillendirme sırasında alet kırılmasını ve apekse zararı önlemek için eğeye fazla basınç verilmemelidir.

2.2.2.1. Tek eğe sistemleriyle şekillendirme

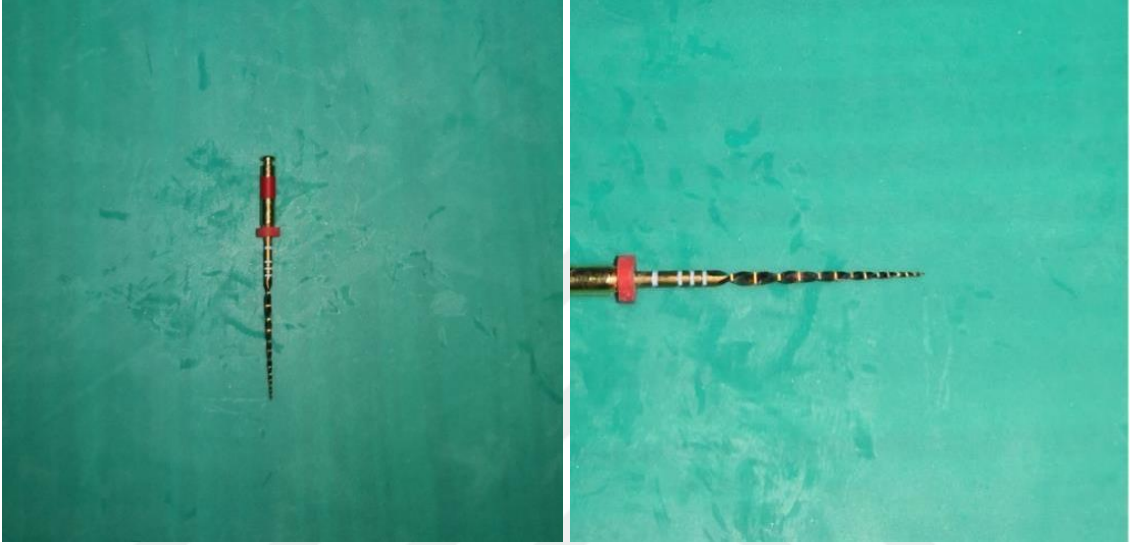
a) WaveOne Gold

WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) yakın zamanda üretilen WaveOne (Dentsply Maillefer) sistemi gibi kinematiği aynı resiprokal hareketle çalışan ancak kesit, boyut ve geometrik yapısının eğeyi daha esnek hale getirebilmek için farklılık gösteren güncellenmiş tek eğe sistemidir. WaveOne eğelerinin kesit tasarımı dış bükey bir üçgeni andırırken WaveOne Gold alternatif 1 noktalı temas ile 85 aktif kesme kenarı sağlayan merkez dışı ve 2 kesici kenarı olan bir paralelkenar tasarımına sahiptir. WaveOne ve WaveOne Gold eğelerinde modifiye edilmiş koniklikler bulunur. Yeni WaveOne Gold eğeleri aynı zamanda ProTaper Next (Dentsply Maillefer) eğelerinin merkez dışı dizaynına sahiptir. WaveOne Gold eğeleri ileri metalürji kullanılarak yapılır ve altın ısıtma işlem teknolojisi ile üretilmektedir. Eşsiz altın rengi, bir termal döngü prosedüründen oluşmaktadır. Bu altın ısıtma işlem, M-Wire teknolojisinin üretim öncesi ısıtma işleminin aksine, eğenin birçok kez yavaşça ısıtılması ve ardından yavaşça soğutulmasıyla manuel olarak gerçekleştirilir. Üretici firma bu yeni ısıtma işleminin eğenin hem esnekliğini hem de döngüsel yorulma direncini arttırdığını iddia etmektedir (Webber, 2015; Adıgüzel ve Çapar, 2017; Keskin ve ark., 2017).

WaveOne Gold eğelerinin metalürjisi M-Wire alaşımından Gold-Wire alaşımına dönüştürülmüştür. Bu alaşım Ni-Ti ve M telinden daha fazla esneklik sağlamaktadır (Hieawy ve ark., 2015). WaveOne Gold termal işlem kullanılarak üretilmektedir. Bu ısıtma işleminin dönüşüm sıcaklıkları (östenitik başlangıç ve östenitik bitiş) eğe üzerinde olumlu etki sağlamıştır. Isıtma işleminin kendine özgü altın kaplama özelliği sağlarken daha da önemlisi WaveOne'a göre direnç ve esnekliği artmıştır. Döngüsel yorulma direnci %50 daha fazla (çoğu standart döner eğe sisteminden 2 kat daha fazladır), esnekliği de %80 daha fazla artmıştır (Hieawy ve ark., 2015) (Şekil 1).

WaveOne Gold'un 4 tip boyutu olup hepsinin 21,25 ve 31 mm uzunlukları bulunmaktadır. Bunlar (Webber, 2015; Ruddle, 2016):

- Small: Uç kısmının çapı 0.20mm, taper açısı %7 ve sarı renktedir.
- Primary: Uç kısmının çapı 0.25mm, taper açısı %7 ve kırmızı renktedir.
- Medium: Uç kısmının çapı 0.35mm, taper açısı %6 ve yeşil renktedir.
- Large: Uç kısmının çapı 0.45mm, taper açısı %5 ve beyaz renktedir.



Şekil 1. WaveOne Gold primary (25 / 07) (Dentsply Maillefer, Balaigues, İsviçre).

Farklı tip boyutların olması geniş bir apikal çap aralığı sunarak kanal anatomisinde kolaylıklar sağlar. WaveOne GOLD, 16 mm'lik aktif kesme uzunluklarına, posterior dişlere daha kolay erişebilmek için kısaltılmış 11 mm'lik sap kısmına ve WaveOne ile aynı genişleyen ISO renk kodlu ABS halkaya sahiptir. Eğenin D16 çapta diş yapısının minimal invaziv şekillendirilmesiyle üç boyutlu etkili bir irrigasyon ve obtürasyonu sağlayarak doğal dişin bütünlüğünü koruma amacını temel almışlardır. Enine kesiti, kanal duvarı ile temas halinde 85 derecelik iki kesici kenarı olan bir paralel kenar olup, merkez dışı enine kesitiyle de yalnızca bir kesici kenar kanal duvarı ile temas halindedir. Eğe ile kanal duvarı arasındaki temas alanının azaltılması, bağlanmayı azaltır ve cihazın aktif uzunluğu boyunca 24 derecelik sabit bir heliks açısı ile bağlantılı olarak, vidalamanın çok az olmasına veya hiç olmamasına neden olur. Eğenin etrafındaki ek boşluklar daha fazla debrisin kaldırılmasını sağlar. Uç kısmı, güvenli bir şekilde tekrarlanabilir kanal penetrasyonunu sağlamak için yuvarlak şekilli konik ve yarı aktiftir. Bu tasarım özellikleri eğeyi itme kuvvetini ortadan kaldırıp güvenilirlik ve kesiciliğin

önemli derecede artarak düzgün resiprokasyon hareketiyle çalışmasını sağlamaktadır (Webber, 2015; Ruddle, 2016).

WaveOne Gold eğeleri ters kesme heliksi ile tasarlanmıştır. Önce dentini saat yönünün tersinde 150 derece keser ardından saat yönünde 30 derece dentinden ayırır. Toplam eğenin hareketi 120 derecelik bir kesme döngüsü olup 3 döngüden sonra 360 derece saat yönünün tersine hareket yapmış olacaktır. WaveOne GOLD Primary (025.07) şekillendirme prosedürünü başlatmak için her zaman önce kullanılır. Gerçek bir tek ege sistemi olarak kanalların yaklaşık %80'inde optimal şekil oluşturarak doğrulanmış, pürüzsüz ve tekrarlanabilir bir giriş yoluna sahip kanallarda kullanılmaktadır. Genişletilmiş bir giriş yolu, endodontik eğenin güvenli bir şekilde apikale ilerlemesini sağlar (Webber, 2015).

WaveOne GOLD Small (020.07) eğesi bir köprü eğesi olarak düşünülmelidir. Çünkü bu eğeyle şekillendirilen alan kök kanal sisteminin dezenfeksiyonuna ve doldurulmasına izin vermeyecek kadar küçük kabul edilir. Primary eğe, çalışma boyu belirlenmiş olan giriş yolu boyunca pasif olarak ilerlemezse, şekillendirme ve genişletmek için Small eğe kullanılır. Daha sonra Primary eğe tam çalışma uzunluğuna ulaşmak için yeniden kullanılır. Bu şekilde daha güvenli ve verimli bir şekillendirme olur (Ruddle, 2016).

Primary eğe çalışma boyuna ulaştıktan sonra, oluklar kontrol edilir ve eğer debris ile doluyorsa, şekillendirmenin tamamlandığını gösterir. Primary eğe, apikal oluklar üzerinde debris kalıntısı olmadan çalışma uzunluğunda gevşekse, şekillendirme apikal oluklar dolana kadar WaveOne GOLD Medium ve/veya WaveOne GOLD Large ile devam eder. Sırasıyla ISO#25 veya 35 el eğeleri ile apikalin ölçümü ve apikal foramen çapının büyüklüğüne göre Medium veya Large eğenin gerekli olup olmadığına karar verilir (Webber, 2015).

WaveOne Gold eğeleri üreticinin kullanım talimatlarına göre 2-3 mm'den kısa genişlikte yumuşak bir içe "vuruş", hafif gagalama ya da dışa doğru fırçalama hareketiyle kullanılır (Dinçer ve ark., 2017; Thomas ve ark., 2020). Alet kök kanalının servikal üçte birlik kısmına kadar ilerletilip kanaldan çıkartılır ve ardından irrigasyon yapılır.

Tekrardan aynı işlemler izlenerek çalışma boyunca ulaşılan kadar preparasyona devam edilir (Bueno ve ark., 2020).

Sonuç olarak WaveOne Gold kanal hazırlamak için güvenli, verimli, basit, daha iyi esneklik özelliği sayesinde alet kırılma riskinin azalması, tek bir eyleyle kanal şekillendirmesinin tamamlanabildiği, uygun maliyetli, tek kullanımlık olması sayesinde sterilizasyona ihtiyaç duymayarak zamandan ve maliyetten tasarruf sağlayan, hekimin dezenfeksiyona odaklanması için daha fazla süre tanıyan ve böylece kanal şekillendirilmesinin mekanik ve biyolojik hedeflerinin yerine getirilmesine olanak tanımaktadır (Webber, 2015; Vyver ve Vorster, 2017).

b) Reciproc Blue

Eşit olmayan ileri ve geri dönüşlü resiprokasyon hareketiyle çalışan mekanik aletler ilk kez 2008 yılında tanıtılmıştır. Reciproc serisi aletler (VDW GmbH, Münih, Almanya) özellikle bu tür rotasyonel etkisi olan kısmi resiprokal hareket için tasarlanmıştır (Yared, 2008). Isıl işlemlerle üretilmiş bir nikel-titanyum enstrümanı olan Reciproc Blue (VDW GmbH, Münih, Almanya), orijinal Reciproc'un geliştirilmiş bir versiyonudur. Reciproc ve M-wire'in geliştirilmiş hali olan Reciproc Blue eğeleri aslında, bu iki enstrüman aynı şekle ve kullanım hareketine sahiptir; ancak Reciproc Blue, yüzeyinde ince bir mavi titanyum oksit tabakası bulunan tek ege sistemidir (General ve ark., 2019). Bu ısıl işlemin esneklik ve döngüsel yorulma direncini arttırdığı ve aletin öncekine kıyasla daha az yüzey mikrosertlik değerleri göstermesini sağlamıştır (Keskin ve ark., 2017).

Döngüsel yorgunluğa karşı artan bir dirence ve daha büyük bir esnekliğe sahiptir (De-Deus ve ark., 2017). İlk başta herhangi bir enstrümantasyon olmadan ve bir giriş yolu hazırlanmadan kullanılan sistemdir. Kanalların uzunluğu, eğimleri ve kalsifikasyon dereceleri ne olursa olsun, kanalların çoğunu gerekli uzunluğa ve konikliğe getirmek için yalnızca bir alete ihtiyaç vardır (Yared, 2017).

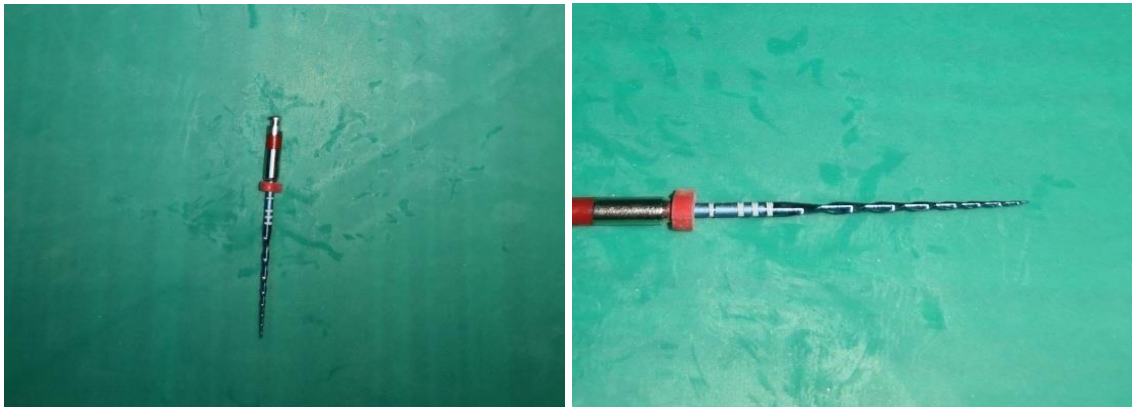
Teknik olarak basit bir ege sistemidir. Kanalların çoğunda, el ile egeleme veya giriş yolu oluşturmaya gerek kalmadan kanal şekillendirmesini tamamlamak için resiprokasyonda sadece bir tane Reciproc Blue enstrüman kullanılır. İrrigasyon

protokolleri, düz bir şekilde kanala giriş ve kaviteye erişim için gerekli koşullar değişmemektedir. Reciproc Blue eğeleriyle kanal preparasyonuna başlamadan önce kanal girişlerine herhangi bir işlem yapılmasına ihtiyaç yoktur (Yared, 2017) (Şekil 2).

Reciproc Blue, S şeklinde bir kesite, 2 kesici kenarına ve kesici olmayan bir uca sahiptir. Üreticiye göre, Reciproc Blue eğeleri, Reciproc eğelerinden yaklaşık %40 daha fazla esnekliğe, 2 kat daha yüksek döngüsel yorulma direncine sahiptir (Gündoğar ve Özyürek, 2017; Özyürek ve ark., 2018). M-Wire'da yapılan Reciproc eğeleri klinik kullanım sırasında ostenit aşamasında; malzeme oldukça sert, güçlü ve bükülebilir değildi. Reciproc Blue eğeleri klinik kullanım sırasında martensit fazındadır; malzeme yumuşaktır, esnektir ve kolayca ön eğim verilebilmektedir (Plotino ve ark., 2018).

Reciproc Blue sistemi, orijinal Reciproc serisine benzer 3 aletten oluşmaktadır; Reciproc Blue 25, Reciproc Blue 40, Reciproc Blue 50'dir. Bu eğelerle uyumlu paper point, guta-perka konları ve guta-perka tıkaçıcıları (GuttaFusion) içerir. Üç alet de uçtan ilk 3mm'den başlayarak gerileyen bir tapera sahiptir:

- Reciproc Blue 25: Uçta 0,25 mm çapa ve uçtan itibaren ilk 3 mm'nin üzerinde %8 (0,08 mm/mm) konikliğe sahiptir.
- Reciproc Blue 40: Uçta 0,40 mm çapa ve uçtan itibaren ilk 3 mm'nin üzerinde %6 (0,06 mm/mm) konikliğe sahiptir.
- Reciproc Blue 50: Uçta 0,50 mm çapa ve uçtan itibaren ilk 3 mm'nin üzerinde %5 (0,05 mm/mm) konikliğe sahiptir.



Şekil 2. Reciproc Blue R25 (25 / 08) (VDW GmbH, Münih, Almanya).

Uygun Reciproc Blue aletinin seçimi, düzgün çekilmiş bir radyografiye dayanmaktadır. Kanal radyografide kısmen veya tamamen görünmezse, kanal dar kabul edilir ve Reciproc Blue 25 seçilir. Radyografinin giriş kavitesinden apekse kadar kanalı net olarak gösterdiği diğer durumlarda, kanal nispeten büyük olarak kabul edilir. 30 K tipi bir el aleti, çalışma uzunluğuna (bir apeks konumlandırıcı ile doğrulanmıştır) yumuşak bir saat kurma hareketiyle (ileri ve geri çeyrek tur rotasyon) ancak eğeleme işlemi olmadan pasif olarak yerleştirilir. Eğe çalışma boyuna ulaşırsa kanal büyük kabul edilir; kanal hazırlığı için Reciproc Blue 50 seçilir. 30 numara el eğesi pasif olarak çalışma boyuna ulaşmıyorsa kanala pasif olarak 20 numara K tipi el eğesi konulur. Çalışma uzunluğuna ulaşırsa kanal orta büyüklükte kabul edilir ve kanal hazırlığı için Reciproc Blue 40 kullanılır. El eğesi 20 K tipiyle pasif olarak çalışma uzunluğuna ulaşmazsa o zaman Reciproc Blue 25 seçilir (Yared, 2017; <https://www.vdwdental.com>, 2017).

Eğeler, endodontik motorla birlikte saniyede 10 döngü ileri geri harekette kullanılır. Endodontik motor, üç alet için resiprokasyon hareket açıları ve hız ile programlanmıştır. İleri ve geri dönüşlerin değerleri farklıdır. 150° saat yönünün tersine ve 30° saat yönünde Reciproc ALL modunda hareket eder. Enstrüman kesme yönünde döndüğünde (saat yönünün tersi) kanalda ilerleyerek dentini kesmiş olacaktır. Ters yönde döndüğünde yani saat yönünde dönüp geriye giderek alet hemen devre dışı kalacaktır. İleri ve geri dönüşlerle ilgili nihai sonuç, eğenin kanalda ilerlemesidir. Endodontik motorda ayarlanan bu açılar Reciproc Blue enstrümanlara özeldir. Enstrümanların torsiyonal özellikleri kullanılarak belirlenmiştir (Ertaş ve ark., 2016; Yared, 2017).

Şekillendirmeye başlamadan önce, radyografi yardımıyla kök kanalının uzunluğu ölçülerek Reciproc Blue eğenin silikon stopperı bu uzunluğun üçte ikisine ayarlanır. Reciproc blue eğesi kanaldan tamamen dışarı çıkmadan yavaşça bir içeri ve dışarı gagalama hareketi ile kanala girilir. İçeri ve dışarı hareketlerin (gagalar) uzunluğu 3-4 mm'yi geçmemelidir. Sadece çok hafif basınç uygulanmalıdır. Eğe kanal içinde apikal yönde kolaylıkla ilerleyemez, 3 gagalamadan sonra veya 3 gagalama tamamlanmadan dirençle karşılaşılırsa alet kanaldan dışarı çıkartılır. Tahmini çalışma boyunun üçte ikisine kadar 10 K tipi el eğesiyle kontrol etmek için kullanılır. Kanal sık sık bolca irriga edilir. Daha sonra Reciproc Blue eğesi, tahmini uzunluğun üçte ikisine ulaşana kadar aynı

şekilde tekrar kullanılır. Kanal yıkanır ve apeks bulucu ve radyograf yardımıyla çalışma uzunluğunu belirlemek için bir 10 K tipi eğe kullanılır. Reciproc Blue aleti, çalışma uzunluğuna ulaşıncaya kadar tarif edildiği şekilde tekrar kullanılır. Çalışma uzunluğuna ulaşır ulaşmaz, gereksiz aşırı genişletmeyi önlemek için Reciproc Blue eğesi kanaldan çıkartılır. Reciproc Blue, geniş kanalların duvarlarında fırçalama hareketi ile kullanılabilir (https://www.vdwdental.com, 2017).

c) One Shape

One Shape eğeleri (Micro Méga, Besançon, Fransa) 2011 yılında ilk döner tek eğeli endodontik sistem olarak piyasaya sunulmuştur. 25 numarada kesmeyen bir uca, %6 taper açısına, 0,25 mm apikal çapa ve eğenin aktif kısmı boyunca hareket dalgaları üreten asimetrik yatay kesit tasarımına sahip olan yalnızca bir aletle kullanılan sistemdir (Elnaghy ve Elsaka, 2015). Bu alet, geleneksel bir östenit 55-NiTi alaşımından yapılmıştır (Bürklein ve ark., 2012). Vidalama etkisini önlemek amacıyla S şekilli bir tasarıma benzeyen, apikal kısımda üç kesici kenarı, koronale doğru kademeli olarak iki kesici kenara dönüşen bir üçgen kesit içerir (Bürklein ve ark., 2017).

OneShape, devamlı rotasyonel hareket için tasarlanmış yeni tek kullanımlık eğelerdir. Rotasyonel hareket sırasında kanalda saplanmasını önlemek için boyutları farklı olan çentiklere sahiptir. Üreticinin talimatlarına göre saat yönünde dönerek endodontik motor ile kanal şekillendirmesi yapılan tek eğe sistemidir. Tek bir aletle preparasyonun yapılması sayesinde tekniği basitleştirme ve genel tedavi süresini azaltma hedefinden yola çıkarak üretilmişlerdir (Dagna ve ark., 2012).

Kanala yeterli şekil ve koniklik sağlamak için üç dinamik kesite sahip enstrüman olarak tanıtılmışlardır (Reddy ve ark., 2014). Kesit tasarımına bağlı olarak eğenin devamlı bir şekilde dönmesi daha iyi kesme özelliği sağlar. Kırılmayı önlemek için kanallarda eğe gevşeyerek kullanıcının sisteme olan güvenini artırır ve geleneksel çok eğeli Ni-Ti döner sistemlerden daha uygun maliyetlidir. Ama özellikle eğri kanallarda diğer sistemlere göre (WaveOne, One Curve) transportasyonun fazla görüldüğü, kanal şeklinin ve anatomisinin çok iyi korunamadığı, döngüsel yorgunluk dirençlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir (De-Deus ve ark., 2010; Dhingra ve ark., 2014; Tambe ve ark., 2014) (Şekil 3).

- One Shape 25: Apikali geniş olmayan dişlerde ve en sık kullanılanıdır, %6 konikliğe sahiptir. 21,25 ve 29 mm uzunlukları vardır. Apikal çapı 0,25 mm'dir.
- One Shape 30: Apikali geniş dişlerde kullanılır, %6 konikliğe sahiptir. 25 ve 29 mm uzunlukları vardır. Apikal çapı 0,30 mm'dir.
- One Shape 37: Apikali geniş dişlerde kullanılır, %6 konikliğe sahiptir. 25 ve 29 mm uzunlukları vardır. Apikal çapı 0,37 mm'dir.



Şekil 3. One Shape 25 / 06 nolu alet (Micro Méga, Besançon, Fransa).

Özel otomatik cihazlar gerektiren, resiprokal veya titreşimli hareketle çalışan yakın zamanda tanıtılan diğer tek eğe sistemlerinin aksine, yaygın olarak kullanılan endodontik motorlarla devamlı döner harekette kullanılır. One Shape 21 mm, 25 mm ve

29 mm olmak üzere 3 farklı uzunluğa sahiptir. Alete baskı uygulamadan 1-2 mm gagalama hareketiyle 350-450 rpm hızda ve 2,5-4.0 N.cm torkta kullanılmalıdır. Apikale doğru her seferinde 3 gagalama hareketi (içeri-dışarı) yapılır. Daha sonra kök kanalının çalışma uzunluğu 15 K tipi eğeyle kontrol edilir. Kullanılan her eğeden sonra kanal irrigasyonu yapılmalıdır. Bu kinematik olay, eğe tam çalışma boyuna ulaşana kadar tekrar edilir. One Shape'in değişken heliks yapısı ve arttırılmış talaş alanı sağlayan şekli sayesinde oluşan debrisin yukarıya doğru itilmesine, geniş apikal preparasyonunun önlenmesine ve sonuç olarak apikal foramenden taşan debris miktarını en aza indirmektedir. Aynı zamanda kök kanalındaki bakteri sayısını da önemli ölçüde

azalttıkları görülmüştür (Burklein ve ark., 2014; Mittal ve ark., 2015; Nabeshima ve ark., 2014).

One Shape kolay bir dinamik yapısı ve elastik özellikleriyle kavisli kanallarda hem kullanımı kolaylaştırır hem de etkin kesme özelliği sağlar. Aktif olmayan (çalışmayan) ucu sayesinde güvenilir apikal ilerleme sağlar. One Shape ile yapılan kanal tedavisi geleneksel eğelere göre 4 kat daha hızlıdır. Benzersiz tasarım, protokolünü öğrenmesi kolay, sıfır çapraz kontaminasyon ile önceden sterilize edilmiş, ekonomik ve yenilikçi bir egedir (Dhingra ve ark., 2014). Üretici firmalar aletin çalışan kısmı boyunca değişen kesitlerde olması sayesinde, preparasyon aşamasında kökün apikaline doğru egede istemsizce oluşan olumsuz kuvveti tanımlayan vidalama etkisini (diş bağlanması) azaltarak kanalda güvenli bir şekilde ilerlemeyi sağladıklarını öne sürmüşlerdir (<http://micro-mega.com>, 2014; Tambe ve ark., 2014). Yapılan çalışmalarda eğimli molar dişlerin alet kırığı olmadan tek bir aletle kolaylıkla şekillendirilebileceği görülmüştür (Burklein ve Schafer, 2006; Burklein ve ark.; 2011; Burklein ve ark.; 2013). Ancak One Shape'in torsiyonal direnç ve esnekliğinin diğer sistemlere göre (WaveOne) düşük olduğu bildirilmiştir. Çünkü M-wire teknolojisiyle üretilen eğelerin geleneksel Ni-Ti'dan yapılan eğelere göre kırılmaya karşı daha fazla direnç sağladığı bildirilmiştir (Elnaghy ve Elsaka, 2015).

Yapılan bazı çalışmalarda kanal tedavisi sonrası ağrı şiddeti ve süresinin resiprosasyon hareketle çalışan sistemlere göre (Reciproc) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak da daha çok apikal transportasyona, kanalı düzleştirme eğiliminde olmalarına ve apikal foramenin genişlemesi olarak gösterilmiştir (Neelakantan ve Sharma, 2015).

d) Hyflex EDM

HyFlex EDM (Coltene/Whaledent, Altstätten, İsviçre) devamlı rotasyonel harekete sahip yeni nesil tek ege sistemleridir. HEDM eğeleri, elektriksel boşaltım işleme (EDM) teknolojisi kullanılarak kontrollü bir bellek (CM) alayımından yapılmıştır. EDM, yalıtkan sıvının içinde olan elektrot ve işlenecek parçadan elektrik akımının geçmesiyle üretilir. Bu teknoloji sayesinde HEDM eğelerinin mekanik özelliklerinin önemli ölçüde iyileştiği bildirilmiştir. HEDM eğeleri 0,25 mm apikal çapa sahip, apikal ucun ilk

5mm'sinde sabit %8 taper açısı vardır; taper koronal bölgeye doğru %4'e düşer. Eğenin tüm çalışan kısmı boyunca kırılma direncini arttıran 3 farklı yatay kesit bulunur: apikal bölgede kare veya dörtgen bir kesit, orta bölgede yamuk bir kesit ve koronal bölgede üçgen bir kesite sahiptir (Gündoğar ve Özyürek, 2017) (Şekil 4).

Termal olarak işlenmiş bir Ni-Ti alaşımı olan CM teli (Coltene/ Whaledent, Altstätten İsviçre), östenit/martensit geçiş sıcaklığı değiştirilerek böylece vücut sıcaklığında kararlı bir martensitik mikro yapı elde etmek için yakın zamanda tanıtılmıştır. Bu, HyFlex CM'ye (Coltene/ Whaledent) yüksek bir yorulma direnci, kolay esneme özelliği ve dönüşüm sıcaklığının üzerinde ısıtılarak orijinal şeklini geri kazanma yeteneği kazandırır. Yakın zamanda piyasaya sürülen HyFlex EDM (Coltene/Whaledent) aletleri, HyFlex CM ile aynı kontrollü bellek telinden üretilmiştir. Ancak yüksek frekans kıvılcım deşarjları ile işlenecek parçanın yüzeyini kısmen eriten ve buharlaştıran, temassız bir termal erozyon uygulaması olan elektrik akımının titreşimli deşarjlarıyla üretilmektedirler. HEDM, tıbbi teknoloji ve mikro mühendislikte minyatürleştirilmiş bileşenler için yaygın bir üretim süreci olmasına ve cerrahi uygulamalarda NiTi alaşımları için halihazırda kullanılmasına rağmen HyFlex EDM bu prosedürle üretilen ilk endodontik aletlerdir (Iacono ve ark., 2016).

Hyflex EDM'nin yüzeysel ve mikroyapısal özellikleri çevresel taramalı elektron mikroskobu (ESEM) ile değerlendirilmiş ve düzenli olarak dağılmış 'krater benzeri' izotropik karakterize bir yüzey ortaya çıkmıştır. Bu yüzeysel görünüm, geleneksel NiTi eğelerine kıyasla dögüsel yorulma direncini büyük ölçüde arttırdığı gösterilmiştir (Pirani ve ark., 2015; Pedulla ve ark., 2016).

Elektrodeşarj yönteminde (EDM) NiTi eğelerinin yüzeyini sertleştirmek için kıvılcım erozyonu kullanılır. Bu da Hyflex EDM'ye esneklik, üstün kırılma direnci, kompleks tasarıma sahip eğelerin yapılmasını ve gelişmiş bir kesme etkinliği özelliği kazanmasını sağlar (Özyürek ve ark., 2017). Eğenin uç kısmındaki dörtgen şekil torsiyonel dirençten, koronal kısmındaki üçgen kesitse esneklik ve yorulma direncinden sorumludur. Hyflex EDM dizisi şu şekildedir: 25/.12 (erişim açıklığı sağlayıcı/rehber), 10/.05 (Glidepath eğesi), 25/.08 (OneFile), 40/.04, 50/.03 ve 60/.02 (bitim eğeleri)'den oluşmaktadır. OneFile'in apikalinde %8'lik bir koniklik vardır, ege boyunca ise %4'e düşer. Diğer eğelerde sabit bir koniklik bulunur. Hyflex EDM benzer boyut ve konikliğe

sahip CM tel veya M-Tel eğeleri ile karşılaştırıldığında, dögüsel yorgunluğa dirençli olduğu iddia edilmiştir (Venino ve ark., 2017).



Şekil 4. Hyflex EDM 25 / 08 nolu alet (Coltene/Whaledent, Altstatten, İsviçre).

Pirani ve ark. Hyflex CM ile Hyflex EDM'i karşılaştırdıkları çalışmalarında Hyflex EDM'nin %700'e kadar yorulma direncinde bir artış olduğu bildirmişlerdir (Pirani ve ark., 2016). Esneklik ve kırılma direncinin bu kombinasyonu, kök kanalının orijinal eğiminin ve anatomisinin korunmasını sağlarken kök kanallarının temizleme ve şekillendirmesi için gereken eğe sayısında azalmasını sağlar (Kaval ve ark., 2016; Singh ve Kapoor, 2016; <http://www.colten.com>, 2018).

HyFlex EDM eğeleri kanalın orijinal anatomisini koruyarak transportasyon ve perforasyon riskini önemli ölçüde azaltır (Kaval ve ark., 2016; <https://www.coltene.com>, 2018). Bu sistemde düz ve kavisli kök kanalları için uygulanan aletlerin sırası şöyledir:

1. Koronal 1/3'te kullanılan isteğe bağlı bir rehber eğesi
2. Orta 1/3'te kullanılan 10/05 Glide path eğesi
3. Apikal 1/3'te numara 25 Hyflex EDM kullanılır (<http://www.colten.com>, 2018).

Geliştirilmiş mekanik özellikleri sayesinde uygun güta-perka ile iyi bir kanal dolumunun yapılmasına olanak tanır (Azim ve ark., 2018). Esas olarak martensit ve R fazından oluşan HyFlex EDM, geleneksel üretilen HyFlex CM ile karşılaştırıldığında artan faz dönüşüm sıcaklıkları ve daha yüksek sertlik gibi kendine özgü yapısal özellikleri

ortaya çıkmıştır (Iacono ve ark., 2016). HyFlex EDM eğesi üretici firmanın talimatları dikkate alınarak 500 rpm hızda ve 2.5 Ncm torkta hafif apikal basınç ve gagalama hareketiyle endodontik motor kullanılarak kanal şekillendirmesi yapılır (Pirani ve ark., 2015).

Yapılan çalışmalarda HEDM'nin yorulma direnci Reciproc Blue, One Shape ve WaveOne Gold'a göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Daha yüksek olmasının sebebi alaşımın yapısından ziyade elektrodeşarj işleme prosedürüyle üretilmesinden kaynaklanmaktadır (Gündoğar ve Özyürek, 2017). Orta ve koronal üçlü arasında yer alan bölümde, Hyflex EDM eğeleri bukkolingual kanal transportasyonu ve merkezleme oranı açısından iyi performans gösterdikleri, orjinal anatomiye uygun olarak kök kanallarını güvenli bir şekilde hazırladıkları tespit edilmiştir (Venino ve ark., 2017).

HyFlex EDM eğelerinden 25/.12 ve 25/.08, gözenekli 'krater benzeri' yüzeylerinde kavisli kök kanallarında kullanıldıktan sonra kesici bıçaklarda herhangi bir değişiklik olmadan korunduğu, deformasyona uğramadıkları bildirilmiştir. Sadece 10/.05'de hafif bir deformasyon olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalarda HyFlex CM eğeleri ciddi şekilde kavisli kök kanallarının hazırlanmasından sonra HyFlex EDM eğelerine kıyasla önemli ölçüde daha yüksek yüzey deformasyonu göstermiştir. NiTi eğelerin EDM teknolojisi ile temassız üretimi, ciddi eğimli kanallarda klinik kullanımdan sonra NiTi ege yüzeyinin geleneksel taşlama yöntemine göre daha iyi korunmasını sağlamıştır (Uslu ve ark., 2017; Uslu ve ark., 2018). Ayrıca, üretici firmaya göre Hyflex EDM eğeleri sterilizasyona girdiğinde eski yorulma dirençleri ve orijinal şekillerine geri döndüğü, ama geri dönmezlerse kırılma riskinden dolayı atılmaları gerektiğini önermektedirler (Amorim, 2016).

2.2.2.2. Çok ege sistemleriyle şekillendirme

Tek bir egeyle olmayıp birden fazla egeyle yapılan sistemlerdir. Bu sistemlerden biri olan ProTaper Next (PTN, Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Protaper Universal sisteminin ikinci nesli olan, benzersiz bir asimetrik dönme hareketine sahip, daha az yorulma direncini için kanal duvarlarıyla temas noktalarını azaltmak üzere tasarlanmış, değişken gerilemeli konik tasarımı ve merkezden uzak dikdörtgen açısız kesit içeren yeni bir çoklu ege sistemidir. Bu sistem, farklı uç boyutu ve konikliğe sahip

5 aletten oluşur (17/0.04, 25/0.06, 30/0.07, 40/0.06 ve 50/0.06) ve ayrıca esnekliğin artması ve döngüsel yorgunluğa karşı direnç için kanıtlanmış M-Wire Ni-Ti alaşımından üretilmiştir. ProTaper Universal'a göre kanal şekillendirmesi için daha az alet gerektirir ve daha az dentin çatlamasına neden olmaktadır (Yuan ve Yang, 2018; Ghobashy ve ark., 2016).

ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) eğeleri, bir endodontik mikromotor (XSmart, Dentsply-Maillefer) ile geleneksel rotasyonel hareketle üretici firmanın talimatına göre 300 rpm hızda çalışan çok eğeli sistemlerdir. Kök kanal hazırlığını minimum düzeyde tamamlamak için toplamda 3 şekillendirme ve 5 bitirme eğesinden oluşmaktadır; SX eğesi, S1 eğesi, S2 eğesi ve F1 (20.07), F2 (25.08), F3 (30.09), F4 (40.06) ve F5 (50.05) eğesi vardır. Orijinal kanal eğriliğini koruyan kesici bıçaklar, dışbükey üçgen kesitler ve kesici olmayan uçlara sahip kademeli bir şekilde birden fazla konikliğin birleşmesiyle oluşurlar (De-Deus ve ark., 2015; Ghobashy ve ark., 2016).

Mtwo eğeleri (VDW, Munich, Germany) kesici olmayan bir uç, 2 etkin kesici yüzey ve S şekilli bir kesite sahip çok eğeli sistemlerdir. Bu eğe sistemi; 10/0.04, 15/0.05, 20/0.06 ve 25/0.06, 30/0.05, 35/0.04, 40/0.04, 45/0.04, 50/0.04, 60/0.04 eğelerden oluşmaktadır. Kesici bıçaklardaki mesafenin apikalden koronale doğru artması sayesinde hem aletin apikalde sıkışmasının önüne geçilmiş olup hem de debrisin apikalden itilmesinin önüne geçilir. Eğe kanal içerisinde 3 kere içeri ve dışarı hareket ettirildikten sonra kanaldan çıkarılır ve bu işlem çalışma boyuna ulaşılan kadar devam edilir. Bu sistemde ön koronal genişletmeye ihtiyaç yoktur (Altunbaş ve ark., 2016; Gomes ve ark., 2017).

Typhoon döner alet sistemleri (DS Dental, Johnson City, TN), ısı işlem görmüş M- Wire teknolojisinden veya geleneksel NiTi aletlerden farklı bir NiTi alaşımı olan CM teknolojiyle yani kontrollü hafıza sistemiyle üretilen çok eğeli sistemlerdir. Bu özellikleri sayesinde orijinal şekillerine geri dönme eğilimindedirler. Bu eğeler üretici firmanın talimatları doğrultusunda endodontik motorla hafif bir giriş-çıkış hareketiyle 2.0-2.75 N.Cm torkla 400 rpm hızda kullanılmaktadır. 12 çeşit kanal aleti bulunur; 20, 25, 30, 35, 40, 45 ve 50 numara %4 taperlı; 20, 25, 30 ve 35 numara %6 taperlı ve kanal ağzını genişletmek için de 25 numara %8 taperlı eğe bulunmaktadır. Bukkal ve lingual

yönde fırçalama hareketiyle şekillendirme yapılmaktadır (Uzun ve ark., 2016; <http://pratiklinik.com>).

2.2.2.3. Hibrit teknikle şekillendirme

Step-back ve crown-down tekniklerinin birlikte kullanıldığı şekillendirme yöntemidir. El ve döner aletlerin ikisinden de yararlanır. 10 veya 15 K tipi eğyle çok fazla baskı uygulamadan çalışma boyuna kadar gidilip step-back yöntemiyle kanalın apeksi şekillendirilir. Bir sonraki alete geçmeden önce bol irrigasyon ve rekapitülasyon yapılır. Step-down yöntemi de step-back yönteme eklenir. Böylece bu hibrit teknikle hem dentinin yapısı korunmuş olur hem de basamak oluşma riski azalmaktadır (Garg ve Garg, 2010).

2.3. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Yapılan Hatalar

2.3.1. Basamak (ledging) oluşumu

Kök kanal enstrümantasyonu sırasında en sık gözlenen komplikasyonlar arasında, orijinal kanal eğriliğinden saparak basamak oluşturmaktır. Bu durum genellikle kullanılan eğelerin tam kanal uzunluğundan daha kısa bir boyda çalışıldığında veya kanal bu "kısa noktada" tıkanıldığında ortaya çıkmaktadır. Böylece kök kanalının gerçek yoluna teğet olarak yeni bir yol oluşup basamağa neden olabilmektedir (Jafarzadeh ve Abbott, 2007). Tedavide basamağın varlığı, ideal çalışma uzunluğuna ulaşan uygun bir şekilde şekillendirilmiş bir kanal hazırlığı elde etme olasılığını azaltabilir ve kanalın eksik doldurulmasının yanı sıra, kök kanal sisteminin eksik enstrümantasyon ve dezenfeksiyonu ile sonuçlanabilmektedir. Kök kanal boşluğunun tamamen temizlenmesi ve şekillendirilmesi apikal alanda zordur; bu nedenle, basamakla birlikte apikalın iyi şekillendirilememesi periapikal patolojilere neden olabilmektedir. Sonuç olarak, basamak oluşumu endodontik tedavilerin prognozunu olumsuz etkilemektedir (Kapalas ve Lambrianidis, 2000; Cohen ve Hargreaves, 2006).

Basamak oluşumunda ana iyatrojenik nedenler şunlardır (Kapalas ve Lambrianidis, 2000):

- Kanal yolunun yanlış tahmin edilmesi
- Çalışma boyu uzunluğunun hatalı tespit edilmesi
- Kavite preparasyonuna yetersiz erişim
- Ciddi eğimli kök kanallarında düz çelik aletlerin kullanılması
- Aletlerin sıralı bir şekilde kullanılmaması
- Kalsifiye kök kanallarının şekillendirilmesi yapılırken
- Kök kanal yenilemelerinde kanaldaki dolgu malzemelerinin veya kırılmış aletlerin çıkarılması sırasında meydana gelebilmektedir.

Basamak oluşum ve sıklığı ile ilişkili bazı klinik faktörler etkilidir. Enstrümantasyon tekniği, kök kanal eğriliği, diş tipi ve kanalın konumu gibi faktörlerin hepsinin basamak oluşumu ile ilişkili olduğu öne sürülmüştür (Bergenholtz ve ark., 1979; Greene ve Krell, 1990; Nagy ve ark., 1997; Kapalas ve Lambrianidis, 2000; Namazikhah ve ark., 2000; Jahan ve ark., 2006). En çok etkileyen faktörün de kök kanal eğriliği olduğu bildirilmiştir (Stadler ve ark., 1986; Greene ve Krell, 1990; Kapalas ve Lambrianidis, 2000; Eleftheriadis ve Lambrianidis, 2005).

Basamak oluşumunun önüne geçmek için tedavi öncesi radyograf alınarak çalışma boyunun belirlenmesi, uygun eğelerin kullanılması ve yeterli irrigasyon yapılması gerekmektedir (Jafarzadeh ve Abbott, 2007).

2.3.2. Yetersiz kanal preparasyonu

Kök kanallarının biyomekanik preparasyonu ile en dar yeri apikal foramende en geniş yeri ise kanal girişinde olan, etkili bir yıkama ve tıkamaya izin verecek ve orijinal kanal kurvatürüne uygun bir kanal formu elde edilmeye çalışılır (Wesselink, 1994). Dişin anatomisi, çalışma uzunluğu ve apikal foramen hakkında detaylı bilgi sahibi olunarak çalışma uzunluğunun doğru bir şekilde ölçülmesi endodontik tedavinin en önemli basamaklarından. Preparasyonun kısa yapılması kanaldaki mikroorganizmalar ve enfekte dentinin tam olarak uzaklaştırılmamasına ve buna bağlı olarak da kısa bir kanal

dolumu yapılarak başarılı kanal tedavisinin oluşumuna engel teşkil etmektedir (Akpınar ve İlhan, 2004).

Ana (master) apikal eğe çalışma uzunluğuna kadar gitmezse veya çalışma uzunluğunda sıkışır, şekillendirme sırasında enfekte dentin veya yumuşak doku talaşları çıkarsa, kanal fulvarı ve sondu çalışma uzunluğuna gidemeyip dentin duvarlarında sıkışıp kalması yetersiz kanal şekillendirmesi yaptığımızın göstergesidir (Alaçam ve ark., 2012).

2.3.3. Apikal transformasyon, çentik (zipping) ve dirsek (elbow) oluşumu

Endodontik tedavide temel ilke, detaylı bir temizlik ve şekillendirme yapmaktır. Amaç, orijinal kök kanal konfigürasyonunu koruyarak, pulpa boşluğunu tüm debrislerden tamamen uzaklaştırıp kök kanal sistemine tıkama kolaylığı sağlayarak genişletmektir. Fakat kavisli kanallarda bu amaca ulaşmak, kalsifikasyonların, düzensiz kanal konfigürasyonunun ve birden fazla boyutta eğriliğin varlığı nedeniyle zordur ve bu nedenle eğri kanallar şekillendirilirken çentik, dirsek oluşumu ve apikal transformasyon gibi potansiyel komplikasyonlar oluşabilmektedir (Luiten ve ark., 1995).

Amerikan Endodontistler Birliği'nin Endodontik Terimler Sözlüğü'ne göre kök kanal transportasyonu, "kanalın apikal yarısındaki dış eğride bulunan kanal duvar yapısının, kanal preparasyonu sırasında orijinal doğrusal şekilden saparak eğenin kendini eski haline döndürme eğilimi nedeniyle kaldırılması" olarak tanımlanmaktadır. Eğimli kanallardaki çoğu enstrümantasyon tekniklerinin ve eğelerin yanlış kullanımı sonucu apikal transportasyon (zipping) ve kum saati şekli ile sonuçlandığı görülmüştür. Normal kanal şeklinden sapma eğilimi preparasyon hareket tipine bağlıdır ve kullanılan eğenin boyutu ile artar. Eğimli kanalların şekillendirmelerinin yapılabilmesi amacıyla günümüzde eğeler daha esnek olacak şekilde modifiye edilmiş ve kesici uçları değiştirilmiştir (Kyomen ve ark., 1994; Luiten ve ark., 1995).

Zipping, eğelerin kavisli kanalları düzleştirme eğiliminde olmasından kaynaklanır, buda dentinin fazla kaldırılmasına neden olur. Eğriliğin dış yönü boyunca aşırı preparasyon nedeniyle oluşan ve apikal uç noktasında eliptik bir şekil alan yer değiştirmiş kök kanalı olarak tanımlanır. Apikal eğriliğin duvarı, gözyaşı damlası veya

kum saati şeklinde bir foramen haline dönüşür ve tam bir apikal tıkamayı elde etmeyi zorlaştırarak apikal sızdırmazlığı olumsuz yönde etkiler (Weine 1975; Hülsmann ve ark., 2005; Young ve ark., 2007).

Dirsek, genellikle maksimum eğrilik noktasında lokalize olan, apikalin dış eğim kısmından aşırı madde çıkarılması ve eğriliğin iç yönünün koronalde aşırı genişlemesiyle oluşan kök kanalının dar kısmıdır. Bu şekillendirme sonucu yetersiz koniklik ile sonuçlanır ve kök kanalının apikal kısmının uygun şekilde temizlenmesini ve tıkanmasını tehlikeye atabilir. Kanalın apikal kısmında dirsek (elbow) oluşumu insidansını azaltmak için iyi bir genişletilmiş preparasyonun yapılması gerekmektedir (Hülsmann ve ark., 2005).

Apikal transportasyon (yer değiştirme), kavisli kanalların enstrümantasyonu nedeniyle yaygın olarak görülen istenmeyen bir sonuçtur. Yapılan çalışmalarda enstrümantasyondan sonra kavisli kanalların %46'sının çeşitli derecelerde apikallerinin yer değiştirdiği bildirilmiştir. Başka çalışmada endodontik aletlerin kanalın merkezi ekseninde kalabilme yetenekleri değerlendirilmiş, temizlenmesi ve kanal şeklini koruması en zor olan kısım apikal bölge olarak tespit edilmiştir. Tüm aletlerin kavisli kanalları düzeltme eğiliminde oldukları bunun da apeks transportasyonu ve dirsek oluşumuyla sonuçlandığı görülmüştür (Luiten ve ark., 1995).

Transportasyonu azaltmak için hekimin tecrübeli olması, preparasyon sırasında bol irrigasyon yapılması, eğeye fazla kuvvet uygulanmaması, kanalın eğim açısı dikkate alınarak çalışma kontrolünün sağlanması ve kullanılan aletlerin alaşım, dizayn ve aktif uç yapıları göz önünde bulundurularak şekillendirilme yapılmalıdır (Peters, 2004; Schäfer ve Dammaschke, 2006; Jafarzadeh ve Abbott, 2007; Young ve ark., 2007).

2.3.4. Aşırı preparasyon

Aşırı preparasyon, diş yapısının bukkolingual ve mezyodistal tüm doğrultularda çok fazla miktarda alınmasıdır. Başarılı bir kanal tedavisi için dişin anatomik şekli bozulmadan en az girişimle preparasyonun yapılması şarttır (Alaçam ve ark., 2012). Kanal tedavisi sırasında aşırı preparasyon yapılması özellikle vertikal kök kırıklarının iyatrojenik nedenlerinden biridir. Sebebi de hekime veya uygulanan prosedüre bağlıdır

(Şahinkesen, 2006). Aşırı şekillendirme kök dentinin zayıflamasına neden olmaktadır. Dentinin de aşırı preparasyonu kanalda basamak veya transportasyon gibi bazı şekillendirme hatalarına yol açabilmektedir (Sonntag ve ark., 2006; Mounce, 2007).

Genellikle oval şekilli kanala sahip dişlerde kökün orta ve apikal üçlüsünde aşırı preparasyon sonucu diş kavisinin iç bölümünde periodonsiyumla ilişkili bir strip perforasyon görülmektedir. Daha çok alt molar dişlerin mezial köklerinde ve hafif kavisli kanallarda oluşmaktadır (Çalışkan, 2006; Clauder ve Shin, 2009; Alaçam ve ark., 2012).

2.3.5. Çalışma boyu kaybı

Kök kanal çalışma uzunluğu, bir koronal referans noktasından kanal preparasyonu ve dolununun sona ermesi gereken noktaya kadar olan mesafe olarak tanımlanır. Yöntemden bağımsız olarak, uygun çalışma uzunluğu belirlendikten sonra, endodontik tedavi boyunca bu ölçümün tutarlılığını korumak istenilen apikal konuma ulaşmak için çok önemlidir (Catdwell, 1976; Sjogren ve ark., 1990). Yapılan in vitro çalışmalarda, çalışma uzunluğundaki değişikliklerin genellikle kavisli kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi sırasında meydana gelen tıkanmalar, alet kırılması ve basamak oluşumu sonucu meydana geldiği rapor edilmiştir (Bergmans ve ark., 2001; Alaçam ve ark., 2012). Ayrıca büyük numaralı eğelerin sırası atlanarak kullanılması, apikal üçlüde debris birikimi, eğelerin kaymış lastik stopperları ve yanlış hareketle kullanılması da çalışma boyu kaybına neden olabilmektedir (Alaçam ve ark., 2012).

Doğru bir çalışma uzunluğu (WL), endodontik tedavinin başarısı için kritik faktörlerden biridir. Kısa bir çalışma boyu aletlerin kök kanalının bazı kısımlarına ulaşmasını engelleyerek o bölgede mikroorganizma ve enfekte dentinin kalmasına neden olur. Öte yandan, uzun bir çalışma boyu ise apikal daralımda genişleme yaparak aşırı enstrümantasyon sonucu enfekte dokuların apikalden taşmasına ve kök kanal dolgusu için apikal bağlanma noktasını tahrip ederek hem kanal tedavisinin prognozunu olumsuz yönde etkilemekte hem de periradiküler dokulara zarar verebilmektedir (Certosimo ve ark., 1999; Souza, 2006; D'Assunção ve ark., 2007).

Geleneksel olarak, çalışma boyunu belirlemek için radyograflardan yararlanılır. Bununla birlikte, radyograflar görüntünün bozulması veya büyümesine, yorum

değişkenliğine ve üç boyutlu bir nesnenin iki boyutlu olarak göstermesine bağlı çalışma uzunluğu tespiti için çok belirleyici olmamaktadır (Cianconi ve ark., 2010).

Son zamanlarda kanal boyunu belirlemek için elektronik cihazların kullanımı popüler hale gelmiş ve çok sayıda cihaz piyasaya sunulmuştur. Elektronik apeks bulucuların radyograflara göre avantajları; radyasyonun olmaması, işlem süresinin kısalması ve majör foramenden 0,5-1,0 mm uzaklıkta olan apikal daralımın tespit edilmesini sağlayarak tam çalışma boyunda kanal tedavisinin yapılmasına imkân tanır (Kuttler, 1955; D'Assunção ve ark., 2007; Patiño-Marín ve ark., 2011).

2.3.6. Perforasyon

Endodontik perforasyonlar, kök kanal boşluğu ile periradiküler dokular, periodontal dokular veya oral kavite arasındaki sürekliliğin kesintiye uğraması olarak tanımlanmaktadır (Tseis ve Fuss, 2006). Perforasyonların herhangi bir endodontik prosedürün sonucu oluşan herhangi bir açıklık, bakterilerin hızlı şekilde geçişine izin verir ve kalıcı olarak endodontik enfeksiyonlara yol açar (Pontius ve ark., 2013). Literatürdeki çalışmalar perforasyon meydana gelmiş dişlerin endodontik tedavisininin başarısızlık oranı %10 ila %12'lik arasında bir değişiklik gösterdiğini bildirilmiştir (Fuss ve Trope, 1996; Yamaguchi ve ark., 2018).

Pulpa odası perforasyonlarına neden olan bazı etiyolojik faktörler arasında büyük çürük lezyonu, iç veya dış kök rezorpsiyonu ve iyatrojenik hasarlar yer almaktadır. İyatrojenik sebepler arasında kök kanal şekillendirmesi yaparken, tıkalı kanallarda ilerlerken ve kanal ağızlarını ararken görülebilmektedir (Kvınnslund ve ark., 1989; Bryan ve ark., 1999). Çok köklü dişlerin pulpa odası tabanındaki perforasyon, periodonsiyumda inflamatuvar bir yanıtı neden olarak bu bölgedeki periodontal ataçmanda geri dönüşümsüz kayıplara neden olabilmektedir (Senthilkumar ve Subbarao, 2017).

Konik ışıklı bilgisayar tomografisi (KİBT)'nin endodontik tanı ve tedavi planlama aşamalarında kullanılması, klinisyenlerin perforasyon bölgesini, boyutunu ve ilişkili kemik kaybının varlığını belirlemede ve onarım prosedüründeki adımlarının planlanmasında kolaylık sağlamıştır (D'Addazio ve ark., 2011).

Furkal perforasyonlar uygun şekilde tamir edilmezse ilgili dişin prognozu kötüye gidicektir (Sinai, 1977). Bu nedenle, bu dişleri korumak için ilgili dişlerin uygun ve hızlı tedavisi gereklidir (Bryan ve ark., 1999). Bu tür defektlerin onarımına yönelik cerrahi prosedürler cep oluşumuna yol açabileceğinden, özellikle erişilemeyen alanlarda cerrahi olmayan yöntemler savunulmaktadır. İdeal olarak, perforasyon bölgesiyle dış çevre arasındaki iletişimi kesmek için perforasyonlar zaman kaybedilmeden hemen biyouyumlu bir malzeme ile onarılmalıdır (Bryan ve ark., 1999; Salman ve ark. 1999).

Perforasyonda prognozu belirleyen faktörler arasında defektin boyutu ve yeri, zaman, kontaminasyona maruz kalma süresi, preoperatif lezyonların varlığı, tamir için kullanılan malzemenin türü ve kalitesi, perforasyonu kapatma olasılığı ve kanala erişilebilirlik yer almaktadır (Jew ve Weine, 1982; Estrela ve ark., 2018). Diş hekiminin kontrolünde olan faktörlerden biri de tedavi sonucunu iyileştiren kullanılacak malzemelerin seçimidir. Kök onarım materyalleri olarak amalgam, EBA, çinko oksit öjenol, kalsiyum fosfat, kavite, güta-perka, kompozit, kalsiyumhidroksit, IRM, hidroksiapatit, biodentin, MTA gibi malzemeler kullanılmaktadır. Avantaj ve dezavantajlar dikkate alınarak hekim kısa sürede uygun materyal seçimi yaparak perforasyon alanı kapatmalıdır (Kakani ve ark., 2015).

2.3.7. Alet kırığı

Kırık kök kanal aletleri; endodontik eğeler, Gates Glidden frezler ve spreaderlar olarak sayılabilmekte ve NiTi, paslanmaz çelik veya karbon çelikten üretilmektedirler. Döner NiTi eğeleri kırılmadan önce uyarı vermeden yeni enstrümanlarda bile meydana gelebilirken, paslanmaz çelik eğelerse yaklaşmakta olan bir kırılma uyarısı olarak alet distorsiyonu ile başlar. Her durumda, döner NiTi aletlerinin distorsiyonu, büyütme olmadan genellikle gözle fark edilememektedir (Parashos ve Messer, 2006).

Döner NiTi eğelerinin kırılma sıklığı %0.4 ila %5 aralığında olup ve daha çok molar dişlerde gözlemlenmektedir. Alet kırılması çoğu durumda eğenin yanlış veya aşırı kullanımından kaynaklanıp kanal eğimine, giriş yoluna, kullanılan tekniğe, eğenin boyutuna, endomotorun tork ve hızına bağlıdır. En yaygın olarak kök kanalının apikal üçlüsünde meydana gelmektedir (Spili ve ark., 2005; Cheung, 2009).

Alet kırığı olduğunda tedavi yöntemlerinden biri de kırık parçanın kanaldan çıkartılmasıdır. Ancak çıkartmak her zaman mümkün olmayabilir. Bu tarz durumlarda dişte herhangi bir apikal lezyon yoksa bypass yaparak aletin yanından geçilmeye çalışılır o da olmazsa kırık parça dişte bırakılıp düzenli aralıklarla hasta çağrılarak takip edilir. Eğer apikalde lezyon varsa dişin endodontik prognozunu olumsuz etkilediği için ya bypass yapılmalıdır ya da kırık alet çıkartılmalıdır. Yapılan çalışmalarda periapikal lezyonu olmayan kırık ege dişlerde %98, lezyonu olan dişlerdeyse %86'ya varan başarı oranları bildirilmiştir. Kırık aletlerin çıkarılabilmesinde önemli parametrelerden birisi de kök kanalındaki lokalizasyonudur. Apikalde olması çıkartılması açısından hem zor hem de risklidir (Spili ve ark., 2005; McGuigan ve ark., 2013).

Kırılmayı önlemek için 10 K tipi eğeyle giriş yolu hazırlanmalı, üretici firmanın talimatları dikkate alınarak aletler çok zorlanmadan hafif dokunuşlarla crown-down tekniğiyle kullanılmalı, kanallar sık sık sodyum hipokloritle yıkanmalı ve çok dar ve kavisli kanallarda yeni eğelerle şekillendirme yapılmalıdır (Parashos ve Messer, 2006).

2.3.8. Apikalden debris taşkınlığı

Mekanik preparasyon sırasında kök ucundan itilen debris periapikal yapıların bütünlüğünü bozarak apikal tahrişe neden olur. Bu da yabancı cisim reaksiyonun oluşmasına bunun sonucunda postoperatif ağrı ve iyileşmede gecikme olur. Aynı zamanda mikroorganizmalar ile bağışıklık sistemi arasındaki dengenin bozulmasıyla 'flare-up' olarak adlandırılan inflamatuvar reaksiyon oluşarak iltihaplanma artar, damarlar genişler ve geçirgenlikleri artar, inflamasyon hücresi kemotaksise başlaması sonucunda kanal tedavisi başarısızlığa doğru ilerler. Bu nedenle kök kanal tedavilerinin başarısı için tedavi sırasında apikalden debris çıkışının önlenmesi gerekmektedir (Torabinejad ve Walton, 1999; Siqueira, 2003; Siqueira ve Barnett, 2004; Huang ve ark., 2007; Ng ve ark., 2008).

Debris ekstrüzyon miktarı preparasyon tekniklerine ve ege sistemlerinin alet tasarımına (radyal alan, yiv derinliği, taper açısı ve enine kesitler) göre farklılık gösterebilmektedir. Döner eğelerin alet tasarımı, kullanılan hareketle birlikte, oluşan debris kendi yivlerinde tutarak apikalden koronale doğru yönlendirip kanalda birikmelerine engel olur. Kök kanallarının mekanik preparasyonu sırasında hangi teknik

uygulanırsa uygulansın enfekte dokular periodontal dokulara ekstrüze olmaktadır. Yapılan çalışmalarda endomotorla çalışan NiTi sistemlerinin crown-down tekniğiyle kullanılması sonucu apikal forameninden daha az miktarda miktarda debrisin taşıdığını bildirmişlerdir (Beeson ve ark., 1998; Tinaz ve ark., 2005; Sipaviciüte ve Maneliene, 2014).

2.4. Apikalden Taşan Debris Miktarını Etkileyen Faktörler

2.4.1. Kanal eğimi

1998 yılında Hinrichs ve arkadaşları kök kanal eğiminin debris miktarı üzerinde hiçbir etkisi olmadığını belirtmişlerdir (Hinrichs ve ark., 1998). Genel olarak debris ekstrüzyonuyla ilgili yapılan çalışmalarda, 5-10 dereceden daha az eğimdeki düz kök kanallarına sahip tek köklü dişler seçilmiştir. Öte yandan, klinik uygulamada uygulayıcının ciddi ölçüde kavisli köklerle karşılaşması oldukça olasıdır (Tanalp ve Güngör, 2014). Leonardi ve arkadaşları, daha büyük eğime sahip hafif (15-22°) ve orta eğimdeki (23-30°) dişler arasından yaptıkları çalışmada debris ekstrüzyonu açısından önemli bir fark olmadığını tespit etmişlerdir (Leonardi ve ark., 2007).

Hinrichs ve Leonardi, kanal eğiminin ekstrüde debris miktarı üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildirselerde, bu çalışmaların her ikisi de sadece düz ve orta derecede kavisli kök kanalları kullanılarak karşılaştırılmıştır. Karataşlıoğlu ve ark. ise, kök kanal eğriliğinin debris ekstrüzyonunda önemli bir rol oynadığı ve düz kök kanallarında oluşan debrisin daha kolay bir şekilde koronale itilerek eğimli kök kanallarından daha az apikal ekstrüzyonuna neden olduklarını bulmuşlardır (Karataşlıoğlu ve ark., 2019). Miranda ve ark. da hafif (<10°) ve orta (11°-25°) eğimli dişlerde inceleme yapmışlar ve orta eğimli dişlerden daha az debris çıkışı olduğunu belirtmişlerdir (Miranda ve ark., 2011).

Başka bir çalışmada, PTU-R, R-Endo ve H-file sistemlerinin aşırı kavisli kök kanallarında önemli ölçüde daha fazla debris ekstrüde etmesine rağmen, kanal eğiminin Reciproc sisteminin neden olduğu debris miktarı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmamıştır. Ayrıca Reciproc sisteminin hem düz hem de kavisli kök kanallarında diğer sistemlere göre apikalden daha az debris çıkardığı bulunmuştur (Şerefoğlu ve ark., 2021).

2.4.2. Çalışma uzunluğu

İdeal kök kanal formu için, orijinal pozisyon ve boyut korunarak en dar kısmın apikal foramende en geniş kısmın da kanal ağzında olduğu bir konik şekil sağlanmalıdır. Bunun için, koronal referans noktasından apikal daralıma kadarki mesafe olan kök kanal çalışma uzunluğunun doğru ölçülmesi gerekmektedir. Çalışma uzunluğu, endodontik tedavi süresince klinisyene kanal preparasyonu sırasında rehberlik etmek ve kanalı istenilen apikal konumda doldurmak için kullanılır. Çalışma uzunluğunun kısa belirlenmesi, gecikmiş periapikal iyileşmeye ya da iyileşememesine veya uzun belirlenmesiyle aşırı enstrümantasyon ve dolun sonucu yabancı cisim reaksiyonuna, enfekte dokuların apekten taşarak tedavi sonrası hastada şişlik ve ağrı oluşmasına neden olabilmektedir (Siqueira, 2005; Tien ve ark., 2019).

Silva ve ark. çalışma boyunun apikalden taşan debris miktarına etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında çalışma uzunluğunun apikal foramende veya apikal foramenden 1mm kısa olarak belirlenmesinin apikalden taşan debris miktarı üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığını bildirmişlerdir (Silva ve ark., 2016). Diğer taraftan literatürde apikal foramene kadar şekillendirme yapılmasının apikal foramenden 1mm kısa olan çalışma boyuna göre apikalden daha fazla debris taşıdığını bildiren çalışmalarda mevcuttur (Myers ve Montgomery, 1991; Beeson ve ark., 1998). Yakın zamanda yapılan bir çalışmada da orta derecede eğimli kanalların şekillendirilmesi sırasında farklı çalışma boylarında (foramen ve foramenden 1mm kısa) uygulanan Reciproc ve WaveOneGold ege sistemleri karşılaştırıldığında her ikisinde benzer miktarlarda apikalden debris taşıdığı bildirilmiştir (Moura ve ark., 2019).

2.4.3. Apikal çap ve açıklık

Son yıllarda yapılan çalışmalara göre, daha büyük apikal çaplara sahip dişlerin kök kanal preparasyonlarının, apikal bölgenin daha etkili irrigasyonuna, kanaldaki enfeksiyonun kontrol altına alınarak bakteri sayısının azalmasına ve etkili bir kök kanal dolgusunun yapılmasına imkân tanımaktadır. Buna karşın, hangi ege kullanılırsa kullanılsın geniş apikal çapın apikalden taşan debris miktarını artırdığı bildirilmiştir (Silva ve ark., 2016).

Literatürde apikalden taşan debris miktarının değerlendirildiği çalışmalarda apikal çapın standardizasyonunu sağlamak için, kullanılan eĝe apikal foramenden dışarı çıkana kadar ilerletilerek giden boy referans alınsa da bu yöntem subjektif bir yöntem olup, apikal foramendeki minör ve majör çapın stereomikroskop altında detaylı bir şekilde incelenmesi standardizasyonu sağlamak için önerilmektedir (Fairbourn ve ark., 1987; Myers ve Montgomery 1991).

Al-Omari ve ark.'nın yaptıkları çalışmalarda apikal çap ve açıklığın apeksten taşan debris miktarı üzerinde hiçbir etkisi olmadığı (Al-Omari ve Dummer, 1995; Hinrichs, 1998), Lambrianidis ve ark., ise apikal daralım bölgesi zarar görmediğinde daha fazla debrisin taşıdığını bildirmişlerdir (Lambrianidis, 2001). Tınaz ve ark. ise apikal çapın artmasıyla beraber daha fazla debrisin taşıdığını rapor etmişlerdir (Tınaz ve ark., 2005).

2.4.4. Kanal aletinin şekli

Kanal şekillendirmesi sırasında taşan debris miktarı aletlerin preprasyon tekniklerine ve kesit tasarımına bağlı olarak değişmektedir. Yapılan çalışmalar Protaper Next'in Protaper Universal'a göre apikalden taşan miktarın istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha az olduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedeni olarak, kök kanal duvarıyla arasında homojen olmayan ve azaltılmış temas noktalarını sağlayan merkezden uzak dikdörtgen bir kesite sahip olmalarını ve düşük taper özelliklerinden dolayıda oluşan debrisin koronal yönde atılmasını gerekçe göstermişlerdir (Elnaghy, 2014; Koçak ve ark., 2014).

Yapılan çalışmaların çoğunda şekil ve kinematik özellikleri farklı olan rotasyonel hareket yapan çoklu eĝe sistemleriyle resiprokasyonel hareket yapan tek eĝe sistemlerini karşılaştırmışlar, çoklu eĝe sistemlerinde daha az miktarda debris taşıdığı görülmüştür (Burklein ve Schafer, 2012; Koçak ve ark., 2013). J.Caviedes ve ark., debris ekstrüzyon miktarının alet tasarımıyla ilişkili olduğunu bildirmişler ve hangi eĝe sistemi olursa olsun, tüm kök kanal enstrümantasyon tekniklerinin, debrisin apikal ekstrüzyonuna neden olup inflamatuvar reaksiyonları başlattıkları, bunun da hareket tipinden ve alet tasarımından etkilendiğini iddia etmişlerdir (Caviedes-Bucheli ve ark., 2016).

Koçak ve ark. yaptıkları çalışmada, kullanılan endodontik aletlerin tasarımı (boyutu ve tipi) ve kinematik özelliklerinin, ekstrüde edilen apikal kalıntı miktarı ile doğrudan ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (Koçak ve ark., 2013). Kirchhoff ve arkadaşlarıysa bu çalışmanın tam tersini iddia ederek, kinematik veya eğe tasarımından bağımsız olarak tüm sistemlerin bir dereceye kadar apikalden debris taşırdığını belirtmişlerdir (Kirchhoff ve ark., 2015). Hem Mangalam hem de Reddy ve ark., kanal aletlerin şekilleri ve preparasyon tekniklerinin, debrisin ekstrüzyonunu etkileyen temel faktörler olduğunu bildirmişlerdir (Reddy ve ark., 1998; Mangalam ve ark., 2002).

Elmsallati ve ark. yaptıkları çalışmada, kısa bıçaklı tasarıma sahip eğenin orta ve uzun bıçaklı olanlardan daha az debris çıkardığını bildirmiştir. Bunu da fazla sayıda bulunan oluk ve yivleri sayesinde oluşan debrisin kolaylıkla koronale doğru itilmesiyle ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada enstrümanlardan uzun bıçaklı tasarımına sahip Protaper'ın, K3 sistemine kıyasla daha fazla miktarda debris ve irrigan çıkardığı bulunmuştur (Elmsallati ve ark., 2009; Ghivari ve ark., 2011).

2.4.5. İrrigasyon yöntemi

İrrigasyon iğnesinin tipi ve boyutu, iğne yerleştirme derinliği, irrigasyonun miktarı ve akış hızı gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak apikalden bir miktar debris ve irrigasyonun taşmasına neden olabilmektedir (Patterson ve ark., 1988; Lambrianidis, 2001). İrrigasyon iğnesinin penetrasyon derinliği arttıkça, irrigasyon iğnesi apikal yönde ilerlediğinde daha iyi bir kanal temizliğinin yapılmasını sağlarken irrigasyon maddelerinin ekstrüzyonuna sebebiyet verdiği bildirilmiştir. Taşan miktarı azaltmak için, irrigasyon iğnesi çalışma boyundan 2-3 mm kısa uzunluğuna kadar iğne kök kanal duvarlarına bağlanmadan yavaşça ilerletilmelidir (Abou-Rass ve Piccinino, 1982; Sedgley ve ark., 2005; Altundaşar ve ark., 2011).

Zehnder ve ark., kök kanallarının güvenli uca sahip (yan kanallı) küçük çaplı bir irrigasyon iğnesi ile yıkanması ve kök kanal sisteminin uygun şekilde irrigasyonunu sağlamak için ucun kanalın apikal üçte birine yerleştirilmesini önermişlerdir (Zehnder, 2006). Altundaşar ve ark. yaptıkları çalışmada yan kanallı irrigasyon iğneleri ile birlikte kullanılan RaCe eğelerinin normal iğnelere göre apeksten daha az irrigasyonun çıkardığını bulmuşlardır (Altundaşar ve ark., 2011). Yeter ve ark., açık uçlu iğnelerin, çift

yan kanallı iğnelerle karşılaştırıldığında açık olanların önemli ölçüde daha fazla debris çıkardığını iddia etmişlerdir (Yeter ve ark., 2013). İğne ucunun tasarımıyla ilgili araştırmalarda, açık uçlu iğnelerin daha yüksek oranda apikal irrigasyon basıncı ürettiği görülmüş ve nedeni de solüsyonun kolaylıkla periapikal alana erişmesine dayandırılmıştır (Boutsioukis ve ark., 2010). Vande Visse ve Brilliant, kök kanalında irrigasyon yapılmadığında kullanılan eğelerin hemen hemen debris oluşturmadığı; bununla birlikte, bir irrigasyon maddesi kullanıldığında çevre dokulara debris ekstrüzyonu olduğunu iddia etmişlerdir (Vande Visse ve Brilliant, 1975).

Paula ve ark. yaptıkları çalışmada farklı grupları karşılaştırmışlar ve en fazla debris ekstrüde eden iğnenin açık uçlu düz iğne olduğu sonra sırasıyla yan kanallı iğne ve onu da çift yan kanallı iğne takip etmiştir. Irrigasyon iğnesinin tipi, periapikal irrigasyon ve debris ekstrüzyonu üzerinde en büyük etkiye sahip olduğu ve çift yan kanallı iğnelerin, endodontik tedavi sırasında apikalden ziyade kök kanalı boyunca kanal duvarlarında harekete izin vererek güvenle kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Silva ve ark., 2016).

Karataş ve ark., aktif olmayan SAF, Vibringe, EndoVac, pasif ultrasonik ve normal enjektör iğnesini debris ekstrüzyonu açısından değerlendirmişler ve hepsinin apikalde ekstrüzyona neden olduğu ama aktif olmayan SAF sisteminin önemli ölçüde daha az debris taşırdığını bulmuşlardır (Karataş ve ark., 2015). Brown ve ark., koronal giriş kavitesinde iğnenin aktif olmayan bir rezervuar görevi yapması, irrigasyon solüsyonunun apikalden taşınan miktarını azalttığını bildirmişlerdir (Brown ve ark., 1995).

Tamer ve ark., çalışmalarında pasif ultrasonik irrigasyonun (PUI) kullanıldığı dişlerde kullanılmayana göre irrigasyon solüsyonunun apikal ekstrüzyon riskinin daha düşük olduğunu savunmuşlardır (Taşdemir ve ark., 2008).

Başka çalışmada apikal negatif basınçla irrigasyon yapmanın geleneksel irrigasyona kıyasla daha az irrigasyon solüsyonunun apeksten taşıdığı görülmüştür. Ancak hiçbir irrigasyon yönteminin debrisin çevre dokulara çıkmasını önlediğine dair bir kanıt bulunmamaktadır (Romualdo ve ark., 2017).

En iyi irrigasyon iğnesi tasarımını belirleyen çalışmalar hala eksiktir ve bu nedenle sürekli olarak yeni tasarlanmış irrigasyon uçları piyasaya sunulmaktadır (Shen ve ark., 2010; Yeter ve ark., 2013).

2.5. Kök Kanal Preparasyonunda Koronal Genişletmenin Önemi

Koronal genişletme; konik fissür elmas frez, Gates Glidden, Peeso Reamers ya da özel tasarlanmış diğer frezler kullanılarak molar ve premolar dişlerde kökün dentini ve diş yapısı korunarak korondan alınmasıdır (Schroeder, 2002). Koronal genişletme, dentin tıkanıklığını önleyerek kökün apikal kısmına kullanılan aletlerin daha kolay bir şekilde erişimine olanak tanır (Arslan ve ark., 2014).

Nikel-titanyum eğelere ön eğim kolayca verilemez ve bundan dolayı kök kanal ağzına düz bir hatta erişimi gerektirirler. Nikel-titanyum eğelerin kökün koronaline erişimini kolaylaştırmak için Ni-Ti koronal genişletme eğeleri üretilerek Gates-Glidden frezlerin yerini almıştır ve en büyükten en küçüğüne kadar sırayla kullanılabilir. Bu eğeler kanalın tam ortasına yerleştirilerek kanal duvarlarını çalışma boyunun yaklaşık yarısına kadar genişletebilmektedir. Dar veya kavisli kanallarda kullanımları kısıtlanabilmektedir. Genellikle çok hafif apikal basınçla kullanılırlar. Her seferinde koronal preparasyon yaparken eğe 5-10 saniyeden fazla kullanılmamalıdır (Carrotte, 2004).

Gu ve ark., kökün apikalinde eğimin olduğu dişlerde, biomekanik preparasyon sırasında kanal aletlerin herhangi bir anda kırılmasına neden olabildiği, kırılma riskini de en aza indirmek ve apikal genişletmenin rahat bir şekilde yapılabilmesi için koronal genişletmenin (flaring) uygulanması gerektiğini savunmuşlardır (Gu ve ark., 2011). Roland'da koronal genişletmenin yapılmasının alet kırık insidansını azaltarak döner eğelerin kanalda daha güvenilir bir şekilde kullanılmasını sağladığını bildirmişlerdir (Roland, 2002). Ancak kök yapısının zayıflamasını ve furkal/strip perforasyonların oluşmasını engellemek için aşırı koronal genişletmeden uzak durulması gerekmektedir. (Abella ve ark., 2012).

Yeni nesil üretilen Ni-Ti döner aletlerle preparasyon sırasında oluşabilecek komplikasyonları en aza indirilmeye çalışılsa da bu eğeleri güvenli bir şekilde kullanmak

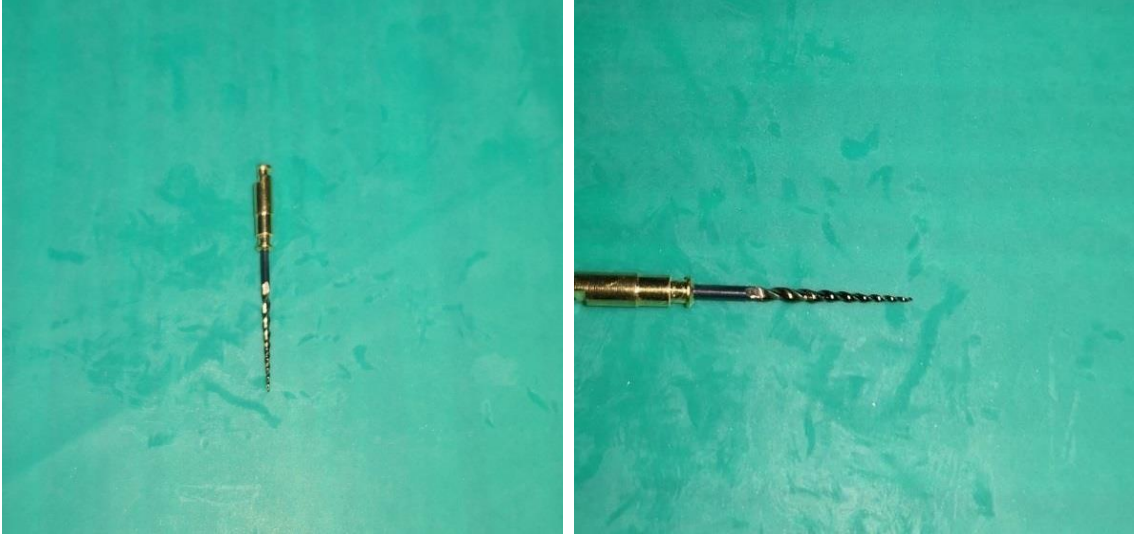
için koronal genişletme (flaring) ve ön genişletme (preflaring) yapılarak rehber yol (glide path) oluşturulması önerilmektedir (Patino, 2005; Berutti, 2009; D'Amario, 2013; Berutti, 2014). Süt dişlerinde yapılan çalışmada kökün koronal kısmının ilk aşamada genişletilmesi kanal tedavisi sırasında dezenfektanların etkili bir şekilde kullanılmasına imkân tanıdıklarını tespit etmişlerdir (Garip ve ark., 2016).

Kök kanal preparasyonu sırasında çalışma uzunluğunun değişmesine neden olan bazı etkenler vardır. Bunlardan en sık rastlananlardan kök kanalının dentin debrisyle tıkanması, hekimin çalışma uzunluğunu kaybetmesi ya da kontrol edememesi, kök kanal kurvatürünün düzleşmesi ve kök kanal koronalinin genişletilmesi (koronal flaring) sayılabilmektedir (Weine ve ark., 1975; Berutti ve ark., 2011).

Koronal genişletme klinisyene bazı avantajlar sağlamaktadır. Davis ve ark.'na göre koronal genişletme yapılması ile çalışma uzunluğunda daha az değişiklik meydana geldiğini bildirmişlerdir (Davis, 2002). Ayrıca, aletlerin apikal üçlüye erişimini kolaylaştırarak kök kanalında enstrümantasyon ve irrigasyon işlemlerinin daha rahat yapılmasını sağlamaktadır (Leeb, 1983; Blum, 2003). Tennert ve ark., koronal genişletmenin daha doğru bir apikal boyutun belirlenmesini sağladığını bildirmişlerdir (Tennert ve ark., 2010).

Koronal genişletme prosedürü, yüksek taperlı aletlerin dentin duvarlarıyla temas etmesi mekanizmasıyla çalışmaktadır. Bu açıdan dentinde anlık stres yoğunlaşması olabilmekte, dentin defektleri olasılığı artabilmektedir. Özlek ve ark. yaptıkları çalışmada, farklı taperlı koronal genişletme enstrümanlarının dentin çatlağına olan etkisini incelemişler ve sonuç olarak taper açısı az olan enstrümanın fazla olana göre daha az dentin çatlağına neden olduğunu bulmuşlardır (Özlek ve ark., 2022).

One Flare (COLTENE MicroMega); çoklu kullanım için ısıl işlem görmüş kanal tedavisinde koronal genişletme için kullanılan Ni-Ti eğelerden biridir. Etkili bir koronal genişletmeyi sağlamak için taper açıları %9 olarak üretilmiştir. One Flare, koronal kısıtlamaları ortadan kaldırmak için tedavinin başlangıcında kullanılmakta olup sonraki aletlerdeki gerilmeleri önlemek ve dolayısıyla alet kırılması riskini azaltmak için kullanılmaktadır (Ataya, 2017) (Şekil 5).



Şekil 5. One Flare (.09) eğesi (COLTENE MicroMega).

Bu eğeler T-Wire teknolojisiyle üretilmektedir. Rehber yolu için kullanılan el eğelerinin hem kanal girişine hem de apikal üçlüye düz bir hatta engelsiz ve kolay şekilde girişini sağlar. Enstrümanın selektif bir fırçalama hareketi ile kullanılması, kök kanal girişindeki parazitlerin ortadan kaldırılmasına imkân tanır. Şekillendirmede kullanılan enstrümanların kök kanal duvarlarına takılma riskini azaltır. Geliştirilmiş esneklik, direnç ve güvenlik yapısına sahiptir. Üretici firmaya göre T-Wire teknolojisinden dolayı EndoFlare eğelerinden %50 daha esnek olduğunu, Gates-glidden frezlerine göre daha az riskli ve etkili olduğunu iddia etmişlerdir. Piyasada bulunan tüm Ni-Ti sistemleri için destekleyici bir eğedir. Üretici firma talimatlarına göre 250-400 rpm hızda ve maksimum 3 N.cm torkta kullanılmalıdır. Yüzey cilalama (electropolishing) işlemine tabi tutularak üretilmiştir. Eğenin 4 mm'sine kadar dişin koronalinde ilerletilerek çalışmaktadır (<https://micro-mega.com/one-flare>).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı ve Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmış in-vitro bir çalışmadır. Bu tez çalışması için Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulunda 14/05/2021 tarihli, 2021/06-07 nolu karar ile onay alınmıştır. Etik Kurul onayı sonrasında çalışmalara başlanmıştır.

3.1. Dişlerin Seçilmesi

Bu tez çalışmasında 80 adet ortodontik veya periodontal nedenlerle yeni çekilmiş insan alt premolar diş kullanılmıştır. Standardizasyonu sağlamak için diş örneklerinin benzer ebat ve boylarda olmasına dikkat edilmeye çalışılmıştır. Çürüksüz, kök veya kron kırığı olmayan, apikal gelişimini tamamlamış, tek apikal foramen ve köke sahip, restorasyonu yapılmamış dişler seçilmiştir. Çalışmada kullanılacak olan her bir diştten bukkolingual ve meziodistal yönlerde radyografi alınarak düz ve tek kanalın olduğu, kalsifikasyon ve rezorpsiyonun görülmediğinden emin olunmuştur. Kanal kurvatürü düz veya 0-10 derece arasında olan dişler çalışmaya katılmıştır. Schneider yöntemi ile dişlerin açı değerleri belirlenmiştir (Schneider, 1971).

Dişlerin dezenfeksiyonunu sağlamak için %2,5'lik NaOCl (Microvem, İstanbul, Türkiye) içerisinde 2 saat süreyle bekletilerek deneyin başlanacağı zamana kadar distile su içerisinde oda sıcaklığında saklanılmıştır. Seçilen tüm dişlerin kök yüzeylerindeki yumuşak ve sert doku artıkları bir kretuar yardımıyla köke zarar verilmeden dikkatlice uzaklaştırılmıştır.

3.2. Dişlerin Kanallarının Hazırlanması ve Standardizasyonu

Standardizasyonu sağlamak için çalışmada kök boyları birbirine benzer olan dişler seçilmiş, tüm dişlerin kronları kök boyları 12 mm olacak şekilde su soğutması altında elmas frezle kesilerek uzaklaştırılmıştır.

Elmas rond frezle su soğutması kullanılarak dişlerin giriş kaviteleri açılmıştır. Daha sonra 10 numaralı K tipi el eğesiyle (VDW Antaeos, Münih, Almanya) kanal

ağızları lokalize edilmiştir. Çalışma boyunun tespit edilebilmesi içinse 15 numaralı K tipi el eğesi (VDW Antaeos, Münih, Almanya) kullanılmıştır. Eğe majör apikal foramende görünene kadar ilerletilip daha sonra ölçülen bu uzunluktan 1 mm kısa olacak şekilde çalışma boyu belirlenmiştir. Daha sonra 15 numaralı K tipi el eğesi ile apikal açıklık kontrol edilerek eğenin kolaylıkla apikal foramenden 1 mm'den fazla çıktığı dişler seçilerek çalışmaya dahil edilmemiştir. Böylelikle kullanılacak dişlerin minör apikal foramenlerinin standardize olması sağlanmıştır.

3.3. Deney Düzeneklerinin Hazırlanması

Myers & Montgomery tarafından geliştirilen deneysel model esas alınarak hazırlanmıştır (Myers ve Montgomery, 1991). Deneyde kullanılacak olan eppendorf tüpleri (Liva Slab) tartmak için hassaslık derecesi 10^{-5} gram olan hassas teraziden (Sartorius Denver Hassas Terazi, Sartorius, Goettingen, Almanya) yararlanılmıştır. Tartma işleminden önce her eppendorf tüpünün kapağı numaralandırılmıştır. Daha sonra her boş tüpün ağırlıklarını tespit etmek için 3'er kez tartılarak elde edilen sonuçların ortalaması alınmış ve kaydedilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Ağırlık ölçümü için kullanılan hassas terazi (Sartorius Denver Hassas Terazi, Sartorius, Goettingen, Almanya).

Çalışma düzeneği için ilk olarak 80 adet eppendorf tüpün plastik kapağı kesilerek sıcak bir topbaşla bu kesilen kapakların ortasına delikler açılmış ve bu deliklere de hafif parmak basıncıyla örnekler yerleştirilmiştir. Eppendorf kapağı ile diş arasını siyanoakrilat

(Pattex Hızlı Yapıştırıcı, Türk Henkel, İstanbul, Türkiye) yapıştırıcısıyla doldurularak hem sızdırmaz bir bariyer oluşmasına hem de dışın sabit şekilde durması sağlanmıştır. Hazırlanan bu kapaklar, daha önceden tartılmış olan ve asetat kalemiyle numaralandırılmış eppendorf tüplerinin kapakları açılarak onların yerine konulmuştur. Böylece hem deneyde kullanılan eppendorf tüplerin kapaklarına zarar verilmemiştir hem de tüplerin ağırlıklarının aynı kalması sağlanmıştır.

Eppendorf tüpün içindeki basınçla dış ortamın hava basıncını dengelemek için 27 gauge'luk (Beybi, Anhui, China) enjektör ucu kapaktan geçirilerek tüpün içinde ilerletilmiştir. Hazırladığımız bu eppendorf tüplü deney düzeneğini, preparasyon sırasında dışın apeksinden taşan debris ve solüsyonun hekim tarafından görülmesini engellemek için koyu renkteki küçük cam şişelerin plastik tıpa kısımlarına sabitlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Taşan debrisin biriktirilmesi için hazırlanan deney düzeneği.

3.4. Grupların Oluşturulması ve Kanalların Şekillendirilmesi

Tüm örnekler şekillendirme ve genişletme sırasında kullanılacak tek eğe sistemlerine göre rastgele 4 gruba ayrılmıştır (n=20): **Grup 1:** WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), **Grup 2:** Reciproc Blue (VDW GmbH, Münih, Almanya), **Grup 3:** One Shape (Micro Méga, Besançon, Fransa), **Grup 4:** Hyflex EDM (Coltene/Whaledent, Altstatten, İsviçre). Daha sonra tüm gruplar koronal genişletme

yapılıp yapılmamasına göre rastgele 2 alt gruba ayrılmış (n=10): **Alt Grup A:** Koronal genişletme yapılmayan, **Alt Grup B:** Koronal genişletme yapılan (One Flare (COLTENE MicroMega)).

Tüm grupların kök kanal şekillendirilmesi, tek bir hekim tarafından üretici firmaların talimatları dikkate alınıp X-Smart Plus (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) endodontik motor kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. X-Smart Plus endodontik motor (Dentsply Maillefer Ballaigues, İsviçre).

3.4.1. Grup 1A: WaveOne Gold

WaveOne Gold'un Primary (25/.07) eğesi, X-Smart Plus endodontik motorun WaveOne Gold programında çalışılmıştır. Bu program 150° saat yönünün tersinde, 30°de saat yönünde dönerek resiprokasyon hareketiyle kullanılmıştır. Şekillendirme yapılırken apikale basınç uygulanmadan her seferinde 3 kez ileri geri hareket uygulanmıştır. Bu hareket sırasında dirençle karşılaşıldığında eğe çıkartılarak debristen temizlenmiş ve distile suyla kanalın içi yıkanmıştır. Aletin oluklarına debris dolmadan çalışma uzunluğuna rahat bir şekilde ulaşılanaya kadar sadece Primary eğesiyle bu işlemlere devam edilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. WaveOne Gold eğeleri.

3.4.2. Grup 1B: WaveOne Gold+One Flare

Koronal genişletmek için One Flare (.09) eğesi üretici firmanın talimatına göre X-Smart Plus endodontik motorla 300 rpm hızda ve 3 N.cm torkta kanalları fırçalama hareketiyle eğe ucunun ilk 4 mm'sine kadar ilerletilmiştir (Şekil 10). Daha sonra Grup 1A gibi WaveOne Gold Primary (25/.07) eğesiyle şekillendirilerek tamamlanmıştır.



Şekil 10. One Flare eğeleri.

3.4.3. Grup 2A: Reciproc Blue

Reciproc Blue'nun R25 (25/.08) eğesi üretici firmanın talimatları dikkate alınarak X-Smart Plus endodontik motorun "Reciproc ALL" modunda çalışılmıştır. Bu mod 150° saat yönünün tersinde, 30°'de saat yönünde dönerek resiprokasyon hareketiyle kullanılmıştır. Eğeye herhangi bir kuvvet verilmeden 3 kez ileri geri hareket uygulanarak önce kanalın üçte ikilik kısmının preparasyonu yapıp daha sonra çalışma uzunluğuna ulaşılan kadar sadece R25 eğesi kullanarak şekillendirme işlemi tamamlanmıştır (Şekil 11). Şekillendirme aralarında kanalın tıkanmasını önlemek için 15 numaralı K tipi eğeyle çalışma uzunluğuna kadar gidilip kanal açıklığı kontrol edilmiştir. Dirençle

karşılaştığında eğe çıkartılarak kanal distile suyla yıkanmış ve her ileri geri harekette 3 mm'den fazla kanalda ilerletilmemeye dikkat edilmiştir.



Şekil 11. Reciproc Blue eğeleri.

3.4.4. Grup 2B: Reciproc Blue+One Flare

Koronal genişletmek için One Flare (.09) eğesi üretici firmanın talimatına göre X-Smart Plus endodontik motorla 300 rpm hızda ve 3 N.cm torkta kanalları fırçalama hareketiyle eğe ucunun ilk 4 mm'sine kadar ilerletilmiştir. Daha sonra Grup 2A'da olduğu gibi Reciproc Blue R25 (25/.08) eğesi kullanılarak şekillendirme bitirilmiştir.

3.4.5. Grup 3A: One Shape

One Shape'in 25/.06 eğesi üretici firmanın talimatları dikkate alınarak X-Smart Plus endodontik motor kullanılarak 400 rpm hızda ve 4 N.cm torkta şekillendirme yapılmıştır. İlk önce çalışma boyunun üçte ikisine kadar 3 sefer ileri geri gagalama hareketi yaparak ilerlenildi. Daha sonra çalışma uzunluğuna ulaşılan kadar apikale basınç uygulamadan tek bir eğeyle şekillendirme tamamlanmıştır. Eğenin dirençle karşılaştığı durumlarda kanaldan çıkartılarak distile suyla kanalın içi irriga edilmiştir. Kanal tıkanmasını önlemek amacıyla 15 numaralı K tipi eğeyle kanal açıklığı kontrolü yapılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. One Shape eğeleri.

3.4.6. Grup 3B: One Shape+One Flare

Koronal genişletmek için One Flare (.09) firmanın talimatına göre X-Smart Plus endodontik motorla 300 rpm hızda ve 3 N.cm torkta kanalları fırçalama hareketiyle eğe ucunun ilk 4 mm'sine kadar ilerletilmiştir. Daha sonra Grup 3A gibi One Shape (25/.06) eğesi kullanılarak şekillendirme tamamlanmıştır.

3.4.7. Grup 4A: Hyflex EDM

Hyflex EDM'nin 25/.08 eğesi üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda X-Smart Plus endodontik motor kullanılarak 500 rpm hızda ve 2,5 Ncm torkta şekillendirilmiştir. Önce çalışma boyunun üçte ikisi kadar 3 gagalama ileri geri hareketiyle eğeye kuvvet uygulanmadan ilerletilmiştir. Daha sonra tam çalışma boyuna gidilene kadar tek bir eğeyle kanal şekillendirilmesi tamamlanmıştır. 15 numaralı K tipi eğeyle kanal tıkanmasını önlemek için kanal açıklığı kontrol edilmiştir.

Şekillendirilirken dirençle karşılaşıldığı durumlarda eğe çıkartılarak distile suyla kanalın irrigasyonu sağlanmıştır (Şekil 13).



Şekil 13. Hyflex EDM eğeleri.

3.4.8. Grup 4B: Hyflex EDM+One Flare

Koronal genişletme One Flare (.09) eğesi ile üretici firmanın talimatına göre X-Smart Plus endodontik motorla 300 rpm hızda ve 3 N.cm torkta kanalları fırçalama hareketiyle eğe ucunun ilk 4 mm'sine kadar ilerletilmiştir. Daha sonra Grup 4A gibi Hyflex EDM (25/.08) eğesi kullanılarak şekillendirme bitirilmiştir.

Bütün gruplarda yıkama solüsyonu olarak distile su kullanılmıştır. Her grup için aynı yıkama protokolü uygulanarak irrigasyonun standardizasyonu sağlanılmıştır. Preparasyon sırasında eğenin her üç ileri geri hareketinde veya kanal içinde dirençle karşılaşıldığında çıkartılarak kanallar distile suyla yıkanmıştır. Şekillendirme sırasında her bir eğe arasında ve sonunda toplamda 5 mL distile su ile irrigasyon yapılmıştır. İrrigasyon sırasında 27 gauge dental enjektör kullanılarak iğnenin ucu kanalda sıkışmayacak şekilde olabildiğince apikalden 1mm geride çalışma boyunda konumlandırılmıştır. Şekillendirme işlemi bittikten sonra Eppendorf tüplerinin kapakları açılarak dişlerin kök yüzeylerinde kalan debris artıklarının uzaklaştırılması için 1ml distile su ile kök ucu yıkanarak tüpün içinde toplanılması sağlanılmıştır. Toplamda her bir örnek için 6 ml distile su kullanılarak irrigasyon yapılmıştır. Daha sonra eppendorf tüplerin ağızları açık olacak şekilde etüve yerleştirilmiştir. Tüpteki sıvının tamamı buharlaştırılarak içerisinde yalnızca debris kalıntıları kalana kadar 68°C'de 5 gün bekletilmiştir (Şekil 14).



Şekil 14. Örneklerin bekletildiği Memmert UN 110 Etüv (Mettler GmbH + Co. KG, Schwabach, Almanya).

3.5. Taşan Debris Miktarının Değerlendirilmesi

Tüpler etüvden çıktıktan sonra debris birikintilerin olduğu son ağırlıklarının tespiti için aynı hassas terazi kullanılarak aynı stabil koşullarda tekrardan tartılmışlardır. Üç kez ardışık bir şekilde tartılarak elde edilen ağırlıklar kaydedilmiş ve her birinin ortalaması alınmıştır. Elde edilen bu debris artıklarının olduğu son ağırlıktan, başlangıçta tartılan boş eppendorf tüplerinin ağırlığı çıkartılarak taşan debris miktarı belirlenmiştir.

3.6. İstatistiksel Yöntem

Veriler IBM SPSS V23 ile analiz edildi. Taşan debris miktarlarının normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile değerlendirildi ve veriler normal dağılıma uymadığından LN dönüşümü yapılarak hem eğe sistemleri hem de koronal genişletme varlığına göre karşılaştırmalar iki yönlü varyans analizi ile incelendi. Çoklu karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi kullanıldı. Analiz sonuçları hem LN dönüşümlü hali ile hem de orijinal halde ortalama \pm standart sapma olarak sunuldu. Önem düzeyi $p < 0,05$ alındı.

4. BULGULAR

Taşan debris miktarlarına ait değerler normal dağılıma uymadığından LN dönüşümleri yapılarak analize dahil edilmiştir. Bu bilgiler dahilinde çalışmada kullanılan tek eğe sistemlerinin hepsinin debris çıkışına neden oldukları bulunmuştur. Kullanılan eğe ve koronal genişletme durumuna göre debris miktarlarının tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1’de gösterilmiştir. Eğe ve koronal genişletme durumuna göre debris miktarlarının karşılaştırılması Tablo 2’de gösterilmiştir. Apikalden taşan debris miktarlarının gruplara ve koronal genişletmeye göre ortalama değerlerinin dağılımı da Şekil 15’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Eğe ve koronal genişletme durumuna göre debris değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler.

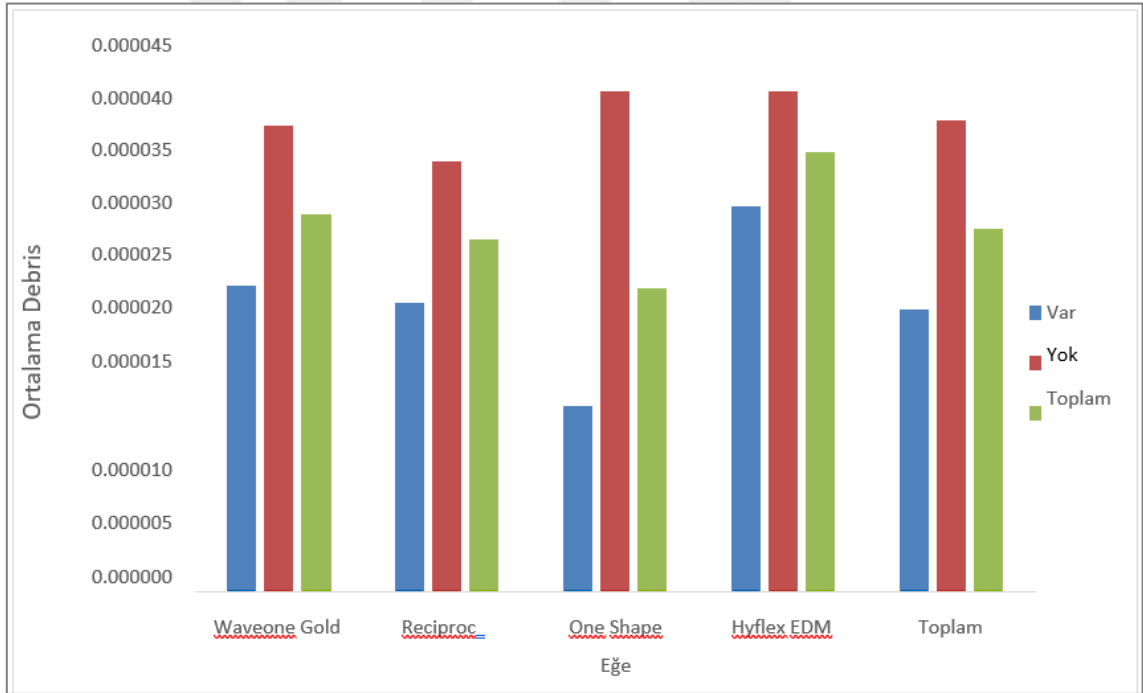
Gösterim	Koronal genişletme			Toplam
	Eğe	Yok	Var	
LN	Waveone			
	Gold	-10,58 ± 1,188	-10,16 ± 0,804	-10,37 ± 1,011
	Reciproc			
	Blue	-10,64 ± 1,381	-10,24 ± 0,840	-10,44 ± 1,131
	One Shape	-11,08 ± 1,526	-10,09 ± 0,548	-10,59 ± 1,225
	Hyflex			
	EDM	-10,35 ± 0,835	-10,09 ± 0,573	-10,22 ± 0,709
	Toplam	-10,66 ± 1,239	-10,15 ± 0,679	-10,41 ± 1,026
Orijinal	Waveone	0,0000252 ±	0,0000384 ±	0,0000312 ±
	Gold	3,2829771	2,2355964	2,7501043
	Reciproc Blue	0,0000238 ±	0,0000355 ±	0,0000290 ±
		3,9823521	2,3175968	3,1009690
		0,0000153 ±	0,0000412 ±	0,0000250 ±
	One Shape	4,6041784	1,7303891	3,4068021
	Hyflex	0,0000318 ±	0,0000412 ±	0,0000362 ±
	EDM	2,3060304	1,7742221	2,0328688
Toplam	0,0000233 ±	0,0000388 ±	0,0000299 ±	
Toplam	3,4548633	1,9727511	2,7916932	

Tablo 2. Eğe ve koronal genişletme durumuna göre debris değerlerinin karşılaştırılması.

Type III Sum of Squares	d	Mean Square	F	P	Partial Eta Squared
Eğe	1,371	3	0,457	0,43	0,72
Koronal Genişletme	5,322	1	5,322	5,11	0,02
Eğe*Koronal Genişletme	1,554	3	0,518	0,49	0,020

Analiz sonucunda kullanılan farklı tek eğe sistemlerinin kendi aralarında taşan debris miktarı üzerinde karşılaştırıldıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark

bulunamamış ($p=0,726$) ve en az taşan debris miktarının One Shape, en fazla taşan debris miktarının da Hyflex EDM ege sisteminin olduğu görülmüştür. Taşan debris miktarının çoktan aza doğru sıralandığında Hyflex EDM, WaveOne Gold, Reciproc Blue ve One Shape olarak tespit edilmiştir. Ortalama taşan debris miktarlarının sadece ege sistemlerine göre farklılık göstermediği tespit edilerek koronal genişletme varlığının taşan debris miktarı üzerine etkisi de incelenmiş olup koronal genişletme yapılan ve yapılmayan gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,027$). Koronal genişletme yapılan gruplarda ege türleri dikkate alınmadığında koronal genişletme yapılmayanlara göre taşan debris miktarının daha az olduğu belirlenmiştir. Kullanılan ege sistemleri ile koronal genişletme karşılaştırıldığında herhangi bir ege sisteminin koronal genişletme yapılması veya yapılmaması arasında taşan debris miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($p=0,685$). Taşan debris miktarı üzerine koronal genişletme varlığının etkisi daha yüksek elde edilmiştir (Partial Eta Squared=0,066).



Şekil 15. Apikalden taşan debris miktarının gruplara ve koronal genişletmeye göre ortalama değerlerinin dağılımı.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Tartışma

İyi bir kök kanal tedavisinin yapılabilmesini sağlamak için dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri de kemomekanik preparasyon işlemidir. Bu kemomekanik preparasyon aşamasında apikal foramenden irrigasyon solüsyonları, pulpa dokusu artıkları, dentin kalıntıları, mikroorganizmalar ve yan ürünleri sıklıkla taşarak periapikal dokulara yayılabilmektedir. Hem irrigasyon solüsyonlarının hem de debrisin ekstrüzyonu periapikal dokuları tahriş ederek postoperatif inflamasyon veya enfeksiyona neden olup ağrı ve flare-up gibi ciddi sonuçlara yol açarak apikal dokuların iyileşmesini geciktirebilmektedir. Flare-up insidansının azaltılmasının esas yolu da apikalden debrisin ekstrüzyonunu önlemekten geçmektedir (Siqueira ve ark., 2002; Siqueira, 2003; Burklein ve ark., 2014).

Endodontik flare-up, kök kanal tedavisinden birkaç saat veya gün sonra başlayan ve acil tedavi için planlanmamış bir ziyareti gerektirecek kadar şiddetli olan ağrı, şişlik veya her ikisinin de birden gelişmesiyle karakterize olan bir komplikasyondur (Tanalp ve ark., 2006). Postoperatif flare-upların immünolojik yönleri incelendiğinde, kök kanalından kaynaklanan antijenlerin apikal foramenin ötesine itilerek ciddi bir inflamatuvar yanıtı yol açabilecek bir antijen-antikor kompleksi oluşumuyla sonuçlandığı bildirilmiştir (Tanalp ve ark., 2006). Mikroorganizmaların endodontik tedavi sırasında periradiküler dokulara apikal ekstrüzyonu, özellikle risk grubundaki hastalarda endokardit, beyin apsesi ve septisemi gibi ciddi sistemik hastalıkların ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle, tedavi sonrası alevlenmeyi önlemek ya da azaltmak için tedavi sırasında kanal içi materyallerin periapikal ekstrüzyonu engellenmelidir (Ghivari ve ark., 2011). Ekstrüde olan debrisin miktarı da kullanılan enstrümantasyon tekniği, eğenin tasarımı, preparasyon bitiş noktası ve irrigasyon solüsyonu gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Azar ve Ebrahimi, 2005; Tinaz ve ark., 2005). Kanal şekillendirme sırasında taşan debrisi azaltmak için çözüm olarak, vital ve daha az enfekte olan dişlerde daha çok debrisin ekstrüzyonuna neden olan döner eğe sistemlerinin kullanımı kısıtlanabilir (Tanalp ve ark., 2006). Bu tez çalışmasının amacı; kanal tedavisi sırasında güncel olarak rotasyonel ve resiprokal hareketlerle kullanılan farklı tek eğe sistemlerinin

(WaveOne Gold, Reciproc Blue, One Shape ve Hyflex EDM) koronal genişletme eğesi ile birlikte kullanımının apikalden taşan debris miktarı üzerine olan etkisini değerlendirmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre sıfır hipotezi kısmen kabul edilebilir.

Doğal anatomik ortamın elverişli olmamasından dolayı debris ekstrüzyon çalışmaları laboratuvar şartlarında in-vitro olarak uygulanmaktadır. Çalışmalarda genelde çekilmiş insan dişlerinden yararlanılarak deney için sağlanan ortamlarda apikalden taşan debris, solüsyon, mikroorganizma miktarı gibi benzer faktörler incelenmiştir. İdeal ortam ne kadar sağlanmaya çalışılsa da laboratuvar ortamında ağız içinde bulunan kemik ve periodontal ligament gibi doğal bariyer işlevi gören anatomik yapıların olmaması bu tarz çalışmaların dezavantajlarından biri olarak sayılabilmektedir. Bu dezavantajı elimine etmek için yapılan bazı çalışmalarda standart boyutlara sahip küboid bir çiçek köpüğü parçası dişlere eklenerek hafif bir periapikal doku direnci oluşturmak istenmiştir ve çiçek köpüğü modeli periapikal dokuları taklit eden en iyi yöntem olduğunu bildirmişlerdir (Hachmeister ve ark., 2002; Altundaşar ve ark., 2011; Silva ve ark., 2016). Öte yandan, çiçek köpüğünün irrigasyon solüsyonunu ve ekstrüde olan debris miktarını belirlemesine engel olması nedeniyle bu metodolojiyi eleştirenler de olmuştur (Altundaşar ve ark., 2011; Burklein ve Schafer, 2012). Başka çalışmalarda dişler agar jelin içine gömülerek periapikal bariyer oluşturulmaya çalışılmış olsa da agar jelin yoğunluğunun sağlam bir periodonsiyum veya periradiküler lezyonlu dokuyla aynı koşulları simüle edemeyeceğinden eksik bir tasarım olduğunu bildirmişlerdir (Mitchell ve ark., 2010; Altundaşar ve ark., 2011). Periapikal dokular debris çıkmasını önleyen veya azaltan doğal bir bariyer görevi görse de bugüne kadar bu dokuları ideal olarak taklit eden herhangi bir yöntem hala bulunamadığı için çoğu in- vitro ekstrüzyon çalışmalarında olduğu gibi bu tez çalışmasında da periapikal bölgeyi simüle eden herhangi bir modelden yararlanılmamıştır (Borges ve ark., 2011; Uzunoğlu ve ark., 2015; Farmakis ve ark., 2016).

Periapikal bölge için farklı simülasyon yöntemleri denense de bu dokuların yapısı ve durumu birebir standardize edilemez. İn-vitro olarak yapılan deneylerde vital pulpa dokuları da doğal ortamla aynı şekilde simüle edilemediğinden debris ekstrüzyon miktarı da buna bağlı olarak değişebilmektedir (Ozsu ve ark., 2014). Vital pulpalı dişlerde, apikal foramen 1-2 mm kısa preparasyonun yapılması apikaldeki vital pulpa parçalarının

kalmasını sağlayarak hem dokuların iyileşme prosedürünü hızlandırır hem de dişin apikalindeki doğal bariyerin korunmasını sağlayarak debris ekstrüzyonunu azaltabilirler. Bununla birlikte, özellikle nekrotik pulpalı ve periapikal lezyonlu dişlerde, mikroorganizmaların barınması ve periapikal lezyonun kalıcılığını önlemek için apikaldeki dokuların da kaldırılması gerekerek debris ekstrüzyonunu etkileyebilirler (Wu ve ark., 2006). Periapikal lezyona sahip nekrotik dişlerde periodontal ligament ve periapikal kemik kaybından dolayı elektronik apeks bulucularının yanlış cevap vermesine neden olarak doğru olmayan çalışma boyunda preparasyon yapılarak apikalden taşan debris miktarını etkileyebilmektedir (Dunlap ve ark., 1998). Yapılan bir çalışmada irrigasyon solüsyonunun vital pulpalı dişlerde apikal ve lateral kanallarda bulunan pulpa dokusu sayesinde kök kanal boşluğuyla sınırlı kalarak apeksten dışarı çıkmasını önlediği, buna karşın nekrotik pulpalı ve periapikal lezyonlu dişlerde pulpa kanal boşluğuna daha erkenden nüfuz ederek apikal bölgeye rahat bir şekilde dağıldıkları sonucuna varmışlardır. Bu çalışmadan da anlaşılacağı gibi pulpa dokularının simüle edilmesi zordur (Salzgeber ve ark., 1977; Tanalp ve Güngör, 2014).

Bu tez çalışmasında periodontal veya ortodontik sebeplerle son 6 ay içerisinde yeni çekilmiş insan dişlerinden yararlanılmıştır. Bazı araştırmacılar insan dişi yerine rezin modellerini kullanmışlar ancak rezinin dentin tabakasını iyi yansıtamadığı ve ısının artmasıyla modellerin fazla yumuşaması sebebiyle rezin modellerden vazgeçilmiştir (Ruiz-Hubard ve ark., 1987; Karatas ve ark., 2016). Seçilmiş olan insan dişlerinin kriterleri önceden yapılmış benzer çalışmalar dikkate alınıp diş numaralarının apikalden taşan debris etkileyebileceği ihtimali düşünülerek belirlenmiştir (Ferraz ve ark., 2001; Koçak ve ark., 2013; Uzun ve ark., 2016). Bu dişlerin kendi aralarında standardizasyonlarını sağlamak için benzer kök kanal uzunluğunda ve şekle sahip, çürüksüz, kron veya kök kırığı olmayan, restorasyonsuz, apikal gelişimi tamamlanmış ve komplike olmayan kök kanal anatomisine sahip tek bir forameni olan mandibular premolar dişler kullanılmıştır. Bukkolingual ve meziodistal yönlerde alınan radyografilerle dişlerin rezorpsiyon ve kalsifikasyonun görülmediği, tek ve düz kanala sahip oldukları kesinleştirilmiştir (Schneider, 1971). Dişlerin kronları da kök kanal morfolojisini daha iyi görüntülemek ve kanal preparasyonu sırasında herhangi bir koronal girişimi ortadan kaldırmak için her bir dişin boyu 12 mm olacak şekilde kron kısmı alev uçlu elmas frezle kesilmiştir. Bu şekilde apikalden taşan debris miktarının diş

morfolojisine değil de kullanılan eğe sistemlerine bağlı olmaları sağlanılmıştır (Myers ve Montgomery, 1991).

Kök kanal eğiminin apikalden taşan debris miktarına etkisiyle ilgili birçok çalışma yapılmış olup bunlardan ilki Hinrichs ve arkadaşları yaptıkları çalışmada kanal eğriliği, kanal uzunluğu ve apikal foramen boyutu gibi faktörlerin debris ekstrüzyon miktarını etkilemediğini belirtmişlerdir (Hinrichs ve ark., 1998). Aynı zaman da Leonardi ve arkadaşları da bu sonuçları doğrulamış ve ekstrüde debris miktarı açısından hafif ve orta eğimli dişler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir (Leonardi ve ark., 2007). Bu çalışmaların her ikisi de sadece düz ve orta derecede kavisli kök kanallarını karşılaştırmışlardır. Weine'e göre kök kanal eğriliği 10 dereceden küçükse düz bir kök kanalı, 20-30 derecedeyse kavisli kök kanalı olarak sınıflandırmıştır (Weine, 1982). Karataşlıoğlu ve arkadaşlarıysa kendi çalışmalarının sonuçlarına göre kanal preparasyonu yapılan tüm gruplarda apikal debris ekstrüzyonu gözlenmiş ve diş eğimiyle birlikte taşan debris miktarının arttığını bulmuşlardır. Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde, kök kanal eğriliğinin ekstrüde kalıntı miktarında önemli bir rol oynadığı sonucuna varmışlardır (Karataşlıoğlu ve ark., 2019). Psimma ve arkadaşları, düz veya orta derece kök kanal eğriliğinde olanların, irrigasyon solusyonu ekstrüzyonu üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişler (Psimma ve ark., 2013). Ancak Borges'e göre 10° ile 25° arasında kavisli ve apikal olarak #45.02 numaralı aletlerle hazırlanan kök kanallarının periapikal irrigasyon ve debris ekstrüzyonunu arttırdığını bildirmişlerdir (Borges ve ark., 2011). Silva ve arkadaşları ise, hafif ve orta derecedeki kök kanal kavisinin apikalden taşan irrigasyon solüsyonu ve debris miktarı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkilerinin olmadığını belirtmişlerdir (Silva ve ark., 2016). Tüm bu çalışmalar dikkate alınarak sonuçlar kesin olmamakla birlikte bu tez çalışmasında hata payı oranını olabildiğince minimuma indirmek için bütün örneklerin 10°'den küçük, benzer kök eğriliklerinde düz mandibular premolar dişler olmasına dikkat edilmiş ve kavisli kök kanallarında çalışma boyu kaybı ya da standart dışı preparasyon ve irrigasyon gibi olası komplikasyonları ortadan kaldırmak için bu özellikteki mandibular premolar dişler çalışma dışı bırakılmıştır.

Apikal açıklık ve çapın debris ekstrüzyonuna olan etkisini bulmak için farklı çalışmalar yapılmıştır. Al-Omari ve Dummer'in yaptıkları çalışmada apikal çap ile taşan

debris miktarı arasında herhangi bir ilişki tespit edememişlerdir (Al-Omari ve Dummer, 1995). Hinrichs ve arkadaşları da apikal foramen boyutunun ekstrüde edilen debris miktarı üzerinde hiçbir etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır (Hinrich ve ark., 1998). Ancak bu çalışmalardan farklı olarak Lambrianidis ve arkadaşları, ekstrüzyon kavramını enstrümantasyon sırasında apikal açıklığın korunmasını sağlayarak ikisinin birbirleriyle olan ilişkilerini değerlendirmiş ve apikal daralımı sağlam kalan dişlerin, apikal daralımı genişleyen dişlere göre daha fazla debris ekstrüzyon miktarının oluştuğunu görmüşlerdir (Lambrianidis ve ark., 2001). Tinaz ve arkadaşları ise çelişkili bir sonuç bulmuş ve apikal çaptaki artışla daha fazla debrisin ekstrüde edildiği sonucuna varmışlar ve apikal genişlemenin doğrudan ekstrüzyonla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (Tinaz ve ark., 2005). Camoes ve arkadaşlarının yaptıkları laboratuvar çalışmasında, NaOCl'in apikal debridman yapılmayarak eğe ve basınçsız irrigasyon enjeksiyonu kullanılmadan simüle edilmiş bir periradiküler boşluğa apikal açıklıktan irrigasyon solusyonunun ekstrüde olduğu sonucuna varmışlar ve endodontik irrigasyon maddelerinin apikal üçlüye kolay bir şekilde ulaştığını ve burdan da periradiküler dokulara ekstrüde edildiğini belirtmişlerdir (Camoses ve ark., 2009). Uzun süredir var olan bir periapikal lezyonda veya kök ucu gelişimini tamamlayamayan dişlerde görülebilen rezorpsiyon oluşumu ya da iatrojenik sebeplerle apikalin bozulması dişin apikal çapını etkileyerek apeksten taşan debris miktarının da değişmesine neden olabilmektedir. Bundan dolayı bu tez çalışmasında kökün ucunda rezorpsiyon olmayan ve apikal olarak gelişimini tamamlamış dişler kullanılmıştır. Seçilen bu dişler de 15 numaralı K tipi el eğesi kullanılarak apikal foramenden en fazla 1 mm dışarı çıkması şartıyla apikal çap genişliklerinin birbirine benzer olması sağlanarak apikal anatomi farklılığından oluşabilecek muhtemel faktörleri kaldırarak böylece örnek dişlerin apikal çaplarının standardize edilmesi hedeflenmiştir.

Çalışma boyunun doğru bir şekilde ölçülmesi, kanal tedavisinin prognozunu olumlu yönde direkt etkileyebilen ve kanalların şekillendirilmesinden önce uygulanan önemli bir aşamadır. Yapılan çalışmalarda tam çalışma uzunluğuna kadar dişler şekillendirildiğinde, özellikle periapikal lezyonlarda kök kanallarının temizlenmesi ve dezenfekte edilmesinde en etkili yöntemin bu olduğunu öne sürmüşlerdir (Card ve ark., 2002; Albrecht ve ark., 2004; Fornari ve ark., 2010). Aynı zamanda Coldero ve Rollison'ın yaptıkları çalışmaya göre çalışma boyunun doğru tespiti hem enfekte dentinin daha iyi çıkarılmasına imkân tanır hem de kökün apikal kısmındaki irrigasyon

solüsyonlarının yıkama etkinliğini arttırarak kanal sistemindeki bakteri yükünün önemli derecede azaltılmasını sağladığını iddia etmişlerdir (Coldero ve ark., 2002; Rollison ve ark., 2002). Çalışma uzunluğunun etkisi, apikal ekstrüzyon üzerine yapılan çoğu araştırmanın ana hedefi olmamıştır. Teixeira ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada apikal preparasyon boyutu ve çalışma boyunun biyomekanik preparasyon sırasında bakteriyel ekstrüzyon üzerinde önemli bir etkilerinin olmadığını bildirmişlerdir (Teixeira, 2014). Silva ve arkadaşları da çalışma uzunluğu ve apikal preparasyon boyutunun kanal şekillendirilmesinde apikalden taşan debris miktarı üzerine anlamlı bir etkilerinin olmadığını savunmuşlardır (Silva ve ark., 2016). Martin ve Cunningham'ın yaptıkları çalışmada, kök kanallarının apikal foramenden çıkılarak yapılan şekillendirilmesinde apikal foramenden 1mm kısa yapılanlara göre daha fazla debris ekstrüzyonu görüldüğünü belirtmişlerdir (Martin ve ark., 1982). Beeson ve arkadaşları da apikal foramene kadar preparasyon yapıldığında, foramenden 1 mm kısa olanına göre önemli ölçüde debrisin daha çok apikalden itilmesine zorlandığını bildirmiştir (Beeson ve ark., 1998). Myers ve Montgomery ise araştırmalarında kök kanal uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde belirlenen çalışma boyunun, taşan debris miktarının azaltılmasında önemli şekilde katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir (Myers ve Montgomery, 1991). Yapılan çalışmalar göz önünde bulundurularak bu tez çalışmasında da kanal eğesini apikal foramenden görünene kadar ilerletilip bu uzunluktan 1mm geride olacak şekilde çalışma boyu saptanmıştır.

Bu tez çalışmasında, doğal anatomik ortamın uygun olmaması sebebiyle Myers ve Montgomery tarafından önceden tanımlanmış olan deney düzeneği kullanılmıştır (Myers ve Montgomery, 1991). Bu düzenek, hem apikalden taşan debrisin belli bir yerde toplanmasına imkân tanıdığı hem de debris ekstrüzyonuyla alakalı dental literatürlerde en fazla kullanılan yöntem olduğu için tercih edilmiştir. Myers ve Montgomery'nin deneysel modelinde dişler debrisin biriktiği tüplerin içerisinde apikal kısımları olacak şekilde plastik kapaklara yerleştirilir. İç-dış basıncın dengelenmesi için tüp kapaklarına enjektörün ucu batırılır. Daha sonrasında tüpler cam şişenin içerisine konulur. Bu gibi araştırmalarda debrisin toplandığı kaplar değişmekle birlikte genelde eppendorf tüpü veya cam şişelerini kullanmayı seçmişlerdir (Myers ve Montgomery, 1991; Ferraz ve ark., 2001; Huang ve ark., 2007; Koçak ve ark., 2013; De-Deus ve ark., 2015). Bu tez çalışmasında debris ağırlığını tartmak için kullandığımız hassas terazinin daha güvenilir

sonuçlar vermesini sağlamak için cam ŐiŐe yerine daha az ağır olan plastik eppendorf tüplerinden yararlanılmıştır. Aynı zamanda hekimin kanal preparasyonu ve irrigasyonu sırasında apikalden taşan debris miktarını görmemesi için bu tez çalışmasında tüplerin yerleŐtirildiėi cam ŐiŐelerinin koyu renk olmasına dikkat edilmiştir (Fairbourn, 1987). Böylelikle deney ortamının klinik Őartlara uygun olacak Şekilde hazırlanılması sağlanılmıştır.

Kök kanal irrigasyonu, özellikle daha önce enstrümantasyonla dokunulmamıŐ kök kanal alanlarındaki bakteri, debris ve nekrotik dokunun uzaklaŐtırılmasında kanal Şekillendirmesinin önemli bir parçası olmaktadır (Gulabivala ve ark., 2005). Yapılan çalışmalarla irrigasyonun, kanal preparasyonu sırasında apikalden taşan debris miktarını etkileyen faktörlerden biri olduğu kanıtlanmıŐtır (Hinrichs ve ark., 1998; Ferraz ve ark., 2001). Van de Visse ve Brilliant yaptıkları çalışmada, irrigasyon kullanarak veya irrigasyon kullanılmayarak apikalden taşan debris miktarı üzerine etkisini kıyaslamıŐlardır. AraŐtırmalarına göre irrigasyonun, kanalda oluşan debrisin periapikal dokulara ekstrüzyonuna neden olan bir aŐama olduğu ve irrigasyon içermeyen kanal Őekillendirmesinde ise toplanabilir herhangi bir debris çıkışının görülmediğini bildirmişlerdir (Van de Visse ve Brilliant, 1975). Kök kanal irrigasyon sisteminin tipi, kullanılan irrigasyon miktarı, irrigasyon enjektörünün tipi ve boyutu ve enjektörün yerleştirme derinliği gibi birçok faktör taşan irrigasyon ve debris miktarını etkileyebilmektedir (Altundaşar ve ark., 2011; Mitchell ve ark., 2011). Xavier ve arkadaşları çalışmalarında, tüm enstrümantasyon ve irrigasyon sistemlerinin apikalden debris ekstrüzyonuna neden olduklarını iddia etmiştir (Xavier ve ark., 2015). Karataş ve arkadaşları da tüm irrigasyon sistemlerinin debris ekstrüzyonuyla bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir (Karatas ve ark., 2015). Leonardi ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, kök kanal Şekillendirmesi sırasında toplamda kullanılan irrigasyon solüsyonu miktarı ne kadar fazla olursa periapikal dokulara taşan debris miktarının da o kadar fazla olduğunu bildirmişlerdir (Leonardi ve ark., 2007). Irrigasyon solüsyonunun seçimi, ekstrüde olan debris miktarını etkileyebilmekte ve klinik koşullarda kanal tedavisinde en çok kullanılan irrigasyon solüsyonu sodyum hipoklorit olmaktadır. Ancak sodyum hipoklorit (NaOCl)'teki sodyum iyonunun kristalleŐerek kanal içinde oluşan debristen ayrılamayarak deneysel metodolojinin güvenilirliğini olumsuz etkileyebilmektedir. Fairbourn ve arkadaşları da yaptıkları araŐtırmada eŐme suyu kullanımının tuz

artıklarının çökmesine neden olarak ekstrüde debris ağırlığını arttırabileceği bildirmişlerdir (Fairbourn ve ark., 1987). Bundan dolayı diğer benzer çalışmalarda olduğu gibi bu tez çalışmasında da NaOCl çözeltisinin olası kristalleşmesi sonucunda oluşan debrisin yanıtıcı ağırlık ölçümlerini önlemek ve sonuçların güvenilirliğini tehlikeye atmamak için irrigasyon solüsyonu olarak distile su tercih edilmiştir (Leonardi ve ark., 2007; Koçak ve ark., 2013; Talap ve Güngör, 2014; Uzun ve ark., 2016).

Kullanılan irrigasyon solüsyon miktarı yapılan çalışmalarda değişiklik gösterebilmektedir. Bazı araştırmacılar her bir diş için toplamda solüsyonu sabit miktarda kullanırken (Lambrianidis ve ark., 2001; Leonardi ve ark., 2007); bazıları da sabit miktara gerek duymadan her enstrüman değişiminde belli bir miktar solüsyon kullanmışlardır (Myers ve Montgomery 1991; Burklein ve ark., 2014). Bu tez çalışmasında her alet değişiminde kullanılmak üzere irrigasyon solüsyonunun apikalden taşan debris miktarını etkilememesi için toplamda 5 ml distile su kullanılmıştır. Ayrıca kök ucuna yapışan debriseri eppendorf tüpünde biriktirmek için tüm şekillendirme ve temizleme işlemleri tamamlandıktan sonra kökün apikal yüzeyi 1 ml distile su ile yıkanarak kalan debris artıklarının tüpün içerisinde toplanması sağlanılmıştır (Fairbourn ve ark., 1987; Kustarcı ve ark., 2008; Burklein ve ark., 2014).

Debris ekstrüzyonuyla ilgili yapılan çalışmalarda kök ucundan taşan debris miktarının minimal olması sebebiyle ağırlığı ölçmek için yüksek hassasiyete sahip terazilerden faydalanılmaktadır. Bu konuyla ilişkili olan araştırmalarda sıklıkla yanılma payı 0,0001 gr (Leonardi ve ark., 2007; Al-Haddad ve ark., 2011; Lu ve ark., 2013) veya 0,00001 gr (Huang ve ark., 2007; Burklein ve ark., 2012; Boijink ve ark., 2018) olan hassas terazilerden yararlanılmıştır. Daha az hassasiyete sahip terazinin kullanılması taşan debris miktarını ölçemeyerek yapılan çalışmanın güvenilirliğini tehlikeye atabilir. Bu sebepten dolayı bu tez çalışmasında taşan debris ağırlığını ölçmek için hassaslık derecesi 10^{-5} gram olan hassas terazi (Sartorius Denver Hassas Terazi, Sartorius, Goettingen, Almanya) kullanılmıştır.

İrrigasyon kök kanal tedavisinin temel aşamalarından biri olup bu adımda kullanılan enjektör iğnesi ucunun kanaldaki yerleşim seviyesi irrigasyon solüsyonunun penetrasyonunu etkileyen en önemli faktörlerdendir (Bronnec ve ark., 2010; Parirokh ve ark., 2012). İrrigasyon iğnesi çalışma uzunluğundan ne kadar uzağa yerleştirilirse, apikal

basınç o kadar az gelişir ancak dezenfeksiyon açısından etkinlikleri de bir o kadar azalmaya başlar (Abou-Rass ve Piccinino, 1982). Boutsoukis ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada açık uçlu enjektör iğnelerin kök kanalında yeterli irrigasyon akışının sağlanması için ideal pozisyonlarının apeksten 2 mm veya 3 mm kısa olması gerektiğini bildirmişlerdir (Boutsoukis ve ark. 2010). Abou-Rass ve Sedgley çalışmalarında irrigasyon iğnesi çalışma boyundan 3 mm kısa tutulmuş, debris koronale yönlendirmek için iğne kök kanal duvarlarına temas etmeden yerleştirilmiştir. İğnenin penetrasyon derinliği kanalın apikaline doğru ilerletildiğinde daha iyi temizlik sağladığı buna karşın irrigasyon solüsyonlarının ekstrüzyonunu etkilediğini belirtmişlerdir (Sedgley ve ark., 2005; Psimma ve ark., 2013; Boutsoukis ve ark., 2014; Wang ve ark., 2015). Logani ve Zarrabi çalışmalarında irrigasyon iğnesi apikale doğru daha fazla ilerletildikçe irrigasyon solüsyonu ve debris artıklarının apikalden dışarı çıkma riskinin arttığını belirtmişlerdir (Zarrabi ve ark., 2006; Logani ve ark., 2008). Sonuç olarak irrigasyon iğnesi çalışma boyundan daha uzağa konumlandırıldığında solüsyonun ekstrüzyon miktarının uzaklığa bağlı olarak azalmaktadır (George ve ark., 2008; Psimma ve ark., 2013).

İrrigasyon iğnelerinin tasarımı; irrigasyon etkinliği ve güvenliğinden sorumlu olan akış düzeni, solüsyon hızı ve apikal duvar basıncı gibi önemli parametrelerin değişmesine neden olarak apikalden ekstrüde edilen debrisin sıklığını ve miktarını da etkileyebilmektedir (Patterson ve ark., 1988; Lambrianidis ve ark., 2001; Shen ve ark., 2010; Altundasar ve ark., 2011; Mitchell ve ark., 2011). Paula ve arkadaşları çalışmalarında üç farklı tip irrigasyon iğnesi kullanmışlar, en fazla debris ekstrüzyonuna neden olan geleneksel dental enjektörler, sonra yandan delikli enjektörlerin (side-vented), en az da çift yandan delikli enjektörlerin (double side-vented) olduğunu rapor etmişlerdir. Apikalden taşan debris ve irrigan miktarı, çift yandan delikli iğnede (double side-vented) geleneksel iğneden anlamlı derecede daha az olduğu, ancak yandan delikli iğne ile (side-vented) karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir (Silva ve ark., 2016). Yapılan başka çalışmalarda da açık uçlu enjektörler, çift ve yandan delikli enjektörlere (double, side-vented) göre irrigasyonun daha yüksek apikal basınç üreterek periapikal dokulara doğrudan erişimine neden olduğu için daha fazla debris ve irrigasyon ekstrüzyonuna neden oldukları bildirilmiştir (George ve ark., 2008; Boutsoukis ve ark., 2013; Park ve ark., 2013; Yeter ve ark., 2013; Yost ve ark., 2013; Alkahtani ve ark., 2014). Öte yandan çift ve yandan delikli enjektörlerin apikalden taşan

debris miktarını etkileyebilecekleri dikkate alınıp klinik imkanlar çerçevesinde standardizasyonu sağlamak amacıyla bu tez çalışmasında irrigasyon iğnesi olarak geleneksel açık uçlu enjektörler tercih edilmiştir.

İrrigasyon iğne çapıyla ilgili çalışmalar da yapılmış, irrigasyon solüsyonunun kökün apikaline rahatlıkla ilerleyebilmesi için küçük çaplı 27 veya 30 G dental enjektörlerin kullanılması önerilmiştir (Altundasar ve ark., 2001; Park ve ark., 2013; Koçak ve ark., 2016; Boijink ve ark., 2018; Uslu ve ark., 2018). Gurudutt ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada 30 gauge bir irrigasyon iğnesinin, kök kanalını verimli bir şekilde yıkaması için yeterli hacimde irrigasyon sağladığı ve kanalın derinliklerine serbestçe ulaşabildiğini bildirmişlerdir (Nayak ve ark., 2014). Bu tez çalışmasında bütün gruplara 27 G'luk dental enjektörlerle irrigasyon yapılmıştır. Kanal tedavisinde uygun bir irrigasyonun sağlanması için irrigasyon iğnesi ucunun kanalın apikal üçte birine yerleştirilmesi tavsiye edilmiştir (Zehnder, 2006). Bu nedenden dolayı bu tez çalışmasında 27 G'luk standart enjektörler, kanal duvarlarında sıkışmayacak şekilde apikal 1/3'lük kısma kadar yerleştirilerek yavaş bir şekilde ileri-geri hareketlerle kanal irrigasyonu yapılmış ve sıkışma hissi alındığında hafifçe geriye doğru çekilerek tekrardan konumlandırılmıştır.

Kök kanal şekillendirme işlemi bittikten sonra debrisin biriktiği tüplerde bir miktar irrigasyon solüsyonu da kökün apikalinden taşarak birikebilmektedir. Bu taşan irrigasyon solüsyonunun, debris miktarının doğru ve güvenilir bir şekilde ölçülebilmesi için tüpten tamamen buharlaşması sağlanarak uzaklaştırmak gerekir. Bunun için araştırmacılar değişik birçok yöntem denemişlerdir. Ruiz-Hubard ve arkadaşları filtre içeren bir mekanizma sayesinde toplanan debrisi tartmadan önce tüpleri 4 dakika boyunca 110°'lik bir fırına yerleştirerek nemin ortamdan buharlaşmasını sağlamışlardır (Ruiz-Hubard ve ark., 1987). Fairbourn ve arkadaşları, kurutma işlemi için etüvde 90°'de 1 saat bekletilip ardından kalsiyum sülfat içeren bir desikatör içinde 30 dakika boyunca tutularak oda sıcaklığında soğumaya bırakmışlardır (Fairbourn ve ark., 1987). Tanalp ve arkadaşları, kollektör tüpler aracılığıyla nemi liyofilizasyon tekniği (dondurarak kurutma) ile uzaklaştırmışlardır. Liyofilizasyon kapalı bir ortamda gerçekleştiği için ısı veya nem gibi olumsuz etkenlerle karşılaşma olasılığının düşük olması sebebiyle bu sistemin güvenilir bir yöntem olduğunu savunmuşlardır (Tanalp ve ark., 2006). Al-Omari ve

Dummer, debris biriken tüpleri etüve dik bir şekilde koyarak 1 ay boyunca oda sıcaklığında kurumaya bırakmışlardır (Al-Omari ve Dummer, 1995). Myers ve Montgomery, tüm nemi buharlaştırmak için kalsiyum klorür içeren bir desikatöre 85°F (29,4 °C) sıcaklıkta tutulup daha sonra 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir (Myers ve Montgomery, 1991). De-Deus ve arkadaşları, 5 saat boyunca 140°C'lik sabit sıcaklıktaki bir kuru-ısıtma fırınına yerleştirerek nemi buharlaştırmışlardır (De-Deus ve ark., 2010). Diğer yapılan çoğu çalışmalarda sıvıyı uzaklaştırmak için 68-70°C'de 5-7 gün arasında etüvde bekleterek kurutmuşlardır (Koçak ve ark., 2016; Pawar ve ark., 2017; Zan ve ark., 2017; Güneş ve ark., 2018). Bu tez çalışmasında da eppendorf tüplerinin içindeki irrigasyon solüsyonunun buharlaştırılıp sadece debris artıklarının kalması için 68°C'de 5 gün boyunca etüvde bekletilmiştir.

Literatürde eğe sistemlerinin apikalden taşan debris miktarı üzerine etkinliğinin değerlendirildiği çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Martin ve Cunningham, 1982; Beeson ve ark., 1998; Burklein ve ark., 2012; Koçak ve ark., 2013; Kirchhoff ve ark., 2015). Bu tez çalışmasında rotasyonel ve resiprokal hareket yapan eğe sistemleri kullanılmıştır. Rotasyonel hareket yapan tek eğe sistemlerinden geleneksel Ni-Ti alaşımından üretilen One Shape ve CM teli alaşımından üretilen Hyflex EDM, resiprokal hareket yapan tek sistemlerinden de M-Wire teknolojisiyle üretilen Reciproc Blue ve Gold teknolojisiyle üretilen WaveOne Gold döner eğeleri yer almaktadır. Koronal genişletme için ise One Flare döner eğe sistemi kullanılmıştır. Bu tez çalışmasının temel amacı güncel tek eğe sistemleriyle çalışan farklı tipteki Ni-Ti eğerlerinin kök kanal şekillendirmesi sırasında koronal genişletme egesi ile beraber kullanımının apikalden taşan debris miktarları üzerine etkisinin değerlendirilmesidir. Bu zamana kadar literatürde da Reciproc Blue, WaveOne Gold, One Shape ve Hyflex EDM tek eğe sistemlerinin koronal genişletme egesi ile beraber kullanımının apikalden taşan debris miktarı üzerine etkisinin değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Apikal ekstrüzyonla ilgili yapılan çalışmaların çoğunun sonucu birbirinden farklıdır. Bunun nedeni olarak kullanılan eğe sisteminin kinematik farklılığına, metalürjik ve kesitsel özelliklerine, eğe sayısına, uygulanan metoda ve örnek dışın anatomik ve yapısal özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (De-Deus ve ark., 2015; Silva ve ark., 2016).

Yapılan çalışmalarda, Ni-Ti döner ege sistemleriyle kök kanal şekillendirmesi yapılırken bütün ege sistemleri ve preparasyon yöntemlerinin kökün apikalden periapikal dokulara debris ittiği ve hiçbir metododun da debris çıkışını tamamen ortadan kaldıramadığı görülmüştür (Mangalam ve ark., 2002; Tanalp ve ar., 2006; Kuştaıcı ve ark., 2008; Logani ve ark., 2008; Elmsallatı ve ark., 2009; De-Deus, 2010; Nayak ve ark., 2014). Kanal tedavisi sırasında bu gibi olumsuzlukları en aza indirmek için üretici firmalar her geçen gün güncel yeni Ni-Ti döner ege sistemlerini piyasaya sürmektedir.

Tez çalışmasında mandibular premolar dişlerin anatomik özellikleri ve apikal daralimleri dikkate alınarak apikal çapları 0,25 mm olacak şekilde belirlenmiştir. Bu yüzden kullanılan eğerin apikal çapları Reciproc Blue; 25, WaveOne Gold; 25, One Shape; 25 ve Hyflex EDM de; 25 olacak şekilde seçilmiştir. Böylelikle apikal çapları birbirine en benzer eğerler deneyde kullanılmıştır. Koniklik açıları mümkün olduğunca birbirine yakın olacak şekilde Reciproc Blue 25.08, WaveOne Gold 25.07, One Shape 25.06 ve Hyflex EDM 25.08 olarak seçilmiştir.

Bu tez çalışmasının sonucuna göre apikalden taşan debris miktarı açısından tek ege sistemleri arasında anlamlı bir farkın olmadığı bulunmuştur. En fazla debris taşıran Hyflex EDM, sonra WaveOne Gold ve ondan sonra Reciproc Blue ve en az debris taşıran da One Shape olmuştur. Koronal genişletme yapılmasının taşan debris miktarı üzerine olan etkinliği değerlendirildiğinde ise kullanılan tek ege sistemi fark etmeksizin koronal genişletme yapılması daha az miktarda debris taşmasına neden olmuş olup, istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmıştır.

Bu tez çalışmasında kullanılan ege sistemleri rotasyonel (One Shape ve Hyflex EDM) ve resiprokal hareket yapan (Reciproc Blue ve WaveOne Gold) olmak üzere iki gruba ayrılıp debris miktarı açısından karşılaştırıldığında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Bu konuyla ilgili literatürlere farklı sonuçlar bildiren çalışmalar mevcuttur. Eliasız ve arkadaşları, WaveOne Gold ile ProTaper Next ve Twisted Files ege sistemlerini apikal ekstrüzyon açısından karşılaştırmışlar, istatistiksel olarak resiprokal ve rotasyonel çalışan deney grupları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir (Eliasız ve ark., 2021). Bu çalışmanın sonucu bu tez çalışmanın sonucuyla benzerlik göstermektedir. Boijink ve arkadaşları da WaveOne Gold ile el eğerleri ve Twisted File Adaptive rotary sistemini kıyaslamışlar, resiprokal WaveOne Gold'un diğerlerine göre daha az debris

taşırdığı ancak istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı sonucuna varmaları bu tez çalışmasıyla paralellik göstermektedir (Bojink ve ark., 2018). Ancak Nayak ve arkadaşları, Reciproc ve Wave One ile rotasyonel çalışan One Shape'i karşılaştırmışlar, Reciproc eğe sisteminin, One Shape eğe sistemine kıyasla önemli ölçüde daha fazla debris taşırdığını bulmuşlardır (Nayak ve ark., 2014). Bürklein ve arkadaşları da Reciproc ile rotasyonel sistemden F360, OneShape ve Mtwo eğesini karşılaştırmışlar, Reciproc'un, diğer tüm rotasyonel sistemlere kıyasla önemli derecede daha fazla debris ekstrüzyonuna neden olduğunu tespit etmişlerdir (Bürklein ve ark., 2014). Dinçer ve arkadaşları ise, rotasyon hareketle çalışan ProTaper Next'in resiprokal hareketle çalışan WaveOne Gold ve Twisted File Adaptive'den daha fazla debris taşırdığını bildirmişlerdir (Dinçer ve ark., 2017). Haridas ve arkadaşları da ProTaper Next ve WaveOne Gold'un apikal ekstrüzyon miktarlarına baktıklarında resiprokal çalışan WaveOne Gold'u diğer sisteme göre önemli ölçüde daha düşük bulmuşlardır (Haridas ve ark., 2019). Literatürdeki bu çelişkili sonuçların sebebinin eğelerin aynı kinematik harekete sahip olmasına karşın eğelerin farklı metalürjik yöntemlerden üretilmesi ve kesitsel farklılıklardan kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Uslu ve arkadaşları, Reciproc Blue, HyFlex EDM ve XP-Endo Shaper eğelerini debris ekstrüzyonu açısından karşılaştırmışlar, Reciproc Blue ile Hyflex EDM arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır (Uslu ve ark., 2018). Özlek ve arkadaşları da Hyflex EDM, Reciproc Blue ve F-One Blue olmak üzere üç tek eğe sistemini incelemişler, Reciproc Blue ile Hyflex EDM arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç bulamamışlardır. Bu iki çalışma da bu tez çalışmasının sonuçlarını destekler niteliktedirler (Özlek ve ark., 2020). Mustafa ve arkadaşları ise Reciproc Blue ve Hyflex EDM'nin de içinde bulunduğu bir araştırmanın sonucunda diğer sistemlere göre anlamlı şekilde debris en fazla taşıranın Hyflex EDM eğe sisteminin olduğunu bildirmişlerdir (Mustafa ve ark., 2021). Bu tez çalışmasında en fazla debris taşıran Hyflex EDM olup istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir. Diğer çalışmada farklı olarak fazla kurvatüre sahip (25° - 45°) mandibular molar dişlerin meziobukkal kanalına şekillendirme yapılması (tez çalışmasında 10° 'den küçük eğime sahip alt premolar dişler seçilmiştir) taşınan debris miktarının artmasına ve böylece istatistik olarak anlamlı bir farkın oluşmasına neden olmuş olabileceğini düşünmekteyiz.

Keskin ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Reciproc Blue, WaveOne Gold, R-Endo ve ProTaper Next sistemlerini kullanmışlar, Reciproc Blue sisteminin WaveOne Gold'a göre anlamlı bir farkla daha fazla debris taşırdığını bulmuşlardır (Keskin ve Sarıyılmaz, 2018). Bu tez çalışmasında farklı sonuç çıkmasında diş sayısı (bu çalışmada 100 tane mandibular premolar diş, tez çalışmasında 80 tane alt premolar kullanılmıştır), periapikal dokuları taklit eden yöntem (bu çalışmada agar jeline dişler gömülmüştür, bu çalışmada örnek dişler koyu renkli cam şişelere yerleştirilmiştir) ve eğelerle uygulanan işlem (bu çalışmada kök kanal dolgu malzemesini kaldırmak için eğelerden faydalanılmıştır, tez çalışmasında ise eğelerle kök kanal şekillendirmesi yapılmıştır) etkili olabilir. Wang ve arkadaşları ise Reciproc Blue, WaveOne Gold ve XP-endo Shaper'ın olduğu üç ege sistemini karşılaştırmışlar, WaveOne Gold ile Reciproc Blue'nun taşan debris miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ve bu sonuç tez çalışmasıyla benzerlik göstermektedir (Wang ve ark., 2021).

Tez çalışmasında anlamlı bir fark bulunmasa da Reciproc Blue'nun WaveOne Gold'dan daha az debris taşırmada kesici olmayan bir uç ve S şeklinde bir kesite sahip olması ve M-wire teknolojisiyle üretilmesi sonucu daha esnek bir yapıda olmasının debris koronale doğru daha kolay bir şekilde uzaklaştırmasını sağlayabilir (Gündoğar ve Özyürek, 2017; Özyürek ve ark., 2018; Plotino ve ark., 2018).

Azim ve arkadaşları WaveOne Gold, Hyflex EDM ve XP Shaper olmak üzere üç tek ege sistemini in-vitro olarak değerlendirdikleri çalışmada WaveOne Gold ile Hyflex EDM arasında ekstrüde debris miktarı açısından anlamlı bir fark bulamamışlardır. Sonuçlar bu tez çalışmasını destekler niteliktedir (Azim ve ark., 2018).

Elashiry ve arkadaşları, WaveOne Gold, Reciproc Blue ve Hyflex EDM sistemini kıyaslamışlar, bu tez çalışmasıyla benzerlik göstererek Reciproc Blue ile diğer sistemler arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır (Elashiry ve ark., 2020). Ancak Elashiry ve ark. WaveOne Gold'un anlamlı şekilde Hyflex EDM'den daha az debris taşırdığını bildirmişlerdir. Tez çalışmasında da WaveOne Gold daha az taşırmış olsa da Hyflex EDM ile anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu farklılık enjektörün tipine (tez çalışmasında 27 gauge geleneksel enjektör kullanılmıştır, diğer çalışmada 30 gauge yandan delikli enjektör tercih edilmiştir) ve örnek dişlerin seçimine (tez çalışmasında alt premolar dişler kullanılmış, diğer çalışmada mandibular molar dişler tercih edilmiştir) bağlı olabilir.

Fontana ve arkadaşları, Protaper Next, Hyflex CM, Hyflex EDM, WaveOne Gold ve Reciproc Blue sistemlerinin kök kanal şekillendirmesi sırasında apikal ekstrüzyon miktarlarını karşılaştırmışlar ve Hyflex EDM, WaveOne Gold ve Reciproc Blue arasında anlamlı bir farkın olmadığını bulmuşlardır (Fontana ve ark., 2020). Fontana ve arkadaşlarının başka çalışmalarında da HyFlex EDM, WaveOne Gold ve Reciproc Blue'nun preparasyon sırasında taşan debris miktarlarına bakmışlar ve üç sistem arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır (Fontana ve ark., 2022). Bu iki çalışmayla tez çalışması paralellik göstermektedir.

Bürklein ve arkadaşları, Reciproc ve One Shape tek sistemlerini karşılaştıran çalışmalarında bu tez çalışmasıyla paralellik göstererek Reciproc ege sisteminin One Shape'den daha fazla kökün apikalinden debris taşıdığı ancak tez çalışmasının aksine iki ege arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın görüldüğünü bildirmişlerdir (Bürklein ve ark., 2014). Bunun nedeni kullanılan örnek dişe (bu çalışmada mandibular santral kesici dişler üzerinde, tez çalışmada ise mandibular premolar dişlerde şekillendirme yapılmıştır) bağlı olabilir. Hadi ve Hameed taşan debris miktarıyla ilgili Hyflex CM, WaveOne ve One Shape'in bulunduğu in-vitro çalışmada, One Shape ve WaveOne arasında anlamlı bir fark bulamamışlar ve bu tez çalışmasıyla paralellik sağlamaktadır (Hadi ve Hameed, 2017). Ancak Hyflex CM'nin ise en düşük ekstrüzyon miktarı taşıdığını belirtmişlerdir. Farklı sonuçların çıkmasında toplamda kullanılan irrigasyon miktarı ve türü (bu çalışmada 7 ml sodyum hipoklorit kullanılmış, tez çalışmada ise 6ml distile sudan faydalanılmıştır) ve kullanılan ege tipine (tez çalışmada Hyflex EDM ile preparasyon yapılmıştır) bağlanabilir.

Nayak ve arkadaşları, Reciproc, WaveOne ve One Shape'i karşılaştırmışlar, bu tez çalışmada olduğu gibi WaveOne ile One Shape arasında anlamlı bir fark bulunamamış ancak Reciproc'un anlamlı ölçüde One Shape'ten daha fazla debris taşıdığını bildirmişlerdir (Nayak ve ark., 2014). Bu çalışmadaki enjektör tip (irrigasyon için 30 gauge yandan delikli enjektör kullanılmış, tez çalışmada ise 27 gauge geleneksel enjektörle yapılmıştır), deney düzeneğindeki farklılıklar (ekstrüde edilen irrigasyon solüsyonu plastik şırıngalarda toplanılmıştır, tez çalışmasındaysa eppendorf tüplerinde biriktirilmiştir) ve ege türleri (bu tez çalışmada Reciproc Blue ve WaveOne Gold kullanılmıştır) sonuçları etkilemiş olabilir.

Topçuoğlu ve arkadaşları eğimli kök kanallarında önceden rehber yol hazırlandıktan sonra kök kanal şekillendirmesi için One Shape, Reciproc ve WaveOne eğe sistemlerini kullanmışlar, bu tez çalışmasında olduğu gibi taşan debris miktarında üç tek eğe sisteminde de anlamlı bir fark bulunamamıştır (Topçuoğlu ve ark., 2016). Ehsani ve arkadaşları da Reciproc, WaveOne ve One Shape'in içinde bulunduğu bir çalışma yapmışlar, bu tez çalışmasıyla benzer şekilde üç tek eğe sistemi arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır (Ehsani ve ark., 2016).

Tez çalışmasında kullanılan tek eğe sistemleri arasında en az debris taşıyan One Shape olmasının nedeni aktif kısmı boyunca hareket dalgaları üreten değişken heliks yapısı ve arttırılmış talaş alanı sağlayan şekli sayesinde geniş apikal preparasyonun önlenmesine ve biriken debrisin kökün apikalinden yukarıya doğru itilmesine imkân tanıyarak böylece apikal foramenden taşan debris miktarının azalmasıyla bağlantılı olabilir (Burklein ve ark., 2014; Nabeshima ve ark., 2014; Mittal ve ark., 2015).

One Flare, T-wire ısıtma işlemiyle üretilen, aynı tasarıma sahip olup geleneksel Ni-Ti alaşımından üretilen enstrümanlara göre üstün döngüsel yorulma direnci ve daha düşük bükülme direnci sergileyen, koronal flaring de kullanılan güncel eğelerden biridir (Ataya ve ark., 2018). Yeni güncel bir eğe olduğu için One Flare ile kök ucundan taşan debris miktarını araştıran literatürde herhangi bir çalışma henüz bulunmamakla birlikte farklı koronal flaring enstrümanlarının kullanıldığı çalışmalar mevcuttur.

Topçuoğlu ve arkadaşları Reciproc, WaveOne ve One Shape tek eğe sistemlerini kullanarak kök kanal preparasyonundan önce koronal genişletme yapılmasının apikal olarak ekstrüde olan debris miktarına olan etkisini incelemişler, koronal genişletme yapılmayan Reciproc ve WaveOne eğelerinin diğer gruplara göre anlamlı derecede daha fazla debris ürettiklerini bulmuşlardır (Topçuoğlu ve ark., 2016). Kosaraju ve arkadaşları da resiprokal ve rotasyonel hareketle çalışan tek eğe sistemlerinin olduğu bir çalışma yapmışlar ve her iki hareketteki sistemde de koronal genişletme olmadan kök kanal şekillendirilmesi yapıldığında koronal genişletme olan gruba göre daha yüksek miktarda debris ekstrüzyonuyla sonuçlandığını bulmuşlardır (Kosaraju ve ark., 2020). Borges ve ark.'da koronal genişletmenin taşan debris miktarını azalttığını bildirmişlerdir (Borges ve ark., 2016). Bu tez çalışmasında da koronal genişletme yapılması literatürdeki çalışmalarla uyumlu olarak anlamlı derecede daha az debris taşmasına neden olmuştur.

De-Deus ve ark., el eğesi, Protaper, Reciproc ve WaveOne eğe sistemlerini kullanarak apikalden taşan debris miktarını incelemişler, sadece el eğesinin Gates Glidden ile birlikte kullanıldığı göz önünde bulundurularak el eğelerinin koronal genişletme yapılmayan diğer sistemlere göre apikalden daha fazla debris çıkardığını bulmuşlardır (De-Deus ve ark., 2015). Güneş ve ark., Protaper Next, 2Shape ve One Curve eğe sistemlerinin olduğu çalışmada EndoFlare eğesiyle koronal genişletme yapılarak ekstrüde olan debris miktarı üzerine etkisini araştırmışlar ve koronal flaring yapılan ile yapılmayan gruplar arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır (Güneş ve Yeter, 2020). Mohamed ve ark., WaveOne Gold ve Reciproc eğelerinin apikalden taşırdıkları debris miktarlarını karşılaştırmışlar, iki eğe sisteminde de Gates Glidden freziyle koronal genişletme yapılan ve yapılmayan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edememişlerdir (Mohamed ve ark., 2020). Başka bir çalışmada da PathFile, el eğesi ve ProTaper sistemi kullanılarak koronal genişletmenin debris miktarını incelemişler ve ProTaper Sx ile koronal genişletme olan ve olmayan arasında apikale ekstrüde olan debris miktarlarına bakıldığında anlamlı bir farkın olmadığı bildirilmiştir (Saleh, 2012).

Tez çalışmasında kullanılan tek eğe sistemleriyle ilgili de yeterli sayıda fazla araştırmanın olmamasından dolayı hangi eğenin daha çok ya da hangi eğenin daha az apikalden debris taşırdığına dair kesin bir sonuç söylenememektedir. Bu yüzden debris ekstrüzyonuyla ilgili başka çalışmalar da yapılarak hem önceki yapılan araştırmalara katkı sağlamalı hem de yeni yapılacak olanlara da ışık tutmaları gerekmektedir.

5.2. Sonuç

Tez çalışmasında dört farklı tek eğe sisteminin koronal genişletme eğesiyle birlikte kullanımının apikalden taşan debris miktarları karşılaştırılarak incelenmiştir.

Bu tez çalışmasından elde edilen bulgular çerçevesinde şu sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Resiprokal ve rotasyonel hareket yapan olmak üzere kullanılan eğe sistemleri iki grupta toplanıldığında, resiprokal ve rotasyonel hareket yapanlar arasında taşan debris miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

2. Hyflex EDM, WaveOne Gold, Reciproc Blue ve One Shape eğeleri apikalden taşan debris açısından değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Aralarında en çok debris taşıran Hyflex EDM, sonra WaveOne Gold, ondan sonra Reciproc Blue ve en az debris taşıran da One Shape olmuştur.
3. Resiprokal hareketle çalışan sistemler kendi içinde değerlendirildiğinde WaveOne Gold, Reciproc Blue'dan daha çok debris taşırmış olsa da aralarında anlamlı bir fark görülmemiştir.
4. Rotasyonel hareketle çalışan sistemler arasında Hyflex EDM, One Shape göre daha fazla debris taşırsa da aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.
5. Kök kanal kanal şekillendirilmesinde koronal genişletme yapılması istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az debris taşmasına neden olmuştur.
6. Kullanılan tüm eğe sistemleri apikalden debris taşmasına neden olmuştur.
7. Piyasaya sürülen her bir yeni eğe sistemi var olan eğelerin dezavantajlarını gidermeye ynelikretilmiş olsa da henüz apikalden debris taşmasını tamamennleyen bir eğe sistemi bulunmamaktadır. Bundan dolayı kanal tedavisi için en ideal eğenin seçilebilmesi ve kullanılan eğelerin apikalden taşırdıkları debris miktarlarında kesin sonuçlara ulaşılabilmesi için daha çok araştırma yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abella F, Patel S, Duran-Sindreu F, Mercadè M, Roig M. Mandibular first molar with disto-lingual roots: review and clinical management. *Int Endod J* 2012; 45: 963-978.
- Abou-Rass M, Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 54(3), 323-28, 1982.
- Adıgüzel, M., & Capar, I. D. (2017). Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of WaveOne and WaveOne Gold Small, Primary, and Large Instruments. *Journal of Endodontics*, 43(4), 623–627.
- Akpınar KE, İlhan B Elektronik Apeks Belirleyici Cihazlar Ondokuz Mayıs Univ Dis Hekim Fak Derg 2004; 5 (3): 157-160
- Alaçam A, Aydın M, Tınaz C, Ömürlü H, Erten Can H, Uzel İ, Alaçam T. *Endodonti. 2. Basım, Özyurt Matbaacılık, Ankara; 2012. 358-359,452,454,456,461 p.*
- Alaçam A, Aydın M, Tınaz C, Ömürlü H, Erten Can H, Uzel İ, Alaçam T. *Endodonti. 2. Basım, Özyurt Matbaacılık, Ankara; 2012.,461-462 p.*
- Alaçam A, Aydın M, Tınaz C, Ömürlü H, Erten Can H, Uzel İ, Alaçam T. *Endodonti. 2. Basım, Özyurt Matbaacılık, Ankara; 2012;456-457p.*
- Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, et al. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *J Endod* 2009;35:1589–93.
- Albrecht LJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. *J Endod.* 2004 Jun;30(6):425-8.
- Al-Haddad A, Che A, Aziz Z. Apically extruded debris during removal of reaseal using two re-treatment rotary systems. *J Aus J Basic Appl Sci.* 2011;5:114-9.
- Al-Hadlaq SM, Aljarbou FA, AlThumairy RI. Evaluation of cyclic flexural fatigue of Mwire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2010;36:305–7.
- Alkahtani A, Khudhairi TDA and Anil SA comparative study of the debridement efficacy and apical extrusion of dynamic and passive root canal irrigation systems *BMC Oral Health* 2014,14:12.
- Alodeh MHA, Doller, R. & Dummer, PMH. (1989) Shaping of simulated root canals in resin blocks using the step-back technique with K-files manipulated in a simple in/out filing motion. *International Endodontic Journal.* 22, 107-117.
- Al-Omari MA, Dummer PM. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod.* 1995 Mar;21(3):154-8.
- Altunbaş D, Kuşaracı A, Akpınar KE, Arslan D. Mtwo ve S5 NiTi döner kanal eğelerinin yapay kök kanalını şekillendirme etkinliklerinin karşılaştırılması. *Acta Odontol Turc* 2016;33(3):115-20.
- Altundasar E, Nagas E, Uyanik O, Serper A. Debris and irrigant extrusion potential of 2 rotary systems and irrigation needles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112(4):e31-5.

Álvaro Henrique Borges , Thiago Machado Pereira , Alessandra Nogueira Porto, Cyntia Rodrigues de Araújo Estrela , Fabio Luis Miranda Pedro , Andreza Maria Fábio Aranha , Orlando Aguirre Guedes The Influence of Cervical Preflaring on the Amount of Apically Extruded Debris after Root Canal Preparation Using Different Instrumentation Systems J Endod. 2016 Mar;42(3):465-9.

Amorim LS. Comparative analysis of root canal anatomy after mechanical preparation with HyFlex CM and HyFlex EDM: Universidade de Lisboa; 2016.

Arens FC, Hoen MM, Steiman HR, Dietz GC Evaluation of single-use rotary nickel-titanium instruments J Endod . 2003 Oct;29(10):664-6.

Arslan, H., Karataş, E., Capar, I. D., Özsu, D., & Doğanay, E. (2014). Effect of ProTaper Universal, Endoflare, Revo-S, HyFlex Coronal Flaring Instruments, and Gates Glidden Drills on Crack Formation. *Journal of Endodontics*, 40(10), 1681–1683.

Ataya, M. (2017). Fracture Resistance and Bending Stiffness of Heat Treated (oneflare) and Non-Heat Treated (oneflare) Nickel titanium Rotary Instruments with Same Geometric Features (Doctoral dissertation).

Ataya, M.; Ha, J.H.; Kwak, S.W.; Abu-Tahun, I.H.; El Abed, R.; Kim, H.C. Mechanical properties of orifice preflaring nickeltitanium rotary instrument heat treated using t-wire technology. *J. Endod.* 2018, 44, 1867–1871.

Available from: <http://pratiklinik.com> > Kategori > 42-typhoon

Azar NG, Ebrahimi G. Apically-extruded debris using the ProTaper system. *Aust Endod J.* 2005;31:21–3.

Azim, A. A., Wang, H. H., Tarrosh, M., Azim, K. A., & Piasecki, L. (2018). Comparison between Single-file Rotary Systems: Part 1—Efficiency, Effectiveness, and Adverse Effects in Endodontic Retreatment. *Journal of Endodontics*.

Beeson TJ, Hartwell GR, Thornton JD, Gunsolley JC. Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus profile .04 Taper series 29. *J Endod* 1998;24:18–22

Bergenholtz G, Lekholm U, Milthon R, Heden G, Odesjo B, Engström B. Retreatment of endodontic fillings. *Scand J Dent Res* 1979;87:217–24.

Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with Ni-Ti rotary instruments: rationale, performance and safety. *Am J Dent* 2001 Oct;14(5):324-33.

Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, et al. Effect of canal length and curvature on working length alteration with WaveOne reciprocating files. *J Endod* 2011;37:1687-90.

Berutti, E., et al., Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod*, 2004. 30(4): p. 228-30.

Berutti, E., et al., Use of nickel-titanium rotary PathFile to create the glide path: comparison with manual preflaring in simulated root canals. *J Endod*, 2009. 35(3): p. 408-12.

- Blum JY, Machtou P, Ruddle C, Micallef JP. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient. *J Endod* 2003;29:567–75.
- Boijink D, Costa DD, Hoppe CB, Kopper PMP, Grecca FS. Apically Extruded Debris in Curved Root Canals Using the WaveOne Gold Reciprocating and Twisted File Adaptive Systems. *J Endod*. 2018;44(8):1289-92.
- Borges MFA, Miranda CES, Silva SRC, Marchesan M. Influence of apical enlargement in cleaning and extrusion in canals with mild and moderate curvatures. *Braz Dent J* 2011;22:212-217.
- Borges, Á. H., Pereira, T. M., Porto, A. N., de Araújo Estrela, C. R., Miranda Pedro, F. L., Aranha, A. M. F., & Guedes, O. A. (2016). The Influence of Cervical Preflaring on the Amount of Apically Extruded Debris after Root Canal Preparation Using Different Instrumentation Systems. *Journal of Endodontics*, 42(3), 465–469
- Boutsioukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E. Irrigant flow within a prepared root canal using different flow rates: a computational fluid dynamics study. *Int Endod J* 2009;42:144–155.
- Boutsioukis C, Psimma Z, Kastrinakis E. The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo. *Int Endod J* 2013;46:1-10.
- Boutsioukis C, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, et al.. The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod* 2010;36:1664-1672.
- Boutsioukis C, Psimma Z, Kastrinakis E (2014) The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo. *International Endodontic Journal* 47, 487–96.
- Bronnec F, Bouillaguet S, Machtou P (2010) Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the final irrigation regimen. *International Endodontic Journal* 43, 663–72.
- Brau-Aguadé E., Canalda-Sahli C., Berástegui-Jimeno E. Cutting efficiency of K-files manufactured with different metallic alloys *Endod Dent Traumatol*. 1996 Dec;12(6):286-8
- Brown DC, Moore BK, Brown CE, Jr., Newton CW (1995) An in vitro study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. *Journal of Endodontics* 21, 587-91.
- Bryan EB, Woollard G, Mitchell WC (1999) Nonsurgical repair of furcal perforations: a literature review. *Gen Dent* 47:274–278
- Bueno CSP, Oliveira DP, Pelegri RA, Fontana CE, Rocha DGP, Gutmann JL, Bueno CES. Fracture incidence of WaveOne Gold files: a prospective clinical study. *International Endodontic Journal*, 53, 1192–1198, 2020.
- Burklein S, Benten S, Schafer E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J*. 2014; 47(5):405-9.
- Burklein S, Schafer E (2012) Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *Journal of Endodontics* 38, 850–2.

- Burklein S, Schafer E (2013) Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation *Endodontic Topics* 2013, 29, 110–124
- Bürklein S, Benten S, Schäfer E. Shaping ability of different single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2013;46:590–597.
- Bürklein S, Schäfer E. The influence of various automated devices on the shaping ability of Mtwo rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J* 2006;39:945–951.
- Bürklein S, Hiller C, Huda M, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of Mtwo versus coated and uncoated Easy Shape instruments in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2011;44:447–457.
- Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J*. 2012;45:449–61.
- Bürklein S, Jager PG, Schäfer E. Apical transportation and canal straightening with different continuously tapered rotary file systems in severely curved root canals: F6 SkyTaper and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J*. 2017;50:983–90.
- C. C. R. Ferraz, N. V. Gomes, B. P. F. A. Gomes, A. A. Zaia, F. B. Teixeira & F. J. Souza-Filho Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques *International Endodontic Journal* 2001 Wiley Online Library
- Camos ICG, 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* 4, 426–30.
- Capar ID, Arslan H, Akcay M, Ertas H. An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex instruments. *J Endod* 2014;40:1638–41.
- Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D, Trope M (2002) The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *Journal of Endodontics* 28, 779–83.
- Carrotte P *Endodontics: Part 7 Preparing the root canal British Dental Journal* volume 197, pages 603–613 (2004)
- Carrotte PV A clinical guide to endodontics - update part 1 *Br Dent J*. 2009 Jan 24;206(2):79-84
- Catdwell JL. Change in working length following instrumentation of molar canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Endod*. 1976;41:114–8.
- Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, Ulate E, Munoz HR. 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. *Int Endod J*. 2016;49(3):255-70.
- Certosimo FJ, Milos MF, Walker T. Endodontic working length determination – Where does it end? *Gen Dent*. 1999;47:281–6.
- Chen JL, Messer HH A comparison of stainless steel hand and rotary nickel-titanium instrumentation using a silicone impression technique *Aust Dent J*. 2002 Mar;47(1):12-20

- Cheung GSP. Instrument fracture: mechanisms, removal of fragments, and clinical outcomes. *Endod Top.* 2009;16(1):1–26.
- Cianconi L, Angotti V, Felici R, Conte G, Mancini M. Accuracy of three electronic apex locators compared with digital radiography: An ex vivo study. *J Endod.* 2010;36:2003–7.
- Clauder, T., Shin, S-J. (2009). Repair of perforations with MTA: clinical applications and mechanisms of action. *Endodontic Topics*15:32-55
- Cohen S, Hargreaves KM. *Pathways of the pulp.* 9th ed. St Louis: Mosby, 2006:992– 4
- Coldero LG, McHugh S, MacKenzie D, Saunders WP (2002). Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. *International Endodontic Journal*35, 437–46.
- Çalışkan, M.K. (2006). *Endodontide Tanı ve Tedaviler.* İstanbul, s. 557
- D’Addazio PS, Campos CN, Özcan M, Teixeira HG, Passoni RM, Carvalho AC. A comparative study between cone-beam computed tomography and periapical radiographs in the diagnosis of simulated endodontic complications. *Int Endod J* 2011;44:218–224.
- D’Assunção FL, de Albuquerque DS, Salazar-Silva JR, de Queiroz Ferreira LC, Bezerra PM. The accuracy of root canal measurements using the Mini Apex Locator and Root ZX-II: An evaluation in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104:e50–3.
- D’Amario, M., et al., Evaluation of a new nickel-titanium system to create the glide path in root canal preparation of curved canals. *J Endod.* 2013. 39(12): p. 1581-4. Dagna A, Arciola CR, Visai L, Selan L, Colombo M, Bianchi S, Poggio C Antibacterial efficacy of conventional and single-use Ni-Ti endodontic instruments: an in vitro microbiological evaluation *Int J Artif Organs* 2012;35(10) :826-831
- Davis RD, Marshall JG, Baumgartner JC. Effect of early coronal flaring on working length change in curved canals using rotary nickel-titanium versus stainless steel instruments. *J Endod* 2002;28:438–42.
- De-Deus GA, Nogueira Leal Silva EJ, Moreira EJ, de Almeida Neves A, Belladonna FG, Tameirão M. Assessment of apically extruded debris produced by the self-adjusting file system. *J Endod* 2014; 40(4): 526-529
- De-Deus G, Brandao MC, Barino B, et al. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:390–4.
- 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-Deus G, Neves A, Silva EJ, Mendonca TA, Lourenco C, Calixto C, et al. Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clin Oral Investig.* 2015: 19(2):357-61.

- De-Deus G, Silva EJ, Vieira VT, Belladonna FG, Elias CN, Plotino G, et al. Blue thermomechanical treatment optimizes fatigueresistance and flexibility of the reciproc files. *J Endod* 2017;43(March (3)):462—6.
- Dhingra A, Kochar R, Banerjee S, Srivastava P. Comparative evaluation of canal curvature modifications after Instrumentation with One Shape rotary and Wave One Reciprocating Files. *J Conserv Dent* 2014;17:138-141
- Dincer A, Guneser MB, and Arslan D Apical extrusion of debris during root canal preparation using a novel nickel-titanium file system: WaveOne gold *J Conserv Dent*. 2017 Sep-Oct; 20(5): 322–325
- Dunlap, C. A., Remeikis, N. A., BeGole, E. A., & Rauschenberger, C. R. (1998). An in vivo evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals. *Journal of Endodontics*, 24(1), 48–50.
- Ehsani M, Farhang R, Harandi A, Tavanafar S, Raoof M, Galledar S Comparison of Apical Extrusion of Debris by Using Single-File, Full-Sequence Rotary and Reciprocating Systems *J Dent (Tehran)*. 2016 Nov; 13(6): 394–399.
- Elashiry MM, Saber SE, Elashry SH. Apical extrusion of debris after canal shaping with three single-file systems. *Niger J Clin Pract* 2020;23:79-83.
- Eleftheriadis GI, Lambrianidis TP. Technical quality of root canal treatment and detection of iatrogenic errors in an undergraduate dental clinic. *Int Endod J* 2005;38:725–34.
- Eliasz, W.; Czarnecka, B.; Surdacka, A. Apical Extrusion of Debris during Root Canal Preparation with ProTaper Next, WaveOne Gold and Twisted Files. *Materials* 2021, 14,6254.
- Elmsallati EA, Wadachi R, Suda H. Extrusion of debris after use of rotary nickel- titanium files with different pitch: A pilot study. *Aust Endod J*. 2009;35:65–9.
- Elnaghy AM (2014) Cyclic fatigue resistance of ProTaperNext nickel-titanium rotary files. *International Endodontic Journal*. Jan 6.
- Elnaghy AM, Elsaka SE. Torsion and bending properties of OneShape and WaveOne instruments. *J Endod*. 2015; 41:544–7.
- Emmanuel João Nogueira Leal Silva, João M. Teixeira, Nancy Kudsi, Luciana M. Sassone, Renato L. Krebs, Tauby S. Coutinho-Filho Influence of Apical Preparation Size and Working Length on Debris Extrusion *Brazilian Dental Journal* (2016) 27(1): 28-31.
- Erik AA, Erik CE, Yıldırım D Resiprokal ve Rotasyonel Hareket ile Çalışan Yeni Nesil Tek Eğe Sistemlerinin Şekillendirebilme Etkinliklerinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanarak Karşılaştırılması 2019, Volume 10, Issue 2, 93 – 98
- Ertaş H, Çapar İD, Arslan H (2016). Cyclic fatigue resistance of ProTaper Universal, Twisted File Adaptive, Reciproc and WaveOne systems. *Turkish Endodontic Journal* 1(1):30–34
- Estrela, C., Decurcio, D. D. A., Rossi-Fedele, G., Silva, J. A., Guedes, O. A., & Borges, Á. H. (2018). Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. *Brazilian oral research*, 32.
- Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S (1987) The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *Journal of Endodontics* 13, 102–8.

- Farmakis ET, Sotiropoulos GG, Abràmovitz I, Solomonov M. Apical debris extrusion associated with oval shaped canals: a comparative study of WaveOne vs Self-Adjusting File. *Clin Oral Investig* 2016 Jan 12. [Epub ahead of print].
- Fernandes POF, Freire LG, Iglecias EF, Vieira BR, Zuolo M, Gavini G Assessment of Mechanical Root Canal Preparation with Centric Reciprocating or Eccentric Rotary Kinematics: A Micro-computed Tomographic Study *J Endod* 2020 Sep;46(9):1309- 1316
- Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2001 Jul;34(5):354-8
- Fontana, C. E., da Silveira Bueno, C. E., Mendonça de Moura, J. D., da Rocha Bastida Pinheiro, G., Camelotti Trevensoli, V., Pelegrine, R. A., Pedro Rocha, D. G. De Martin, A. S., & Pinheiro, S. L. (2022). Influence of operator experience on apical debris extrusion after endodontic instrumentation with different single-file systems. *Giornale Italiano Di Endodonzia*, 35.
- Fontana, C. E., Ferraresso, G. M., Derigi, L. P., Mendonça de Moura, J. D., Pelegrine, R. A., Rocha, D. G. P., Bueno, C. E. da S., De Martin, A. S., & Pinheiro, S. L. P. (2020). The impact of kinematics, single-file technique and preparation time on the apical extrusion of debris. *Giornale Italiano Di Endodonzia*, 34(2).
- Fornari VJ, Silva-Sousa YT, Vanni JR, Pecora JD, VersianiMA, Sousa-Neto MD (2010) Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *International Endodontic Journal* 43, 988–94.
- Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Traumatol* 1996;12:255–264.
- Garcia K, Limoeiro AGS, Nascimento WM, Kadi EM, Radaic S, Neri L, Soares AJ, Frozoni M The influence of different working lengths on apically extruded debris *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, e55410414554, 2021
- Garg N., Garg A. *Textbook of Endodontics*. 2nd ed. pp 231-253. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, 2010.
- Garip G, Gülsüm BN, Altunsoy M, OK E Süt Dişlerinde Nikel Titanyum Döner Aletlerinin Kullanımının Değerlendirilmesi *Article in Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* • January 2016.
- Gavini G, Santos M, Caldeira CL, et al. Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Brazilian Oral Research* 2018;32:44-65
- Generali, L., Puddu, P., Borghi, A., Brancolini, S., Lusvarghi, L., Bolelli, G., Pedullà, E. (2019). Mechanical properties and metallurgical features of new and ex vivo used reciproc blue and reciproc. *International Endodontic Journal*
- George R, Walsh LJ. Apical extrusion of root canal irrigants when using Er:YAG and Er, Cr:YSGG lasers with opti-cal fibers: an in vitro dye study. *J Endod* 2008; 34: 706-8.
- Ghivari SB, Kubasad GC, Chandak MG, and Akarte NR Apical extrusion of debris and irrigant using hand and rotary systems: A comparative study *J Conserv Dent.* 2011 Apr-Jun; 14(2): 187–190

- Ghobashy A, Nagy MM, Obeid MF Shaping ability of single versus multi file rotary Ni-Ti systems in curved root canals Tanta Dental Journal 2016, 13:68–72
- Gomes AC, Soares AJ, Souza EM, Zaia AA and Silva EJNL Intraoperative discomfort associated with the use of a rotary or reciprocating system: a prospective randomized clinical trial Restor Dent Endod. 2017 May;42(2):140-145.
- Greene KJ, Krell KV. Clinical factors associated with ledged canals in maxillary and mandibular molars. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1990;70:490–7.
- Gu Y, Zhou P, Ding Y, Wang P, Ni L. Root canal morphology of permanent three- rooted mandibular first molars: Part 3-An odontometric analysis. J Endod 2011; 37: 485-90.
- Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng YL. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. Endodontic Topics 2005;10:103–122.
- Gutmann JL, Gao Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. Int Endod J 2012; 45(2): 113-128.
- Gündoğar, M., & Özyürek, T. (2017). Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue Nickel-titanium Instruments. Journal of Endodontics, 43(7), 1192–1196.
- Gunes, B, & Yeter, K (2020). The effect of cervical preflaring on the apical debris extrusion of single or multiple rotary Ni-Ti files. Nigerian Journal of Clinical Practice, 23(4), 510-510.
- Güneş B, Yeter KY. Effects of Different Glide Path Files on Apical Debris Extrusion in Curved Root Canals. J Endod. 2018;44(7):1191–4.
- Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA, Thomas DD(2002) The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. Journal of Endodontics 28, 386–90.
- Hadi AW, Hameed MR Comparative Study of The Amount of Apically Extrusion Of Debris During Root Canal Preparation Using Wave One™, Trushape 3D™, Hyflex™ CM and One Shape™ Instrumentation Systems (An In Vitro Study) J Bagh College Dentistry Vol. 29(1), March 2017.
- Haridas K, Hariharan M, et al. Effect of Instrumentation Techniques and Kinematics on Apical Extrusion of Debris: An In Vitro Study. J Contemp Dent Pract 2019;20(9):1067-1070.
- Hieawy A, Haapasalo M, Zhou H, Wang ZJ, Shen Y (2015) Phase transformation behavior and resistance to bending and cyclic fatigue of ProTaper Gold and ProTaper Universal instruments. Journal of Endodontics 41, 1134–8
- Hinrichs RE, Walker WA, Schindler WG (1998) A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel–titanium instruments systems. Journal of Endodontics 24, 102–6.
- 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, 1101–5.

- Hülsmann M, Peters OA, Dummer P. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics* 2005; 10:30-76.
- Iacono F, Pirani C, Generali L, Bolelli G, Sassatelli P, Lusvarghi L, Gandolfi MG, Giorgini L, Prati C (2016) Structural analysis of HyFlex EDM instruments. *International Endodontic Journal*, 50(3), 303–313.
- J Tanalp 1, T Güngör Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment *Int Endod J*. 2014 Mar;47(3):211-21.
- Jafarzadeh H, Abbott P V. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. *J Endod*. 2007;33(10):1155–1162.
- Jahan KM, Hossain M, Nakamura Y, Yoshishige Y, Kinoshita J, Matsumoto K. An assessment following root canal preparation by Er,Cr: YSGG laser irradiation in straight and curved roots, in vitro. *Lasers Med Sci* 2006;21:229 –34.
- Jew RC, Weine FS. A histologic evaluation of periodontal tissue adjacent to root perforation filled with cavit. *Oral surg*. 1982;54:124–35.
- Kakani AK, Veeramachaneni C, [...], and Khiyani L A Review on Perforation Repair Materials *J Clin Diagn Res*. 2015 Sep;9(9)
- Kapalas A, Lambrianidis T. Factors associated with root canal ledging during instrumentation. *Endod Dent Traumatol* 2000;16:229 –31.
- Karatas E, Arslan H, Kırıcı D, Alsancak M, Capar I (2016). Quantitative evaluation of apically extruded debris with Twisted File Adaptive instruments in straight root canals: reciprocation with different angles, adaptive motion and continuous rotation. *Int Endod J*, 49(4): 382–5.
- Karatas E, Ozsu D, Arslan H, Erdogan AS. Comparison of the effect of nonactivated self-adjusting file system, Vibringe, EndoVac, ultrasonic and needle irrigation on apical extrusion of debris. *International Endodontic Journal*, 48, 317–322, 2015.
- Karataslioglu E, Arslan H, Er G, Avcı E. Influence of canal curvature on the amount of apically extruded debris determined by using three-dimensional determination method. *Aust Endod J*. 2019;45:216–224.
- Kaval ME, Capar ID, Ertas H. Evaluation of the cyclic fatigue and torsional resistance of novel nickel-titanium rotary files with various alloy properties. *J Endod*. 2016;42:1840–3.
- Kazemi RB, E Stenman E, Spångberg LS Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1996 May;81(5):596-602
- Keskin, C., Inan, U., Demiral, M., & Keleş, A. (2017). Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold Reciprocating Instruments. *Journal of Endodontics*, 43(8), 1360–1363.
- Keskin C and Saryılmaz E Apically extruded debris and irrigants during root canal filling material removal using Reciproc Blue, WaveOne Gold, R-Endo and ProTaper Next systems *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2018 Autumn; 12(4): 272–276.
- Kim MK, Min JB, Hwang HK The effect of early coronal flaring about apical extrusion of debris *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry* 2004; 29(2): 147-152.

- Kirchhoff, A. L., Fariniuk, L. F., & Mello, I. (2015). Apical Extrusion of Debris in Flat-oval Root Canals after Using Different Instrumentation Systems. *Journal of Endodontics*, 41(2), 237–241.
- Koçak MM, Çiçek E, Koçak S, Sağlam BC, N. Yılmaz N Apical extrusion of debris using ProTaper Universal and ProTaper Next rotary systems *INTERNATIONAL ENDODONTIC JOURNAL* 23 May 2014
- Kocak MM, Cicek E, Kocak S, Saglam BC, Furuncuoglu F. Comparison of ProTaper Next and HyFlex instruments on apical debris extrusion in curved canals. *Int Endod J*. 2016; 49(10):996-1000.
- Kocak S, Kocak MM, Saglam BC, Turker SA, Sagsen B, Er O(2013) Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *Journal of Endodontics* 39, 1278–80.
- Kosaraju D, Bolla N, Garlapati RD and Surapaneni S Effect of coronal flaring on apical extrusion of debris using rotary and reciprocating single file systems:An in vitro study *International Journal of Applied Dental Sciences* 2020; 6(3): 307-313.
- Kustarcı A, Akdemir N, Sıso 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(4): 233-9.
- Kustarci A, Akpınar KE, Er K. Apical extrusion of intracanal debris and irrigant following use of various instrumentation techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;105(2):257-62.
- Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc*. 1955;50:544– 52.
- Kvınnsland I, Oswald Rj, Halse A, Grønningsæter Ag. A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. *Int Endod J*. 1989;22(2):75–84.
- Kyomen, S. M., Caputo, A. A., & White, S. N. (1994). Critical analysis of the balanced force technique in endodontics. *Journal of Endodontics*, 20(7), 332–337.
- Lambrianidis T, Tosounidou E, Tzoanopoulou M (2001) The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. *Journal of Endodontics* 27, 696–8
- Leeb J. Canal orifice enlargement as related to biomechanical preparation. *J Endod* 1983;9:463–70.
- Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G (2007) Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. *Brazilian Dental Journal* 18, 16-9.
- Logani A, Shah N. Apically extruded debris with three contemporary Ni–Ti instrumentation systems: an ex vivo comparative study. *Indian J Dent Res* 2008;19:182-5.
- Luiten DJ, Morgan LA, Baumgartner JC, Marshall JG A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation *Journal of Endodontics* 1995 Jan;21(1):26-32.
- Lu Y, Wang R, Zhang L, Li HL, Zheng QH, Zhou XD, et al. Apically extruded debris and irrigant with two Ni-Ti systems and hand files when removing root fillings: a laboratory study. *Int Endod J*. 2013;46(12):1125-30.

- McGuigan MB, Louca C and Duncan HF Clinical decision-making after endodontic instrument fracture *British Dental Journal* volume 214, pages395–400 (2013)
- Mangalam S, Rao CV, Lakshminarayanan L. Evaluation of apically extruded debris and irrigant using three instrumentation techniques. *Endodontology*. 2002;14:19–23.
- Martin H, Cunningham WT. The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surg Oral Med. Oral Pathol Endod.* 1982;53(6):611-3.
- Micro Mega. The OneShape Brochure. Available at: <http://micro-mega.com/en/oneshape-new-generation/documentations/>. Accessed June 10, 2014.
- Miranda CES, Silva SRCd, Marchesan M. Influence of apical enlargement in cleaning and extrusion in canals with mild and moderate curvatures. *Braz Dent J.* 2011;22(3):212–7.
- Mitchell RP, Baumgartner JC, Sedgley CM (2011) Apical extrusion of sodium hypochlorite using different root canalirrigation systems. *Journal of Endodontics*37, 1677–81.
- Mitchell RP, Yang S, Baumgartner JC (2010) Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needleirrigation of root canals. *Journal of Endodontics* 36, 338–41.
- Mittal, R., Singla, M. G., Garg, A., & Dhawan, A. (2015). A Comparison of Apical Bacterial Extrusion in Manual, ProTaper Rotary, and One Shape Rotary Instrumentation Techniques. *Journal of Endodontics*, 41(12), 2040–2044.
- Mohamed, Y. A., Khalefa, M. M., & Bastawy, H. A. (2020). Influence of Coronal Preflaring on Apical Extrusion of Debris during Root Canal Preparation Using Two Reciprocating Single-File Systems. *Al-Azhar Dental Journal for Girls*, 7(1), 143-152.
- Molander A, Caplan D, Bergenholtz G, Reit C. Improved quality of root canal fillings provided by general dental practitioners educated in nickel-titanium rotary instrumentation. *Int Endod J* 2007; 40: 254-260
- Mounce R. Negotiating challenging mid root curvatures: rounding the bend. *Dent Today*. 2007;26(2):108, 10, 12
- Moura JDM, Bueno CES, Fontana CE, Pelegri RA Extrusion of Debris from Curved Root Canals Instrumented up to Different Working Lengths Using Different Reciprocating Systems *J Endod.* 2019 Jul;45(7):930-934.
- Mustafa, R., Al Omari, T., Al-Nasrawi, S., Al Fodeh, R., Dkmak, A., & Haider, J. (2021). Evaluating In Vitro Performance of Novel Nickel-Titanium Rotary System (TruNatomy) Based on Debris Extrusion and Preparation Time from Severely Curved Canals. *Journal of Endodontics*, 47(6), 976–981.
- Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and canal master techniques. *J Endod.* 1991;17(6):275–9.
- Nabeshima, C. K., Caballero-Flores, H., Cai, S., Aranguren, J., Borges Britto, M. L., & de Lima Machado, M. E. (2014). Bacterial Removal Promoted by 2 Single-file Systems: Wave One and One Shape. *Journal of Endodontics*, 40(12), Pages 1995–1998

- Nagy CD, Bartha K, Bernath M, Verdes E, Szabo J. The effect of root canal morphology on canal shape following instrumentation using different techniques. *Int Endod J* 1997;30:133–40.
- Namazikhah MS, Mokhlis HR, Alasmakh K. Comparison between a hand stainlesssteel K file and a rotary NiTi 0.04 taper. *J Calif Dent Assoc* 2000;28:421–6.
- Nayak G, Singh I, Shetty S, Dahiya S (2014). Evaluation of Apical Extrusion of Debris and Irrigant Using Two New Reciprocating and One Continuous Rotation Single File Systems *J Dent*, 11(3): 302–9.
- Neelakantan P, Sharma S Pain after single-visit root canal treatment with two single-file systems based on different kinematics—a prospective randomized multicenter clinical study *Clin Oral Invest* (2015) 19:2211–2217
- Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K (2008) Outcome of primary root canal treatment: system-atic review of the literature – Part 2. Influence of clinical factors. *International Endodontic Journal* 41,6–31
- Ørstavik D, Pitt Ford TR. *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis*. Oxford: Blackwell Science, 1998.
- Ozlek, E., Neelakantan, P., Khan, K., Cheung, G. S. P., & Rossi-Fedele, G. (2020). Debris extrusion during root canal preparation with nickel-titanium instruments using liquid and gel formulations of sodium hypochlorite in vitro. *Australian Endodontic Journal*.
- Özlek, E., Kadi, G., & Evrendilek, F. (2022). Effect of Using Rotational and Reciprocating Single File Systems with Different Tapered Coronal Flaring Instruments on Dentinal Crack Formation: An In Vitro Study. *Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 28(1).
- Ozsu D, Karatas E, Arslan H, Topcu MC. Quantitative evaluation of apically extruded debris during root canal instrumentation with ProTaper Universal, ProTaper Next, WaveOne, and self-adjusting file systems. *Eur J Dent*. 2014;8:504–8.
- Özyürek, T., Uslu, G., Yılmaz, K., & Gündoğar, M. (2018). Effect of Glide Path Creating on Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc and Reciproc Blue Nickel-titanium Files: A Laboratory Study. *Journal of Endodontics*, 44(6), 1033–1037
- Özyürek, T., Yılmaz, K., & Uslu, G. (2017). Shaping Ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM Single-file Systems in Simulated S-shaped Canals. *Journal of Endodontics*, 43(5), 805–809.
- Parashos, P., & Messer, H. H. (2006). Rotary NiTi Instrument Fracture and its Consequences. *Journal of Endodontics*, 32(11), 1031–1043.
- Parirokh M, Jalali S, Haghdoost AA, Abbott PV (2012) Comparison of the effect of various irrigants on apically extruded debris after root canal preparation. *Journal of Endodontics* 38, 196–9.
- Park E, Shen Y, Khakpour M, Haapasalo M. Apical pressure and extent of irrigant flow beyond the needle tip during positive-pressure irrigation in an in vitro root canal model *J Endod* 2013;39:511-515.
- Patino, P.V., et al., The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *J Endod*, 2005. 31(2): p. 114-6.

- Patiño-Marín N, Zavala-Alonso NV, Martínez-Castañón GA, Sánchez-Benavides N, Villanueva-Gordillo M, Loyola-Rodríguez JP, et al. Clinical evaluation of the accuracy of conventional radiography and apex locators in primary teeth. *Pediatr Dent*. 2011;33:19–22.
- Patterson SM, Patterson SS, Newton CW, Kafrawy AH. The effect of an apical dentin plug in root canal preparation. *J Endod* 1988;14:1-6.
- Pawar AM, Pawar M, Kfir A, Thakur B, Mutha P, Banga KS. Effect of glide path preparation on apical extrusion of debris in root canals instrumented with three single-file systems: An ex vivo comparative study. *J Conserv Dent*. 2017;20(2):110.
- 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.
- Pedulla E, Lo Savio F, Boninelli S et al. (2016) Torsional and cyclic fatigue resistance of a new nickel-titanium instrument manufactured by electrical discharge machining. *Journal of Endodontics* 42, 156–9
- Peters OA, Bahia MGA, Pereira ESJ. Contemporary Root Canal Preparation: Innovations in Biomechanics. *Den Clin N Am* 2017; 61: 37-58
- Peters OA, Barbakow F. Effect of irrigation on debris and smear layer walls prepared by two rotary techniques: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 2000;26: 6– 10.
- Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*. 2004;30(8):559–567.
- Peters OA, Peters CI (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, 45(3): 316-31.
- Pirani C, Iacono F, Generali L et al. (2015) HyFlex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. *International Endodontic Journal*,49(5), 483–493.
- Pirani C, Iacono F, Generali L et al. (2016) HyFlex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. *International Endodontic Journal* 49, 483–93.
- Pirani C, Iacono F, Generali L, et al. HyFlex EDM: superficial features, metallurgical Plotino, G., Grande, N. M., Testarelli, L., Gambarini, G., Castagnola, R., Rossetti, A., Fortunato, L. (2018). Cyclic Fatigue of Reciproc and Reciproc Blue Nickel-titanium Reciprocating Files at Different Environmental Temperatures. *Journal of Endodontics*.
- Pontius V, Pontius O, Braun A, Frankenberger R, Roggen-dorf MJ. Retrospective evaluation of perforation repairs in 6 private practices. *J Endod* 2013;39:1346–1358.
- Psimma, Z., Boutsoukis, C., Kastrinakis, E., & Vasiliadis, L. (2013). Effect of Needle Insertion Depth and Root Canal Curvature on Irrigant Extrusion Ex Vivo. *Journal of Endodontics*, 39(4), 521–524.
- Romualdo PC, de Oliveira KMH, Nemezio MA, Küchler EC, Silva RAB, Nelson-Filho P, Silva LAB. Does apical negative pressure prevent the apical extrusion of debris and

irrigant compared with conventional irrigation? A systematic review and meta-analysis. *Aust Endod J.* 2017 Dec;43(3):129-137.

Reciproc Blue brochure. Available from: <https://www.vdw dental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Reziproc- Aufbereitung/RECIPROC-blue/VDW-Dental-Reciprocblue-brochure-EN.pdf> .

Reddy PJ, Kumar VS, Aravind K, Kumar HTVS, M Vishal B , Vizaikumar VN, Das R and Vamsilatha K Canal Shaping with One Shape File and Twisted Files: A Comparative Study *J Clin Diagn Res.* 2014 Dec; 8(12): ZF01–ZF03

Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod.* 1998 Mar;24(3):180-3

Roland, D.D., et al., The effect of preflaring on the rates of separation for 0.04 taper nickel titanium rotary instruments. *J Endod.* 2002. 28(7): p. 543-5.

Rollison S, Barnett F, Stevens RH (2002) Efficacy of bacterial removal from instrumented root canals in vitro related to instrumentation technique and size. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics* 94,366–71.

Rödig T, Hülsmann M. Diagnosis and root canal treatment of a mandibular second premolar with three root canals. *International Endodontic Journal*, 36, 912–919, 2003.

Ruddle CJ, 2016. Single-file shaping technique achieving a gold medal result. *Dentistry today.*

Ruiz-Hubard EE, Gutmann JL, Wagner MJ. A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques. *J Endod.* 1987;13(12):554–8.

Saleh, A. R. M. (2012). Effect of early cervical preflaring and glide path utilizing rotary PathFiles or manual K-files on the amount of apically extruded debris from curved canals instrumented by rotary ProTaper system. *Iraqi Dental Journal*, 34(1), 16-20.

Salman MA, Quinn F, Dermody J, Hussey D, Colaffey N (1999) Histological evaluation of repair using a bioresorbable membrane beneath a resin-modified glass ionomer after mechanical furcation perforation in dogs teeth. *J Endod* 25:181–186.

Salzgeber RM, Brilliant JD (1977) An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *Journal of Endodontics* 3, 394–8.

Saunders EM. Hand instrumentation in root canal preparation. *Endod Topics.* 2005;10:163-167.

Schäfer E, Dammaschke T. Development and sequelae of canal transportation. *Endod Top.* 2006;15(1):75–90.

Schäfer E, Schulz-Bongert U, Tulus G Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study *J Endod.* 2004 Jun;30(6):432-5

Schneider SW (1971) A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 32 , 271–5.

Schroeder, K., Walton, R., & Rivera, E. (2002). Straight Line Access and Coronal Flaring: Effect on Canal Length. *Journal of Endodontics*, 28(6), 474–476.

- Sedgley CM, Nagel AC, 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* 38,97–104.
- Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. etiological factors. *J Endod* 1985;11:472-8.2.
- Senthilkumar, V., & Subbarao, C. (2017). Management of root perforation: A review. *Journal of Advanced Pharmacy Education & Research* | Apr-Jun, 7(2).
- Shen Y, Gao Y, Qian W, Ruse ND, Zhou X, Wu H, et al.. Three-dimensional numeric simulation of root canal irrigant flow with different irrigation needles. *J Endod* 2010;36:884-889.
- Sibel Koçak, Mustafa Murat Koçak, Baran Can Sağlam, Sevinç Aktemur Türker, Burak Sağsen, Özgür Er Apical Extrusion of Debris Using Self-Adjusting File, Reciprocating Single-file, and 2 Rotary Instrumentation Systems *Journal of Endodontics* Volume 39, Issue 10, October 2013, Pages 1278-1280
- Silva EJ, Carapia MF, Lopes RM, Belladonna FG, Senna PM, Souza EM, et al. Comparison of apically extruded debris after large apical preparations by full sequence rotary and single-file reciprocating systems. *Int Endod J.* 2016;49(7):700-5.
- Silva, E. J. N. L., Teixeira, J. M., Kudsi, N., Sassone, L. M., Krebs, R. L., & Coutinho-Filho, T. S. (2016). Influence of Apical Preparation Size and Working Length on Debris Extrusion. *Brazilian Dental Journal*, 27(1), 28–31.
- Silva PB, Krolow AM, Pilownic KJ, Casarin RP, Lima RKP, Leonardo RT, Pappen FG Apical Extrusion of Debris and Irrigants Using Different Irrigation Needles *Brazilian Dental Journal* (2016) 27(2): 192-195
- Sinai I (1977) Endodontic perforations: their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc* 95:90-95.
- Singh H, Kapoor P. Hyflex CM and EDM files: Revolutionizing the art and science of endodontics. *J Dent Health Oral Disord Ther.* 2016;5:00182.
- Sipavičiūtė E, Manelienė R Pain and flare-up after endodontic treatment procedures *Stomatologija.* 2014;16(1):25-30
- Siqueira JF, Barnett F. Interappointment pain: mechanisms, diagnosis and treatment. *Endod Topics* 2004;7:93-109.
- Siqueira J (2005). Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: Benefits and drawbacks. *Endodontic Topics*, 10, 123-47.
- Siqueira JF Jr, Alves FR, Versiani MA, et al. Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by self-adjusting file, reciproc, and twisted file systems. *J Endod* 2013;39:1044-50.
- Siqueira JF Jr, Rocas IN, Favieri A, et al. Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod* 2002;28:457–60.
- Siqueira JF Jr, Rocas IN, Paiva SS, Guimaraes-Pinto T, Magalhaes KM, Lima KC. Bacteriologic investigation of the effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine during the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:122–30

- Siqueira JF Jr. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J* 2003;36:453–63.
- Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long term results of endodontic treatment. *J Endod*. 1990;16:498–504.
- Sonntag D, Stachniss-Carp S, Stachniss C, Stachniss V. Determination of root canal curvatures before and after canal preparation (part II): A method based on numeric calculus. *Aust Endod J*. 2006;32(1):16-25.
- Souza RA. The importance of apical patency and cleaning of the apical foramen on root canal preparation. *Braz Dent J*. 2006;17:6–9
- Spili, P., Parashos, P., & Messer, H. H. (2005). The Impact of Instrument Fracture on Outcome of Endodontic Treatment. *Journal of Endodontics*, 31(12), 845–850.
- Stadler LE, Wennberg A, Olgart L. Instrumentation of the curved root canal using filing or reaming technique--a clinical study of technical complications. *Swed Dent J* 1986;10:37–43.
- Şahinkesen G Endodontide "retreatment" *Gülhane Tıp Dergisi* 2006; 48: 59 -61
- Şerefoglu B, Demirci GK, Micoogullari KS, Kasikci BI, and Çalışkan MK Impact of root canal curvature and instrument type on the amount of extruded debris during retreatment *Restor Dent Endod*. 2021 Feb; 46(1):e5.
- Tambe VH, Nagmode PS, Abraham S, Patait M, Lahoti PV, Jaju N Comparison of canal transportation and centering ability of rotary protaper, one shape system and wave one system using cone beam computed tomography: An in vitro study *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, 01 Nov 2014, 17(6):561-565
- Tamer Tasdemir, Kursat Er, Davut Celik, Tahsin Yildirim Effect of Passive Ultrasonic Irrigation on Apical Extrusion of Irrigating Solution *Eur J Dent* 2008; 02(03): 198-203
- Tanalp J, Güngör T (2014) Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *International Endodontic Journal* 47, 211–21.
- Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayirli G. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;101(2):250–7.
- Tanalp, J., & Güngör, T. (2013). Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *International Endodontic Journal*, 47(3), 211–221.
- Tasdemir T, Er K, Celik D, Yildirim T Effect of Passive Ultrasonic Irrigation on Apical Extrusion of Irrigating Solution *Eur J Dent* 2008; 02(03): 198-203
- Teixeira JMS, Cunha FM, Jesus RO, Silva EJNL, Fidel SR, Sassone LM Influence of working length and apical preparation size on apical bacterial extrusion during reciprocating instrumentation 2014 *International Endodontic Journal*.
- Tennert C, Herbert J, Altenburger MJ, Wrbas KT. The effect of cervical preflaring using different rotary nickel-titanium systems on the accuracy of apical file size determination. *J Endod* 2010;36:1669–72
- Tepel J, Schäfer E, Hoppe W Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 3. Resistance to bending and fracture *J Endod* . 1997 Mar;23(3):141-5.

The New Niti File Generation, Hyflex TM, A Miracle of Flexibility and Fracture Resistance. [Last accessed on 2018 May 12]. Available from: <http://www.colten.com>

Thomas, J. P., Lynch, M., Paurazas, S., & Askar, M. (2020). Micro-computed Tomographic Evaluation of the Shaping Ability of WaveOne Gold, TRUShape, EdgeCoil, and XP-3D Shaper Endodontic Files in Single, Oval-shaped Canals: An In Vitro Study. *Journal of Endodontics*, 46(2), 244–251.e1.

Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J* 2000;33:297-310. Review.

Tidmarsh BG. (1982) Preparation of the root canal. *International Endodontic Journal*. 15, 53-61.

Tien, M., Tjoa, H., Zhou, M., & Abbott, P. V. (2019). Comparative Study of Four Endodontic File Systems to Assess Changes in Working Length during Root Canal Instrumentation and the Effect of Canal Curvature on Working Length Change. *Journal of Endodontics*.

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, 533–5.

Tomson PL, Simon SR Contemporary cleaning and shaping of the root canal system *Prim Dent J*. 2016;5(2): 46-53

Topcuoglu HS, Ustun Y, Akpek F, Aktı A, Topcuoglu G. Effect of coronal flaring on apical extrusion of debris during root canal instrumentation using single-file systems. *International Endodontic Journal*, 49, 884–889, 2016.

Topcuoglu HS, Duzgun S, Akpek F, Topcuoglu G, Aktı A. Influence of a glide path on apical extrusion of debris during canal preparation using single-file systems in curved canals. *International Endodontic Journal*, 49: 599–603, 2016.

Topçuoğlu, H. S., & Topçuoğlu, G. (2017). Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc Blue and Reciproc Files in an S-shaped Canal. *Journal of Endodontics*, 43(10), 1679–1682.

Torabinejad M, Walton RE. Managing endodontic emergencies. *J Am Dent Assoc* 1999;122:99–103

Tsesis I, Fuss Z. Diagnosis and treatment of accidental root perforations. *Endodontic Topics* 2006;13:95–107.

Uslu, G., Özyürek, T., & Yılmaz, K. (2018). Comparison of Alterations in the Surface Topographies of HyFlex CM and HyFlex EDM Nickel-titanium Files after Root Canal Preparation: A Three-dimensional Optical Profilometry Study. *Journal of Endodontics*, 44(1), 115–119.

Uslu, G., Özyürek, T., Yılmaz, K., & Gündoğar, M. (2017). Cyclic fatigue resistance of R-Pilot, HyFlex EDM and PathFile nickel-titanium glide path files in artificial canals with double (S-shaped) curvature. *International Endodontic Journal*, 51(5), 584–589.

Uslu, G., Özyürek, T., Yılmaz, K., Gündoğar, M., & Plotino, G. (2018). Apically Extruded Debris during Root Canal Instrumentation with Reciproc Blue, HyFlex EDM, and XP-endo Shaper Nickel-titanium Files. *Journal of Endodontics*, 44(5), 856–859.

Uzun I, Güler B, Özyürek T, Tunc T Apical extrusion of debris using reciprocating files and rotary instrumentation systems *Niger J Clin Pract*. Jan-Feb 2016;19(1):71-5.

- Uzunoglu E, Turker SA, Görduysus M. Effects of different rotary files combined with different irrigation needles on apically extruded debris. *Braz Dent J* 2015;26:347-350.
- Vande Visse JE, Brilliant JD (1975) Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *Journal of Endodontics* 1, 243–6.
- Venino, P. M., Citterio, C. L., Pellegatta, A., Ciccarelli, M., & Maddalone, M. (2017). A Micro-computed Tomography Evaluation of the Shaping Ability of Two Nickel-titanium Instruments, HyFlex EDM and ProTaper Next. *Journal of Endodontics*, 43(4), 628–632.
- Vyver P, Vorster P WaveOne® Gold reciprocating instruments: clinical application in the private practice: Part 1 2017.
- 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. 346-5.
- Wang LX, H. Chen H, Lin RT et al., Influence of pecking frequency at working length on the volume of apically extruded debris: A micro-computed tomography analysis *Journal of Dental Sciences* 2021.
- Wang R, Shen Y, Ma J, Huang D, Zhou X, Gao Y, Haapasalo M. Evaluation of the effect of needle position on irrigant flow in the C-shaped root canal using a computational fluid dynamics model. *J Endod* 2015;41:931-936.
- Webber J. Shaping canals with confidence: WaveOne GOLD single-file reciprocating system. *Roots* 2015;1:34–40
- Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod.* 1975;1(8):255–262.
- Weine FS. *Endodontic Therapy*, 3rd ed. St Louis, MO: Mosby; 1982. 256–340.
- Wesselink PR Consensus Report of The European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment. *Int Endod J* 1994; 27: 115-24.
- Wojciech Eliaz , Beata Czarnecka , Anna Surdacka Apical Extrusion of Debris during Root Canal Preparation with ProTaper Next, WaveOne Gold and Twisted Files Materials (Basel). 2021 Oct 21;14(21):6254.
- Wu MK, Dummer PMH, Wesselink PR (2006) Consequences and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. *International Endodontic Journal* 39,343–56.
- Xavier F, Nevares G, Romeiro MK, Gonçsalves K, Gominho L, Albuquerque D. Apical extrusion of debris from root canals using reciprocating files associated with two irrigation systems. *International Endodontic Journal*, 48, 661–665, 2015.
- Yamaguchi M, Noiri Y, Itoh Y, et al. Factors that cause endodontic failures in general practices in Japan. *BMC Oral Health* 2018;18:70
- Yared G. Canal preparation using only Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008;41(April (4)):339-44.
- Yared G Reciproc blue: the new generation of reciprocation - *Giornale italiano di endodonzia*, 2017 – Elsevier
- Yeter, K. Y., Evcil, M. S., Ayranci, L. B., & Ersoy, I. (2013). Weight of apically extruded debris following use of two canal instrumentation techniques and two designs of irrigation needles. *International Endodontic Journal*, 46(9), 795–799.

Yost RA, Bergeron BE, Kirkpatrick TC, Roberts MD, Roberts HW, Himel VT, et al.. Evaluation of 4 different irrigating systems for apical extrusion of sodium hypochlorite. *J Endod* 2015;41:1530-1534.

Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J*. 2007;52:52–63.

Yuan G, Yang G Comparative evaluation of the shaping ability of single-file system versus multi-file system in severely curved root canals *Journal of Dental Sciences* Volume 13, Issue 1, March 2018, Pages 37-42

Zan APR, Hubbezoğlu İ, Tanalp J. Evaluation of different instrumentation systems for apical extrusion of debris. *7tepe klinik*.2017;13(1):7-12.

Zarrabi MH, Bidar M, Jafarzadeh H. An in vitro comparative study of apically extruded debris resulting from conventional and three rotary (Profile, RaCe, FlexMaster) instrumentation techniques. *J Oral Sci* 2006;48:85-8.

Zehnder M (2006) Root canal irrigants. *Journal of Endodontics* 32, 389–98.

Zinelis, S., Eliades, T., & Eliades, G. (2010). A metallurgical characterization of ten endodontic Ni-Ti instruments: assessing the clinical relevance of shape memory and superelastic properties of Ni-Ti endodontic instruments. *International endodontic journal*, 43(2), 125-134.

ÖZ GEÇMİŞ

Ankara'da doğdu. İlk ve orta öğretimini Türkan Yamantürk İlköğretim Okulu'nda, lise öğretimini Jale Tezer Koleji'nde tamamladı. Lisans eğitimini Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde 2016 yılında tamamladı. 2019 yılında Diş Hekimliğinde Uzmanlık Sınavı sonucuna göre yükseköğretim kurumu kadrosuyla Yüzüncü Yıl Üniversitesi Endodonti Anabilim Dalına araştırma görevlisi olarak atandı. Halen araştırma görevlisi olarak bu bölümde görev yapmaktadır. Yabancı dili İngilizce'dir.

