



T. C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI Nİ-Tİ EĞELERLE YAPILAN KÖK KANAL EĞELEME
SONRASI OLUŞAN KANAL TRANSPORTASYONU VE DEBRİS
TAŞMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Mustafa ALRAHHAL
DOKTORA TEZİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANLARI

Dr. Öğr. Üyesi Fatma TUNÇ

Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU

Gaziantep
2020

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

FARKLI Nİ-Tİ EĞELERLE YAPILAN KÖK KANAL EĞELEME SONRASI OLUŞAN
KANAL TRANSPORTASYONU VE DEBRİS TAŞMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa ALRAHHAL

Tez Savunma Tarihi: 12/03/2020

Prof.Dr.MehmetTARAKÇIOĞLU
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışmasının bir “Doktora” derecesi için uygun ve yeterli bir çalışma olduğunu onaylıyorum.

Doç. Dr. Uğur AYDIN
Endodonti Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir “Doktora” tezi olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üye. Fatma TUNÇ
Tez Danışmanı

Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU
Ortak Tez Danışmanı

Bu tez tarafımca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir “Doktora” tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

İmzası

Prof. Dr. Ali Cemal TINAZ

Doç. Dr. Fatih SARI

Dr. Öğr. Üye. Fatma TUNÇ

Dr. Öğr. Üye. Fatih AKSOY

Dr. Öğr. Üye. Melis YILMAZ

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

12/03/2020

Mustafa ALRAHHAL

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tezimin hazırlanması süresince desteğini, ilgisini ve tecrübesini hiçbir zaman esirgemeyen, bilgi ve deneyimleriyle ufkumu genişleten, zengin bakış açısıyla yol gösteren, tez danışmanım Sayın **Dr. Öğr. Üyesi. Fatma TUNÇ 'a**,

Doktora eğitimime ve tezimin hazırlanmasına katkıda bulunan ikinci tez danışmanım Sayın **Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU'na**,

Doktora eğitimim süresince desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın **Doç. Dr. Uğur AYDIN'a**.

Asistanlık eğitimim boyunca bilgilerinden ve fikirlerinden son derece yararlandığım ve tezimi yapmamda verdikleri destekten dolayı Sayın **Arş. Gör. Zeynel Abidin ŞİMŞEKYILMAZ'a ve Oğuz ÇETİNKAYA'ya**

Çalışmamda ve asistanlık eğitimim boyunca beraber çalıştığım tüm Endodonti Bölümü AD asistan arkadaşlarıma,

Ayrıca tüm yaşamım boyunca sevgileri ile yanımda olan ve her konuda olduğu gibi tezim süresince de maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili annem, babam ve kardeşlerime teşekkürlerimi sunarım.

12/03/2020

Mustafa ALRAHHAL

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMA ve SİMGELER.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
RESİMLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ	vii
ÖZET	1
ABSTRACT	2
1. GİRİŞ VE AMAÇ	3
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Endodontik Tedavinin Amaç ve İlkeleri	6
2.2. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Karşılaşılan Komplikasyonlar	8
2.2.1. Transportasyon (Yer değiştirme).....	8
2.2.2. Alet kırılmaları (Separasyon)	11
2.2.3. Çalışma Boyu Kaybı	11
2.3. Kök Kanal Preparasyon Yöntemleri.....	12
2.3.1. Apikal Genişletmenin Öncelikli Yapıldığı Teknikler	12
2.3.2. Koronal Genişletmenin Öncelikli Yapıldığı Teknikler	13
2.3.3. Korondan Apikale Uygulanan Preparasyon Tekniklerinin Avantajları	14
2.4. Ni-Ti Döner Sistemlerde Kanal Preparasyonu	14
2.4.1. Nikel Titanyum Alaşımı ve Ni-Ti Sistemler Hakkında Genel Bilgi	15
2.4.2. Reciproc Blue Hakkında Genel Bilgi.....	18
2.4.3. WaveOne Gold Hakkında Genel Bilgi.....	19
2.4.4. XP-Endo Shaper R Hakkında Genel Bilgi	21
2.4.5. TF Adaptive Hakkında Genel Bilgi.....	22
2.5. Apikalden Debris Taşması	23
2.5.1. Kök Kanal Preparasyonu Sonucu Oluşan Flare-up	24
2.5.2. Enfekte Debrisin Apikalden Taşması.....	25
2.5.3. Endodontik Mikroflorada veya Çevresel Koşullardaki Değişikliklere Yol Açan Eksik Preparasyon	26
2.5.4. Sekonder İntraradiküler Enfeksiyonlar	26

2.6. Apikalden Taşan Debris Miktarını Etkileyen Faktörler	26
2.6.1. Apikal Çap ve Açıklık	26
2.6.2. Çalışma Boyu	27
2.6.3. Kanal Eğimi	27
2.6.4. Kanal Aletinin Şekli	28
2.6.5. İrrigasyon Yöntemi	29
3. GEREÇ VE YÖNTEM	30
3.1. Taşmış Debris Miktarlarının Değerlendirilmesi	30
3.1.1. Numune Seçimi ve Taşma Modelinin Hazırlanması	30
3.1.2. Dişlerin Gruplara Ayrılması	33
3.1.3. Dişlerin Kök Kanal Şekillendirilmesi	33
3.1.4. Taşan Debris ve İrrigasyon Solüsyonunun Değerlendirilmesi	38
3.2. Apikal Transportasyon Yapma Miktarlarının İncelenmesi	39
3.2.1. Blokların Hazırlanması	39
3.2.2. Blokların Şekillendirme İşlemi Öncesi Görüntülerinin Alınması	39
3.2.3. Blokların Yapay Kanal Şekillendirilmesi	41
3.2.4. Blokların Şekillendirme İşlemi Sonrası Görüntülerinin Alınması	43
3.2.5. Görüntülerin Çakıştırılması ve Çakıştırılmış Görüntülerin Alınması	43
3.2.6. Çakıştırılmış Görüntüler Üzerinde Ölçümlerin Elde Edilmesi	44
3.3. İstatistiksel Yöntem	46
4. BULGULAR	47
4.1. Debris Taşması	47
4.2. Kanal Transportasyonu	48
4.2.1. Genel Karşılaştırma:	48
4.2.2. Bölgelere Göre Karşılaştırma	49
5. TARTIŞMA	52
6. SONUÇ	65
7. KAYNAKLAR	66
8. ÖZGEÇMİŞ	78
9. EKLER	79

KISALTMA ve SİMGELER

%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür
DK	Dakika
MB	Mesiobukkal
M	Mezial
D	Distal
DB	Distobukkal
PK	Palatal Kök
WOG	WaveOne Gold
RB	Reciproc Blue
TFA	TF Adaptive
XP	XP-Endo Shaper
°	Derece
°C	Santigrat Derece
#	Numara
CM	Control- Memory
EDTA	Etilendiamin Tetraasetik Asit
JPEG	Birleşik Fotoğraf Uzmanları Grubu (Joint Photographic Expert Group)
ml	Mililitre
mm	Milimetre
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
Ni-Ti	Nikel –Titanyum
Ncm	Newton Santimetre
Rpm	Dakikadaki Tur Sayısı (Rotation per Minute)
SEM	Elektron Tarama Mikroskobu (Scanning Electron Microscope)
g	Gram

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2. 1. Yan kanallar, aksesuar kanallar, kanal sistemindeki dallanmalar ve apikaldeki deltaların şematik gösterimi .	8
Şekil 2. 2. Östenit Fazı	16
Şekil 2. 3. Martensit Fazı	17
Şekil 2. 4. Ara faz (R Fazı)	17
Şekil 2. 5. XP eğesinin kök kanalında çapraz kesit görüntüsü	22
Şekil 2. 6. TF Adaptive ege sistemi ve boyutları	23
Şekil 4. 1. Gruplara göre apikalden taşan debris miktarı karşılaştırma grafiği	48
Şekil 4. 2. Gruplara göre genel transportasyon miktarının karşılaştırma grafiği	49
Şekil 4. 3. Bölgelere göre grupların transportasyon miktarı karşılaştırma grafiği	51

RESİMLER LİSTESİ

Resim 2. 1. Reciproc Blue enstrümanları.....	18
Resim 2. 2. WaveOne Gold Eğeleri	20
Resim 2. 3. WaveOne Gold Primary koniklik açısı	20
Resim 2. 4. WaveOne Gold resiprokasyon döngüsü.....	20
Resim 2. 5. Farklı Sıcaklıklarda Xp Endo Shaper Eğeleri	21
Resim 3. 1. Taşma modelinin hazırlanması	31
Resim 3. 2. Taşma modelinin örneği.....	31
Resim 3. 3. Hassas terazi.....	32
Resim 3. 4. Reciproc blue eğesi	33
Resim 3. 5. X-Smart plus endomotor.....	34
Resim 3. 6. Kullanılan WaveOne Gold eğesi.....	35
Resim 3. 7. TF Adaptive eğeleri, SM1 ve SM2	36
Resim 3. 8. SybronEndo endodontik motoru	36
Resim 3. 9. XP-Endo Shaper eğesi.....	37
Resim 3. 10. Endo-Eze yandan açılan manüel irrigasyon iğnesi	38
Resim 3. 11. İnkübatör	38
Resim 3. 12. Akrilik blokların gruplandırılması	39
Resim 3. 13. Kullandığımız stereomikroskop cihazı	40
Resim 3. 14. Cam tabla	40
Resim 3. 15. Blokların sabit bir pozisyonda görüntülenmesi için hazırlanmış düzenek.....	41
Resim 3. 16. Şekillendirme öncesi ve sonrası örnek görüntüler	43
Resim 3. 17. Blokların çakıştırılmış görüntüleri	44
Resim 3. 18. Görüntüler üzerinde 10 adet ölçüm noktası	45
Resim 3. 19. ImageJ programında ölçümlerin yapılması.....	45

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 4. 1. Taşma miktarlarının gruplar arasında karşılaştırılması.....	47
Tablo 4. 2. Taşma miktarlarının çoklu karşılaştırma sonuçları.....	47
Tablo 4. 3. Genel transportasyon miktarlarının gruplar arasında karşılaştırılması	48
Tablo 4. 4. Genel transportasyon miktarlarının sonuçları için çoklu karşılaştırmalar	49
Tablo 4. 5. Bölgelere göre transportasyon miktarının (mm) gruplar arasında karşılaştırılması	50
Tablo 4. 6. Bölgelere göre çoklu karşılaştırma sonuçları.....	50



ÖZET

FARKLI Nİ-Tİ EĞELERLE YAPILAN KÖK KANAL EĞELEME SONRASI OLUŞAN KANAL TRANSPORTASYONU VE DEBRİS TAŞMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa ALRAHHAL

Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Endodonti Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Fatma TUNÇ

Ortak Tez Danışmanı: Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU

Mart 2020, 90 sayfa

Bu in vitro çalışmanın amacı; dört farklı döner eğe sistemi (Reciproc Blue, Twisted File Adaptive, WaveOne Gold ve Xp-Endo Shaper) ile enstrümantasyon sonrası oluşan apikal debris taşmasının ve kanal transportasyonunun karşılaştırılmasıdır. Kanal transportasyon değerlendirmesinde 60 adet S-şekilli kanallara sahip rezin bloklar kullanıldı. Bloklar dört eşit gruba ayrıldı (n=15). Kanalların genişletilmesinden önce ve sonra elde edilen görüntüler bilgisayar ortamında karşılaştırıldı. İç ve dış kanal duvarları ile genişletilmiş duvarlar arasındaki mesafe, bu üst üste binmiş görüntüler üzerinden, dijital yazılım kullanılarak ölçüldü. Apikalden taşan debris değerlendirmesi için ise, 60 adet çekilmiş mandibular kesici diş, 4 eşit gruba ayrıldı (n=15). Dişler Eppendorf tüplerine yerleştirildi. Örnekler dört farklı döner eğe sisteminden biri ile prepare edildi. Daha sonra tüpler, kurutma için 5 gün boyunca 70 °C'de inkübe edildi. Apikalden taşan debrisin ağırlığı, hassas terazi kullanılarak, son ağırlıktan başlangıç ağırlığının çıkarılmasıyla belirlendi. Gruplar Kruskal-Wallis ve Dunn çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak karşılaştırıldı. Kanal transportasyonunun genel değerlendirmesi açısından, Xp-Endo Shaper-TF Adaptive arasında ve Reciproc Blue-WaveOne Gold arasında anlamlı bir fark yoktu ($p>0.05$). Ancak, Xp-Endo Shaper ve TF Adaptive, Reciproc Blue ve WaveOne Gold'a kıyasla önemli ölçüde daha az transportasyona sebep oldu ($p<0.05$). Kanal transportasyonunun apikal üçlü değerlendirmesinde de aynı yapı gözlemlendi. Orta üçlü değerlendirmesinde XP-Endo Shaper diğer tüm sistemlerden istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha az kanal transportasyonuna neden oldu ($p<0.05$). Apikalden debris taşması açısından, Xp-Endo Shaper, diğer 3 gruba kıyasla önemli ölçüde daha az debris taşkınlığına neden oldu ($p<0.05$). Diğer gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p>0.05$).

Anahtar kelimeler: Debris taşması, döner eğe sistemleri, kanal transportasyonu.

ABSTRACT

COMPARISON OF THE CANAL TRANSPORTATION AND APICALLY EXTRUDED DEBRIS FOLLOWING ROOT CANAL INSTRUMENTATION WITH DIFFERENT NI-TI FILES

Mustafa ALRAHHAL

Phd Thesis, Gaziantep University Health Sciences Institute

Department of Endodontic

Supervisor: Asst. Prof. Fatma TUNÇ

Co-advisor: Asst. Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU

March 2020, 90 pages

This in-vitro study aimed to compare the canal transportation and apically extruded debris following instrumentation with different rotary systems (Reciproc Blue, Twisted File Adaptive, WaveOne Gold and Xp Endo Shaper). Sixty S-shaped canals in resin blocks were included for canal transportation evaluation. The blocks were divided to four equal groups (n=15). Superimposed pre- and post-instrumentation images were obtained. The distance between inner and outer canal walls to enlarged ones were measured on these superimposed images by using digital software. For apically extruded debris evaluation 60 mandibular incisors were selected, then divided to 4 equal groups (n = 15). The teeth were placed in Eppendorf tubes. The specimens were prepared with one of the four different rotary systems. Subsequently, the tubes were incubated at 70 °C for 5 days for drying. The weight of the extruded debris was determined by subtracting the initial weight from the final weight. The groups were compared using Kruskal-Wallis and Dunn multiple tests. In terms of canal transportation in total, there was no significant difference between Xp Endo Shaper-TF Adaptive and Reciproc Blue-WaveOne Gold ($p>0.05$). However, Xp Endo Shaper and TF Adaptive resulted in significantly less transportation compared to Reciproc Blue and WaveOne Gold ($p<0.05$). The same pattern was observed also in the apical third. In the assessment of the middle third XP Endo Shaper caused statistically significantly less canal transportations than all other systems ($p<0.05$). In terms of the apically extruded debris, Xp Endo Shaper resulted in significantly less extrusion compared to other 3 groups ($p<0.05$). There was no significant difference between the other groups ($p>0.05$). XP Endo shaper is advantageous regarding both canal transportation and debris extrusion issues.

Keywords: Canal transportation, debries extrusion, Ni-Ti files

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kök kanal tedavisi, hastanın fonksiyon ve estetiğinin korunabilmesi için kuron ve kök pulpasına yönelik bir takım tedavi işlemlerini kapsamaktadır. Bu işlemlerin başarıyla sonuçlanmasına etki eden birçok faktör vardır. Bu faktörlerden en önemlisi, kök kanal preparasyonudur (1). Preparasyon prosedürü, temizleme ve şekillendirme protokollerini içermektedir (2). Temizleme, hem mekanik hem de kimyasal olarak gerçekleştirilen uygulamalarken; şekillendirme mekanik olarak yapılan uygulamalardır (3). Bu sebeple bu uygulamaya kemomekanik preparasyon adı da verilmektedir (4). Şekillendirme işlemi; apikal foramenin orijinal şeklinin ve pozisyonunun korunarak kök kanalına apikal ve lateral yönde genişletilerek doldurulmasını kolaylaştıracak bir konik form (flaring) verilmesi amacı ile yapılır (3, 5). Ancak her ne kadar bu durum sağlanmak istenirse de şekillendirme işlemi ideal bir şekilde tamamlanamayabilir. Özellikle dar ve eğimli kanallara sahip dişlerde şekillendirme işlemleri esnasında komplikasyonlar ortaya çıkabilir (1,6). Apikal foramenin olduğu orijinal pozisyonundan başka bir pozisyona taşınması (transportasyon), çalışma boyu kaybı, zip (kum saati veya dirsek oluşumu), basamak oluşumu, perforasyonlar, kanal duvarlarının aşırı preparasyonu ve kanalda alet kırılması gibi komplikasyonlar bunların başında gelmektedir. Başarısızlıklara yol açan bu gibi komplikasyonların üstesinden gelmek için çeşitli teknikler araştırılmış ve geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden birisi de, karbon çelik ve paslanmaz çelik alaşımlardan mekanik ve fiziksel olarak daha üstün bir alaşım yapılmasıdır (7).

Öte yandan, endodontik tedavinin başarısından ödün vermemek için apikal foramene kadar tüm kanal sisteminin sahip olduğu eğrilik de dahil olmak üzere, orijinal şeklinin korunduğu preparasyon sağlanmalıdır (8). Bu şekilde bir preparasyon irrigantların apikal bölgeye daha rahat penetrasyonuna izin verir. Böylece debridman, kanal dezenfeksiyonu (9, 10) ve daha sonra kök kanal boşluğunun yeterli şekilde doldurulması sağlanmış olunur (3). NiTi sistemler, paslanmaz çelik eğelere kıyasla süper esneklik ve hafıza özellikleriyle mevcut kanal şeklini korur (11, 12). Bununla birlikte, çalışmalar, NiTi enstrümanları kullanıldığında bile, kök kanalının orijinal yolundan yapılan sapmaların hala yaygın olduğunu göstermektedir (13, 14).

Son zamanlarda, kök kanallarının preparasyonu için farklı tasarımlar, alaşım işlemleri ve kinematiklerle, tek nikel-titanyum (NiTi) eğesinin kullanılmasını sağlayan birkaç yeni enstrümantasyon tekniği sunulmuştur.

Nikel-Titanyum (Ni-Ti) alaşım, oldukça küçük elastisite modülüne sahip, esnek ve şekil hafızası özelliği gösteren ve kolayca şekillendirilebilme yeteneği nedeniyle kırılmaya karşı direnci paslanmaz elik alaşımdan daha üstün bir alaşımdır (15). Diğer diş hekimliği alanlarında olduğu gibi endodontide elde edilen başarının en büyük nedeni Ni-Ti alaşımlardır. Bu alaşımdan yapılan sistemlerin şekillendirme sırasında işlemsel hata ve komplikasyon riskini azaltarak orjinal kanal şeklini koruma ve hekim için daha az fiziksel çaba gerektirme gibi avantajları nedeniyle, piyasaya sunuldukları tarihten bu yana giderek yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır (16). Bununla birlikte, son zamanlarda kullanılan bu sistemler klinik olarak en iyi çalışma performansını yakalayabilmek için devamlı gelişim sürecindedirler. Üretici firmaların özellikle alaşımın direk olarak mekanik özelliklerini etkileyen bileşim oranı, mikroyapısal faz yapılarını içeren alaşıma bağlı metalurjik özellikler gibi i faktörler ve soğuk çalışma ve termo-mekanik işlemler gibi üretime bağlı diş faktörler üzerine yapılan çalışmalar bu sürecin bir parçası olmuştur ve olmaya devam etmektedir (17). 2000’li yılların başından beri birçok yeni ısıl-mekanik işlemler ve yeni üretim teknolojileri Ni-Ti alaşımlı eğelerin mikroyapılarını geliştirmek için üretilmiştir. Bu alışmalar sonucunda M-teli (Dentsply Tulsa Dental Specialties, OK, ABD) Control Memory (CM)-teli (DS Dental, Johnson City, TN, ABD) ve R-faz (SybronEndo, Orange, CA, ABD) teknolojisi ile üretilmiş tellerden yapılmış eğeler piyasaya sunulmuştur. Bu ısıl-mekanik işlemlerle elde edilmiş alaşımlardan yapılmış eğelerin geleneksel süperelastik (SE) eğelere kıyasla esneklik, döngüsel yorgunluk ve torsiyonel yorgunluk dirençlerinin arttırıldığı çeşitli çalışmalarla kanıtlanmıştır (18,19,20,21,22). Firmalar piyasaya sundukları her sistemin kırılma direncinin ve esnekliğinin daha iyi olduğunu, yüksek performansa sahip olduğunu ve hekim beklentisini karşılayabileceğini iddia etmektedir. Bu iddialar, hekimlerin pratikte hangi vaka için hangi eğe sistemini kullanmaları gerektiğine karar verebilmeleri için kanıta dayalı deneysel çalışmalarla kanıtlanmalıdır.

Kök kanallarının hazırlanması sırasında dentin ve pulpa dokusu artıkları, mikroorganizmalar ve irrigasyon solüsyonları peri-radiküler dokulara (23) ekstrüde olabilir. Bu durum iyileşme sürecini geciktiren; postoperatif ağrı, inflamasyon/enfeksiyon ve alevlenme gibi komplikasyonlara yol açabilmektedir (24). Periodontal ligamentin inflamatuvar yanıtının nörojenik bir kaynağa sahip olduğu gösterilmiştir (25). Bu reaksiyon sırasında sinir hcreti, P maddesi (substance P) ve kalsitonin geni ile ilişkili peptit (CGRP) gibi nropeptitleri sekrese eder ve vasküler bağışıklık sistemini uyarır (26). Bu nöropeptitler, güçlü vazodilatasyona ve plazma ekstravazasyonunu neden olabilir. Ayrıca sinir hücreleri enflamasyonu devam ettiren

histamin, sitokinler ve prostaglandin gibi büyüme faktörleri ve enflamatuar araçların salınmasından sorumludur. Tüm bu bileşenler ağrı nedeni olarak görev yapar (25,26,27). İlk 24-48 saatte alevlenme insidansı % 40-65'e yaklaşır ve 7 gün sonra oran % 11'e düşer (28).

Debris taşması, cihazın geometrik özellikleri, çalışma modu ve termal işlemler gibi üretim özellikleri dahil olmak üzere bir çok faktörden kaynaklanmaktadır (1, 13, 29).

Tüm preparasyon teknikleri ve enstrümanların, apikal foramenin gerisinde tutulduğunda bile debris taşıması muhtemeldir. Ayrıca manuel enstrümantasyon tekniklerinin, döner sistemler ile karşılaştırıldığında daha fazla debris taşıdığı gösterilmiştir (30, 31).

Çalışmamızda XP-Endo Shaper, Twisted File Adaptive, Reciproc Blue ve WaveOne Gold ege sistemleri kullanılarak kanal transportasyonun ve debris taşmasının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Endodontik Tedavinin Amaç ve İlkeleri

Endodontik tedavi, enfekte kök kanal sisteminin mikroorganizmalardan arındırılmasını içeren işlemleri kapsamaktadır. Bu işlemlerin hedefi, periapikal dokuların korunması ve/veya hastalıklı apikal periodonsiyumun iyileştirilmesi için gerekli ortamın oluşturulmasıdır. Bu işlemler sırası ile kanal ağızlarına ulaşmayı sağlayan giriş kavitesinin açılması, kök kanallarının temizlenip şekillendirilerek bakteri ve onların yan ürünlerinden arındırılması ve kök kanalının sıvı sızdırmaz bir şekilde doldurulması şeklinde sıralanmaktadır (3,32).

Temizleme ve şekillendirme, biyolojik ve mekanik olarak gerçekleştirilen işlemler olup kök kanal tedavisinin teknik olarak en önemli aşamasıdır (33). Temizleme ve şekillendirme terimleri, kimyasal, biyolojik ve mekanik prensipleri içeren işlem olmasından dolayı biyomekanik temizlik, kemomekanik temizlik terimleri ile de anlatılmaktadır. Ayrıca literatürde; bu işlem için enstrümantasyon, preparasyon, genişletme ve şekillendirme gibi terimler de kullanılmaktadır (34).

Schilder, kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi esnasında uyulması gereken bazı prensipler belirlemiş ve bunları iki başlık altında toplamıştır (3). Bunlar mekanik ve biyolojik prensiplerdir.

Mekanik Prensipler;

- Kök kanal boşluğu, kök ucundan koronale doğru gittikçe genişleyen düzgün konik bir formda hazırlanmalıdır,
- Apikal foramen, bu konik şeklin en dar yerini oluşturmalıdır,
- Apikal foramenin fizyolojik şekli ve orijinal pozisyonu değiştirilmemelidir,
- Kök kanalının orijinal şekli ve eğimi korunmalıdır.

Biyolojik Prensipler;

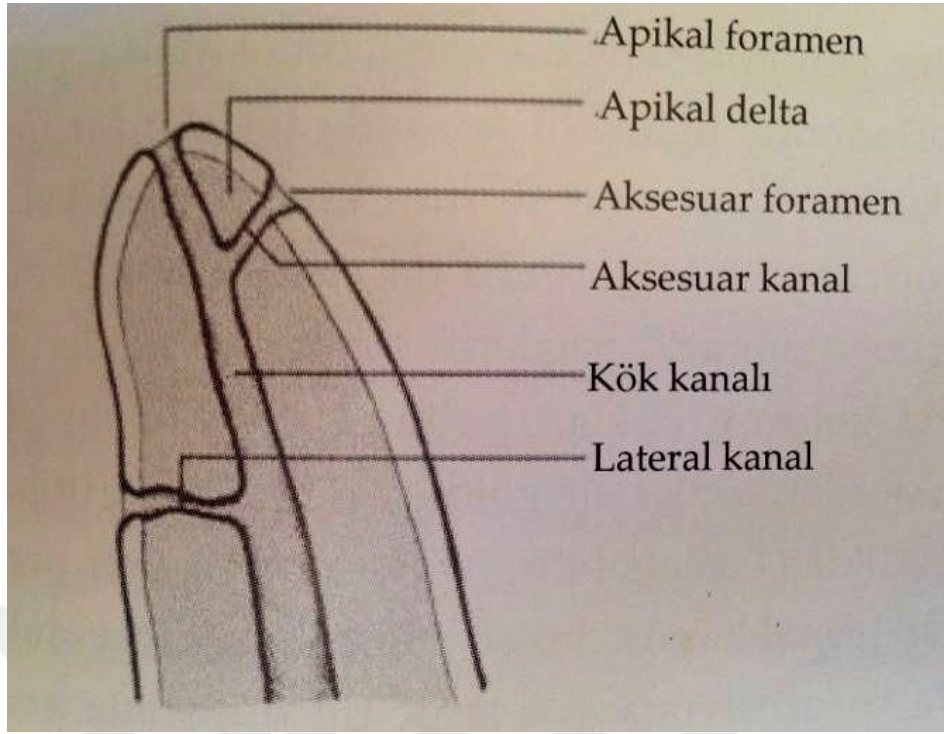
- Mekanik temizleme ve şekillendirme, apikal foramen sınırlarını aşmamalıdır,
- Kanalın temizleme ve şekillendirme işlemleri tek seansta bitirilmelidir,

- Kanal içi dezenfeksiyonu da uygulanarak pulpa dokusu, bakteriler ve nekrotik artıklar kök kanal sisteminden tümüyle uzaklaştırılmalıdır,
- Debrisler periapikal bölgeye taşırılmamalıdır.

Hülsmann ve ark. ise kök kanal preparasyonunda temel kuralları;

- Vital ve non-vital dokuların ana kök kanalından uzaklaştırılması,
- İrrigasyon ve medikasyon için yeterli boşluğun oluşturulması,
- Apikal anatominin, bütünlüğünün ve ana hatlarının korunması,
- Kök kanal sisteminin ve kök yapısının iyatrojenik nedenlerle harap edilmemesi,
- Kanal dolgusunun kolaylaştırılması,
- Kök çevresi dokuların daha ileri irritasyon ve/ veya enfeksiyonunundan sakınılması,
- Dişin uzun dönem ağız içinde fonksiyonda bulunabilecek sağlam kök dentininin korunması şeklinde sıralamışlardır (34).

Kök kanal anatomisi karmaşık bir yapıya sahiptir (Şekil 2.1). Çoğu zaman tek ve düz ilerleyen bir kanal ve bu kanalın sonlandığı bir apikal foramenden oluşmamaktadır. Yan kanallar, aksesuar kanallar, kanal sistemindeki dallanmalar ve apikaldeki deltaların varlığı endodontik tedaviyi zorlaştıran anatomik varyasyonlardır (35). Buna ek olarak dar ve eğri seyreden kanallar güvenli bir biçimde ve ideal bir şekilde kök kanal preparasyonuna her zaman izin vermemektedir. Özellikle bu tür kanalların preparasyonu sırasında istenmeyen durumlar ortaya çıkabilmektedir.



Şekil 2. 1. Yan kanallar, aksesuar kanallar, kanal sistemindeki dallanmalar ve apikaldeki deltaların şematik gösterimi (35).

2.2. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Karşılaşılan Komplikasyonlar

2.2.1. Transportasyon (Yer değiştirme)

Preparasyon sırasında enstrümanların yanlış şekilde kullanımı ve/veya enstrümanın ilk haline dönme eğilimi neticesinde kanal duvarının daha çok tek taraflı eğilenmesi ile oluşmaktadır. Bu enstrümantasyon kanalın apikal tarafında kanal eğiminin dış kısmında, koronal tarafında ise eğimin iç kısmında daha fazla miktarda yapılmaktadır. Sonuç olarak kanal ekseninin yana doğru kaydığı gözlemlenir. Kanalin eğim açısı azalır ve kanal düzleşir (1,36).

2.2.1.1. Kanal transportasyon riskini arttıran etmenler

- Yetersiz açılmış giriş kavimleri nedeni ile preparasyon sırasında enstrümanların kavite duvarları tarafından yanlış yönlendirilmesi ve çalışma kontrolünün kaybı,
- Kök kanal enstrümanlarının alaşım yapısı (paslanmaz çelik eğeler Ni-Ti eğelere kıyasla daha fazla transportasyon oluştururlar) ve dizayn özellikleri (enine kesit dizaynı, yiv sayısı ve eğiklik açısı),
- Sivri ve aktif uç yapısına sahip enstrümanların kullanılması,
- Enstrümanların kök kanalı içerisinde basınçlı kullanılması,

- Enstrümantasyon tekniğinin tipi (step back, step down vb.),
- Preparasyon sırasında yetersiz irrigasyon yapılması,
- Operatörün tecrübesi,
- Kanal eğim açısı ve eğim yarıçapı (genel olarak, eğim derecesi arttıkça ve eğim yarıçapı azaldıkça, kanal transportasyonu riski artmaktadır),
- Radyografilerde görülemeyen bukkal veya lingual yönlü kök eğimleri (1,4,36,37).

2.2.1.2. Kanal transportasyonunun muhtemel sonuçları olarak ortaya çıkabilecek apikal preparasyon hataları

- **Apikal foramen hasarı:** Kök kanalının orjinal eğiminden sapması ya da kanalın uzay düzleminde yer değiştirmesi, apikal foramen hasarıyla, yani apikal foramenin yer değiştirmesi ya da genişletilmesi (apikal transportasyon) ile sonuçlanabilir (Şekil 2.2). Bu sebeple apikal bölgede bulunan doğal darlığın ve durulması gereken noktanın kaybedilmesiyle periapikal dokulara debris, irrigasyon solüsyonları veya kanal dolgu materyalleri taşarak bu bölgede inflamasyona neden olabilir. Ayrıca kanal dolgusunda yeterli sızdırmazlık sağlanamadığı için başarısız kök kanal tedavisine neden olur (34).

- **Zippering (fermuar) veya elliptikasyon:** Şekillendirme sırasında gerçek yeri değiştirilmiş eğimli bir kök kanalının apikal uç noktası olan apikal foramende oluşan ve kök kanalının temizlenmesi ve doldurulmasını zorlaştıran eliptik şekildir. ‘Kum saati şekli’, ‘gözyaşı damlası’ ve ‘foramen yırtığı (foraminal rip)’ terimleri kök kanalının zip oluşan apikal kısmının şeklini tanımlamak için kullanılan alternatif terimlerdir (4,5,34).

- **Elbow (dirsek) formasyonu:** Eğimli kök kanalının apikalinde eğimin dış kısmından, koronalinde ise eğimin iç kısmından aşırı şekillendirme yapılarak fazla miktarda madde uzaklaştırılması ile meydana gelen düzensiz genişletme sonucu, kanalın maksimum eğim noktasında bulunan dar kısımdır (Şekil 2.2). Zip’in hemen koronalinde yer alır ve kum saati şeklinin en dar bölgesidir. Oluşan bu şekil, kök kanalında düzensiz ve yetersiz koniklik ve devamlılıkla sonuçlanır ve kök kanalının apikal kısmının temizlenmesini ve doldurulmasını engelleyebilir (34).

-**Perforasyon:** Kök kanalının apikal kısmının perforasyonu sivri kesici uç yapısına sahip enstrümanın döner hareket ile kullanılması sonucu oluşmaktadır (1,34). Kök kanal boşluğu

ve eksternal kök yüzeyi arasında periapikal dokuların irritasyonuna sebep olan patolojik bir bağlantı oluşmaktadır (36).

-Strip perforasyon: Özellikle alt molar dişlerin mezial köklerinin furkasyon kısımlarında tehlikeli bölge olarak tanımlanan kurvatürlü bölgenin aşırı preparasyonu sonucu oluşmaktadır. Bu bölgedeki dentin duvarı inceli delinerek kanal boşluğu ile periodontal ligament arasında patolojik bir bağlantı oluşturmaktadır (34,36,38).

-Basamak oluşumu (Ledging): Özellikle eğri kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında dikkatsiz manipülasyondan veya aşırı dentin uzaklaştırılmasından kaynaklanan bir hata şeklidir. Genellikle eğimin dış kısmında oluşur. Periodontal ligament ile bağlantı olmaksızın, diğer bir deyişle perforasyon oluşturmaksızın orjinal kanal eğiminden sapma meydana gelir. Kanal duvarı yüzeyinde meydana gelen bu düzensiz platform, çalışma boyu kaybına neden olarak eğinin ve irrigasyon ajanlarının apikale ulaşmasına engel olmaktadır (37,39).

Kök kanal tedavisi sırasındaki bazı girişimler veya hatalar basamak oluşumuna neden olmaktadır. Bu hatalar:

- Giriş kavitesinin, kök kanalının apikal daralım bölgesine kadar ulaşmasına izin vermeyecek şekilde yetersiz hazırlanması,
- Kök kanalının eğim gösterdiği yönün hatalı değerlendirilmesi,
- Kök kanal boyunun hatalı belirlenmesi,
- Eğimli kök kanallarında ön eğim verilmemiş el eğelerinin kullanılması,
- Eğelerin üretici tavsiyelerinde belirtilen sırayla kullanılmaması veya gerektiğinde ara numaralı eğelerin kullanılmaması,
- Pin, post gibi yabancı bir cismin veya kırık bir kanal aletinin kanaldan uzaklaştırılması sırasında veya kanal tedavisinin ardından post için boşluk oluşturulması esnasında normal kanal yolundan sapılması,
- Kalsifiye veya çok dar bir kanalın açılmaya çalışılması sırasında dikkatsiz çalışma,
- Şekillendirme sırasında yetersiz irrigasyon ve/veya lubrikasyon yapılması,
- Şelasyon ajanlarının aşırı kullanılması,
- Şekillendirme sırasında kanalın apikal kısmında dikkatsizlik sonucu debris birikmesi (apikal tıkanma meydana gelmesi),

- Kanal eğelerinin kök kanalı içerisinde aşırı basınçla çalıştırılması, şeklinde özetlenebilir (37,39,40).

2.2.2. Alet kırılmaları (Seperasyon)

Enstrümanların kanal içinde kırılması kök kanalının şekillendirilmesi sırasında meydana gelen bir başka komplikasyon çeşididir. Bazı endodonti kaynaklarında seperasyon terimi ile de ifade edilmektedir. Elle kullanılan paslanmaz çelik eğeler ve reamerlarda genellikle fazla kuvvetle beraber yanlış kullanılma sonucu ya da distorsiyona uğrayacak kadar çok defa kullanım sonrası meydana gelmektedir. Eğe üzerindeki bu değişiklikler alet kırılmasının habercisidir ve eğenin daha fazla kullanılmaması gerektiği anlamına gelir (41).

Döner aletlerin seperasyonu döngüsel yorgunluk, torsiyonel kuvvetler veya bunların ikisinin kombinasyonu şeklinde ortaya çıkmaktadır (42, 43). Döngüsel yorgunluk, eğimli bir kök kanalı içerisinde eğim etrafında uzun süre serbestçe dönen eğenin sürekli olarak tekrarlayan sıkışma (compression) ve gerilme (tension) kuvvetlerine maruz kalması sonucu meydana gelir. Her dönüş sırasında eğenin kanal eğiminin merkezine karşılık gelen maksimum bükülme noktasının iç yüzeyi sıkışırken, dış yüzeyi gerilme kuvvetleri etkisi altında kalır. Bu tekrarlayan sıkışma-gerilme döngüsü zaman geçtikçe metal içerisinde sertleşmeye, mikro ve makro çatlakların oluşmasına ve sonuç olarak kırılmalara neden olur. Torsiyonel kırılmalar ise eğenin sap kısmı dönmeye devam ederken ucunun ya da herhangi bir kısmının kanal içerisinde sıkışması sonucu meydana gelmektedir. Eğelerin özellikle eğimli kanallarda maruz kaldığı gerilim ve baskı kuvvetleri sonucu ortaya çıkan döngüsel yorgunluk, gözle görülür şekilde belirti vermez iken torsiyonel kuvvetler sonucu oluşan kırılmalarda eğe üzerinde oluşan çeşitli deformasyonlar gözlemlenebilmektedir (43, 44).

2.2.3. Çalışma boyu kaybı

Çalışma boyu, kök kanalının şekillendirilmesi sırasında koronalde belirlenen sabit bir referans noktasıyla, apikalde şekillendirmenin ve kök kanal dolgusunun bitirileceği nokta arasındaki uzaklıktır. Çalışma boyunun doğru belirlenmesi başarılı bir kök kanal tedavisi için önemli bir faktördür. Şekillendirme işlemi sırasında çalışma boyunda meydana gelen değişiklik, ya taşkın bir kök kanal dolgusuna ya da eksik ve yetersiz bir doluma sebep olacak, bu şekilde başarısız bir tedaviyi beraberinde getirecektir (45).

Kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında meydana gelen debrisin apikal bölgede sıkışarak burayı tıkaması çalışma boyu kaybına sebep olabilmektedir. Kırılan enstrümanların kök kanalının apikal kısmını tıkaması veya eğeleme işlemi sırasında kök kanal duvarında basamak oluşturması, enstrümanların apikale kadar ilerlemesini engelleyerek kök kanal açıklığının ve çalışma boyunun kaybına neden olabilmektedir. Sonuç olarak kök kanal sisteminin apikal kısmının tam olarak şekillendirilmesi, dezenfeksiyonu ve sızdırmaz bir şekilde doldurulması mümkün olmaz (34).

Klinik uygulamalarda hem hasta hem de hekim tarafından can sıkıcı bir durum olarak ortaya çıkan, yukarıda bahsi geçen preparasyon hatalarını önlemek amacı ile araştırmacılar tarafından birçok farklı yöntem geliştirilmiştir. Kullanılan aletlerin tasarımlarında ve yapıldıkları metal alaşımlarda yapılan değişikliklerin yanında kanal preparasyon yöntemlerinde uygulanan yenilikler bu gelişmelerin bir sonucudur.

2.3. Kök Kanal Preparasyon Yöntemleri

Kök kanal şekillendirme yöntemlerini, uygulamadaki farklılıklarından dolayı iki gruba ayırabiliriz. Apikalden koronale doğru uygulanan genişletme yöntemleri öncelikli olarak apikal bölgenin preparasyonunu temel alırken koronalden apikale doğru uygulanan genişletme yöntemlerinde ise öncelikle koronal kısım şekillendirilmektedir.

2.3.1. Apikal genişletmenin öncelikli yapıldığı teknikler

- **Standardize preparasyon tekniği, geleneksel yöntem veya apikal stop preparasyonu:** Ingle tarafından 1961 yılında tanıtılan bir tekniktir. Teknik daha çok düz kök kanallarında kullanılma olanağı bulmuştur. Genişletme için gittikçe büyüyen sırayla kullanacağımız kanal aletleri ile aletlerin çalışma prensiplerine uygun hareketlerle, aynı çalışma uzunluğunda kök kanalı içinde genişletme yapılır. Genişletmenin başladığı kök kanal aletinin numarası, fizyolojik foramen apikaleye kadar uzanan ilk kanal aletinin numarasıdır. Bu preparasyonda gittikçe büyüyen eğelerin kanalda aynı çalışma boyunda kullanılmaları ile apikal kısımda kasıtlı olarak bir basamak formu oluşturulur. Bu basamak formuna “*apikal stop*” adı verilir. Genişletmenin hangi numarada tamamlandığına dair bilgi yoktur. Genişletmenin bitirileceği kanal aletinin numarası uygulayıcıya bırakılmıştır (46, 47).

- **Step-back tekniği:** Bu yöntem kök kanallarının genişletilmesi kavramından, kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi kavramına geçişi de beraberinde getiren bir

şekillendirme yöntemidir. İlk kez 1969 yılında WH Clem tarafından tanıtılan bir yöntemdir. 1970'li yılların ortasında Weine tarafından geliştirilmiş ve 1979 yılında Mullaney tarafından da modifiye edilmiştir. Yöntemin esası kanalın en dar yeri olarak tarif edilen apikal konstrüksiyondan başlayarak apikalden koronale genişleyen bir kanal yapısı oluşturulmasına dayanmaktadır. Günümüzde de özellikle eğimli kanalların biyomekanik preparasyonunda tercih edilen bir yöntemdir. Şekillendirmenin tamamlanmasıyla kök kanalları fizyolojik foramen apikaleden başlayarak koronale doğru açılan konik şeklini alır (46, 48, 49).

- **Dengelenmiş kuvvet tekniği (Balanced-force):** Roane ve ark. tarafından 1985 yılında tanıtılmıştır. Özellikle apikal transportasyon ve zip oluşumunu engellemek için geliştirilmiştir. Ucu yuvarlatılmış ve üçgen kesiti ile esnekliği arttırılmış eğeleri (Flex R eğe) kullanarak saat yönünde hareketle ilerlemeyi ters saat yönünde hareketle kesmeyi esas alan hareketlerle tarif edilmiştir. Birbirini izleyen üç temel hareket vardır:

- Kanal aletinin saat yönünde hareketi ile aletin kök kanalı içerisine yerleştirilmesi,
- Apikal baskı ile kanal aletinin saat yönünün tersine hareketi ile dentinin kesilmesi,
- Pasif olarak saat yönünde hareket ile aletin kanaldan uzaklaştırılması ve debris atımı (50).

-

2.3.2. Koronal genişletmenin öncelikli yapıldığı teknikler

- **Step-down tekniği:** Goerig ve arkadaşlarının 1982 yılında geliştirdikleri bir yöntemdir. Öncelikli olarak radiküler giriş Gates Glidden frezleri kullanılarak gerçekleştirilir. Apikal genişletme daha sonra step-back prensipleri doğrultusunda yapılır. Koronal flaring küçük aletlerden başlayarak daha büyük aletlerin sırası ile kullanılması ile oluşturulur. Eğeler antikurvatür eğeleme prensipleri doğrultusunda furkasyon bölgesinden uzak olacak şekilde kullanılır (51).

- **Double-flared tekniği:** Fava tarafından 1983 yılında tanımlanmış bir tekniktir. Mikroorganizmaların ve biriken debrisin apikal kısımdan itilmesini önlemek için geliştirilen bir yöntemdir. Öncelikle eğeler büyükten küçük numaraya doğru koronal şekillendirme için apikal basınç uygulanmadan kullanılır. Koronal bölgedeki debrisin uzaklaştırılması ile kanal içeriklerinin periapikal bölgeye itilme riski en aza indirilmiş olur. Daha sonra step-back

teknik kullanılarak apikal preparasyon yapılır ve elde edilen koronal ve apikal preparasyon birleştirilir. Ayrıca, şekillendirme sırasında kanal aletleri her zaman kök kanalı boşluğunun her tarafına temas edemeyebilir. Bu durumda, bu bölgedeki mikroorganizmaların yok edilmesi, ancak yıkama solüsyonlarının etkinliği ile gerçekleşebilir. Double flared yönteminde de bu duruma dikkat çekilerek, şekillendirme sırasında bol miktarda yıkama solüsyonunun uygulanması önerilmektedir (46,52,53).

- **Crown-down basınçsız tekniği:** Bu teknikte amaç; daha fazla koronal genişletme ile apikal bölgeye daha rahat ulaşmaktır. Öncelikle kanalın 2/3 koronal bölümünde ön genişletme işlemi yapılarak, koronalde oluşturulan rezervuar bölge sayesinde, yıkama solüsyonunun etkinliği artırılarak, kontamine dentin talaşlarının apikal bölgeye ulaşmadan elimine edilmesi sağlanır. Koronal bölümün preparasyonunu yaptıktan sonra çalışma uzunluğu tespit edilir. Apikal basınç uygulamadan eğeler büyük numaradan küçük numaraya doğru sırasıyla uygulanarak belirlenen çalışma uzunluğuna ulaşılır. Apikalden daha az genişletme yapılarak çalışma uzunluğuna ulaşan ilk eğeden iki numara büyük eğe ile preparasyon tamamlanır (54).

2.3.3. Koronalden apikale uygulanan preparasyon tekniklerinin avantajları

Saunders; koronalden apikale doğru yapılan şekillendirmenin avantajlarını şu şekilde sıralamıştır (55):

- a) Endodontik patojenlerin periapikal dokulara geçiş riski azaltılmaktadır,
- b) İrrigasyon ajanlarının kök kanal sistemine penetrasyonu artmaktadır,
- c) İrrigasyon ajanlarının ve debrislerin apikalden dışarıya çıkma riski azalmaktadır,
- d) Preparasyon esnasında çalışma boyu değişikliği riski azalmaktadır,
- e) Apikal daralma bölgesinde parmak duyu hassasiyeti artmaktadır,
- f) Elektronik apex bulucuların daha performanslı çalışması sağlanmaktadır,
- g) Enstrümanların koronal bölgedeki sıkışmaları bu yöntemle azalmaktadır.

2.4. Ni-Ti döner sistemlerde kanal preparasyonu

Ni-Ti döner sistemlerin endodontide kullanımının artması ile beraber öncelikle koronal genişletmenin yapıldığı crown-down tekniği de popülerlik kazanmıştır. Ni-Ti eğelerde arttırılmış konik yapısına bağlı olarak tüm Ni-Ti döner sistemlerin ana prensibi crown-down preparasyondur (46). Crown-down tekniğinde öncelikli olarak koronal bölgedeki dentinin özellikle geniş tepe açılı (taper) eğelerle şekillendirilmesi daha küçük eğelerin apikal üçlüye

ulaşmasını kolaylaştırmaktadır. Eğe koronal üçlü yerine sadece apikal üçlüde sıkışarak daha ideal bir preparasyon sağlanmaktadır. Bu teknik ile debris, patojenler ve irrigasyon ajanlarının apikalden ekstrüzyonu en aza inmektedir. Servikal bölgede kaldırılan dentin boşluğu irrigasyon ajanları için geniş bir rezervuar görevi görmekte, böylece daha hızlı, derin ve uzun süreli bir etki sağlanmaktadır (32,33).

Saunders, crown-down tekniği ile Ni-Ti döner sistem eğelerin kullanım prensiplerini şu şekilde özetlemiştir:

- Kanalın koronal giriş kısmına düz bir giriş sağlanmalı,
- Kanal küçük bir ISO el eğesi ile kontrol edilmeli,
- Kanala giriş ve çıkış sırasında eğe döner vaziyette kullanılmalı,
- Çok küçük basınçla ve yavaşça kanal içine sokulmalı,
- Kök kanalı içinde rotasyon durdurulmamalı ve yeniden başlatılmamalı,
- Kullanım esnasında kanal içinde bir kayganlaştırıcı ajanla ve küçük vertikal aşağı ve yukarı hareketlerle (pecking veya gagalama) kullanılmalı,
- Kuru kanalda çalışılmamalı,
- Her kullanım süresi 5-7 sn olmalı, alet steril gazlı bez ile temizlenmeli ve kanal bol miktarda irrije edilmeli,
- Aşırı eğimli kanallarda kullanılan aletler tekrar kullanılmamalı,
- Deformasyona uğrayan aletler tekrar kullanılmamalı (33).

2.4.1. Nikel Titanyum Alaşımı ve Ni-Ti Sistemler Hakkında Genel Bilgi

Endodontik enstrümanların mekanik özellikleri arasındaki farklılıklar; kimyasal bileşim, faz yapısı veya Ni-Ti enstrümanların imalat süreci gibi faktörlerle ilgili olabilir. Ni-Ti endodontik enstrümanların mekanik özelliklerinin bilinmesi ve metalurjik özelliklerle olan ilişkisi klinisyenler için Ni-Ti enstrümanlarının kök kanallarındaki davranışlarını anlamak için yararlıdır. Çünkü bu bilgiler, belli klinik koşullar altında, kök kanal tedavisi için hangi enstrümanın uygun olduğuna karar vermeye yardım etmektedir (17).

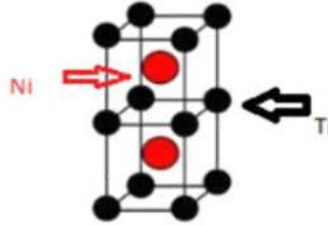
Ni-Ti alaşımları endodontide neredeyse 25 yıldır kullanılmaktadır (56). Paslanmaz çelik aletlere göre yüksek esnekliğe ve büyük torsiyonel dirence sahip olmalarından dolayı, süperelastik (SE) Ni-Ti enstrümanlar klinisyenler arasında büyük popülerlik kazanmıştır (15). Bundan dolayı, farklı geometrik tasarımları olan süperelastik Ni-Ti sistemler geliştirilmiştir (57). Ancak kök kanal enstrümantasyonu sırasında, döngüsel yorgunluk veya aşırı

torsiyondan dolayı, Ni-Ti eğerlerin istenmeyen ve beklenmedik separasyonları hâlâ ciddi bir endişe kaynağı olmaya devam etmektedir ve klinik kullanımında dezavantaj yaratmaktadır.

Ni-Ti alaşımları, nikel ve titanyumdan oluşan ve üstün özelliklere sahip intermetalik bileşimlerdir. Bu bileşim genellikle “nitinol” olarak adlandırılmaktadır. Ağırlıkça %56 nikel ve %44 titanyum içermektedir (19). Ni-Ti alaşımların özellikleri kimyasal bileşimlerine, faz yapılarına ve imalat sürecine bağlıdır. Bu alaşımların kimyasal bileşimi ve faz yapısı gibi metalürjik özellikleri internal faktörler; soğuk çalışması, sertleştirme ve eskime gibi imal sürecinden kaynaklı özellikleri ise eksternal faktörler olarak nitelendirilir. Bugüne kadar Ni-Ti enstrümanların metalürjik ve mekaniksel özelliklerinin karakterizasyonunu anlamak için birçok çalışma yapılmıştır çünkü bu enstrümanların metalürjik ve mekaniksel özellikleri arasındaki ilişkiyi anlamak büyük önem teşkil etmektedir.

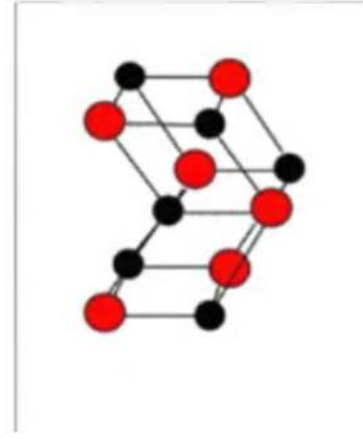
Ni-Ti alaşımlar mekanik özelliklerinde ve kristalografik düzenlemesinde benzersiz ve önemli değişikliklere neden olan atomik bağlanma türünü değiştirme yeteneğine sahiptir. Bu yeteneklerine bağlı olarak Ni-Ti alaşımların bulunduğu üç fazdan söz etmek mümkündür:

Östenit Fazı: Kompleks bir gövde merkezli kübik yapıya sahiptir (Şekil 2.2.). Bu fazda alaşım güçlü ve serttir. Daha yüksek sıcaklıklarda ve daha düşük streslerde görülür.



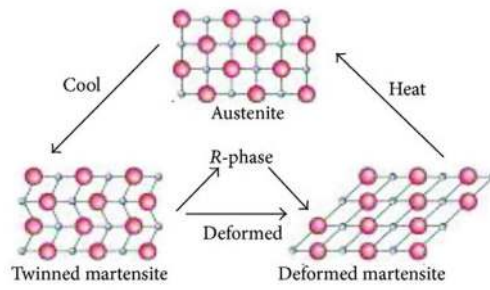
Şekil 2. 2. Östenit Fazı

Martensit Fazı: Monoklinik kristal bir yapıya sahiptir (Şekil 2.3.). Östenit fazın aksine düşük sıcaklıklarda ve yüksek streslerde görülür.



Şekil 2. 3. Martensit Fazı

Ara faz (R fazı): Östenit ve martensit fazları arasında ileri ve geri dönüşümlü olarak görülebilen bir fazdır (Şekil 2.4.). Romboidal bir yapıya sahiptir. Östenit ve martensit fazından daha düşük elastikiyet modülüne sahiptir. Alaşım bu fazda daha yumuşaktır ve kolayca deforme olabilir.



Şekil 2. 4. Ara faz (R Fazı)

Fazlar arasında hacimsel bir dönüşüm geçisi ve oryantasyon ilişkisi mevcuttur. Elastik deformasyon sonrasında uygulanan yük martensitik dönüşüme sebep olur. Bu nedenle deformasyon miktarı artmasına rağmen gerilimde ciddi bir artış gözlenmez. Eğer gerilim artışı bu kritik değeri aşmazsa gerilimin kalkması ile birlikte oluşan martensit fazı östenit fazına geri dönüşerek uygulanan deformasyonun tamamen geri kazanılmasını sağlar. Bu davranışa “süperelastiklik” adı verilir. Günümüzde bu bilgiler doğrultusunda farklı özelliklere sahip birçok Ni-Ti sistem üretilmiştir. Ni-Ti enstrümanların üretim safhasında fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla bazı işlemler uygulanmaktadır. Bu işlemlere elektroparlatma, iyon implantasyonu ve ısıt işlemler örnek verilebilir. Elektroparlatma ile yüzeyden madde kaldıran birtakım elektrokimyasal işlemler uygulanır. Bu işlem sonucunda yüzeyde homojen bir oksit tabakası elde edilir. Bu işlemin temel amacı yüzey işleme izleri ve metal çapakların azaltılması ve aletin yorulma direncinin

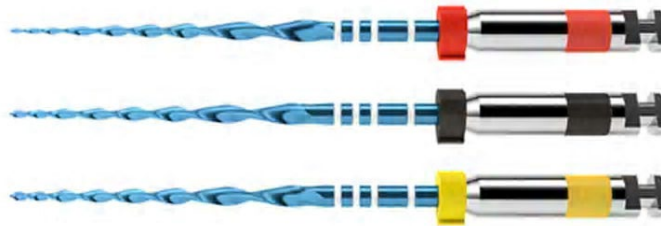
arttırılmasıdır. İyon implantasyonunda yüzeye ısıt nitridizasyon, bor ve azot implantasyonu uygulanır. Bu işlemdeki temel amaçlar nikel/titanyum oranını, yüzey sertliğini, esnekliğini, enstrümanın kesme kabiliyetini ve yorulma direncini artırmaktır. Isıl işlem uygulamasıyla Ni-Ti alaşımın faz dönüşüm özelliği kullanılarak enstrümanın fizikomekanik özelliklerinin güçlendirilmesi amaçlanmıştır.

2.4.2. Reciproc Blue Hakkında Genel Bilgi

Reciproc Blue (VDW, Münih, Almanya) resiprokal hareket yapan yeni jenerasyon tek eğe sistemidir (58). Reciproc (VDW, Münih, Almanya) olarak bilinen sistemin özel ısıt işleme tabi tutulması ile elde edilmiştir (59). Bu ısıt işlem eğeye özel olan mavi rengini vermiştir (Resim 2.1.). Üretici firmaya göre Reciproc Blue, Reciproc eğesine göre daha elastiktir ve döngüsel yorgunluğa direnci iki kat daha fazladır. Reciproc Blue enstrümanları, önceden herhangi bir enstrümantasyon olmadan ve bir rehber yol oluşturmada kullanılabilen eğelerdir. Kanalların çoğunluğunu; kanalın boyutuna, kanal eğriliğinin derecesine veya kanal kalsifikasyonuna bakılmaksızın yeterli boyuta ve konikliğe getirmek için sadece bir alet gerekir.

Reciproc sisteminde olduğu gibi Reciproc Blue sisteminde de üç enstrüman bulunur:

Reciproc Blue 25, Reciproc Blue 40 ve Reciproc Blue 50. Reciproc Blue S şekilli kesite, iki kesici kenara ve bir kesici olmayan kenara sahiptir. Reciproc Blue enstrümanları uç kısmın 3 mm'sinden itibaren gerileyen koniklik açısına sahiptir. Reciproc Blue 25'in uç çapı 0.25 mm'dir ve ilk 3 mm'sinin koniklik açısı %8'dir. Reciproc Blue 40'ın uç çapı 0.40 mm'dir ve ilk 3mm'sinin koniklik açısı %6'dır. Reciproc Blue 50'nin uç çapı 0.50 mm'dir ve ilk 3 mm'sinin koniklik açısı %5'tir.



Resim 2. 1. Reciproc Blue enstrümanları

Reciproc Blue eğeleri saat yönüne ve saat yönünün tersine olacak şekilde “resiprokasyon” denilen hareketi yapan motorlarla kullanılmaktadır. Alet kesme yönünde döndüğünde kanalda ilerler ve kesmek için dentinle birleşir. Daha sonra ters yönde döner ve alet rahatlar. Bu hareketler saniyede 10 kez olacak şekilde tekrar eder.

Üretici firma hangi enstrümanın hangi kanalda kullanılması gerektiğine dair yol göstermiştir. #30 K tipi eğe ile pasif olarak çalışma boyuna ulaşıyorsa Reciproc Blue 50’nin, #20 K tipi eğe ile pasif olarak çalışma boyuna ulaşıyorsa Reciproc Blue 40’ın, #20 K tipi eğenin pasif olarak çalışma boyuna ulaşamadığı kanallarda da Reciproc Blue 25’in kullanılabileceği belirtilmiştir.

Eğе kök kanalında gagalama hareketi ile kullanılır. Eğenin kök kanalında ilerlemesi için ekstra bir kuvvet uygulanmamalıdır. Eğenin kök kanalı içerisinde ilerleme aralığı 3- 4mm’yi geçmemelidir. Üç gagalama hareketinden sonra eğe kök kanalından çıkarılıp debris artıklarından temizlenmeli ve kök kanalı yıkanmalıdır. Çalışma boyuna ulaşana kadar bu prosedürler tekrarlanmalıdır.

2.4.3. WaveOne Gold Hakkında Genel Bilgi

WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), WaveOne eğesine ısıl işlem uygulanması ile elde edilmiş tek eğe resiprokasyon sistemidir (60). WaveOne Gold temelde WaveOne’den farklı olarak, iki kesici kenar şeklindeki kesitsel dizaynı ve Gold-wire teknolojisi ile geliştirilmiştir (Resim 2.2.) (61). Üretici firmanın verilerine göre ısıl işlem uygulaması, eğenin elastisitesini ve kırılma dayanıklılığını arttırmaktadır.

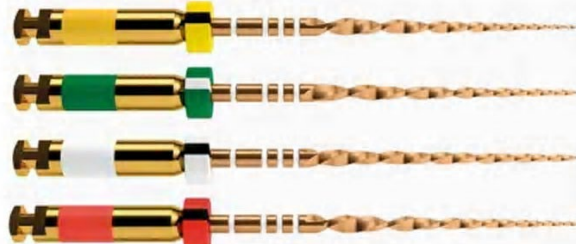
WaveOne Gold sisteminde dört adet eğe bulunur: Small, Primary, Medium ve Large. WaveOne Gold’un kesit şekli dar açısı 85° olan bir paralelogramdır. Bu paralelogramda iki adet kesici kenar mevcuttur. Tüm eğeler koronale doğru azalan ve değişken koniklik açısına sahiptir (Resim 2.3.). WaveOne Gold eğelerinin uç çapları ve uç kısımlarındaki koniklik açısı şu şekildedir:

*WaveOne Gold **Small** 0.20mm, %7*

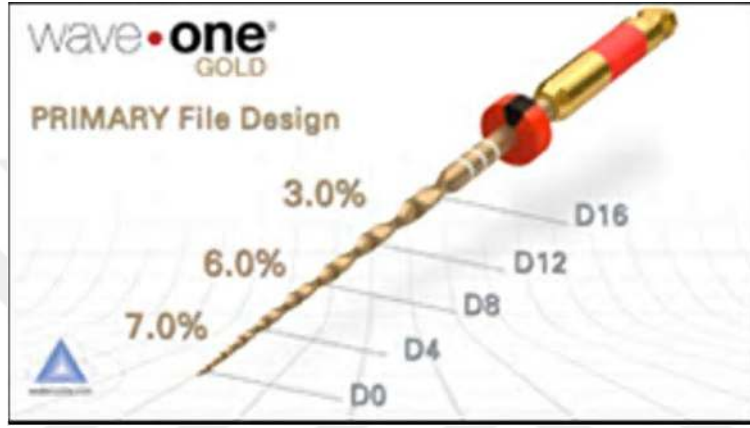
*WaveOne Gold **Primary** 0.25mm, %7*

*WaveOne Gold **Medium** 0.35mm, %6*

*WaveOne Gold **Large** 0.45mm, %5*



Resim 2. 2. WaveOne Gold Eğeleri



Resim 2. 3. WaveOne Gold Primary koniklik açısı

WaveOne Gold eğeleri de Reciproc Blue'da olduğu gibi resiprokasyon hareketi ile kullanılırlar. Saat yönünün tersine 150° , saat yönüne 30° dönerek net 120° hareket oluştururlar ve üç döngünün sonunda bir tam tur hareketi tamamlamış olurlar (Resim 2.4.).



Resim 2. 4. WaveOne Gold resiprokasyon döngüsü

Genellikle WaveOne Gold Primary eğesi tek eğe sistemi olarak kök kanal preparasyonunun tamamlanmasında yeterli olmaktadır. Kök kanalında ilerlemek için ekstra kuvvet uygulanmamalıdır. Primary eğesini kullanmadan önce rehber yol oluşturulabilir. Primary eğesinin çalışma boyuna ulaşmakta zorlandığı durumlarda Small eğesi kullanılabilir. Primary eğesinin kök kanalının apikal üçlüsünde yetersiz kaldığı durumlarda ise Medium ve Large eğeleri kullanılabilir.

2.4.4. XP-Endo Shaper Hakkında Genel Bilgi

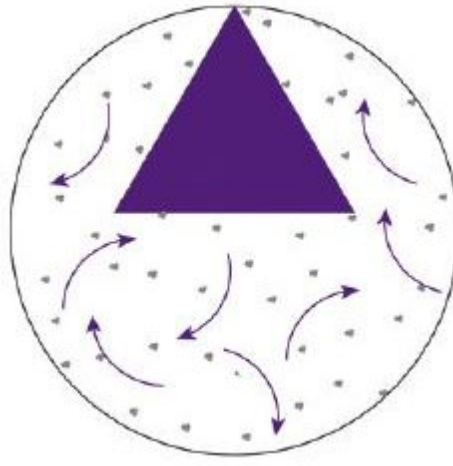
Xp-endo Shaper (XPS; FKG, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) devamlı rotasyon hareketiyle çalışan tek eğe sistemi olarak 2016'da piyasaya sürülmüştür. Eğe 0.30 mm apikal çapa ve 0.04 konisitede üretilmiştir.

Xp Endo Shaper, MaxWire teknolojisi ile üretilmiştir. Bu özelliği sayesinde 30° altında martenzit fazda ve düz bir şekilde iken oda sıcaklığında östenit faza geçerek farklı bir şekil alır (Resim 2.5.). Üretici firma bu özelliğin fleksibilitesini ve yorgunluğa direnci arttırdığını ve eğenin kök kanal morfolojisine daha iyi uyum sağlaması açısından üstünlük sağladığını savunmaktadır.



Resim 2. 5. Farklı Sıcaklıklarda Xp Endo Shaper Eğeleri

Eğе, aynı boyutlara sahip geleneksel eğelere göre daha küçük gövdeye sahiptir. Böylelikle debris için daha fazla alan oluşur ve debrisin koronal yönde uzaklaştırılması kolaylaşır.



Şekil 2. 5. XP eğesinin kök kanalında çapraz kesit görüntüsü

Firma agresif bir uç tasarımı iddiasıyla eğenin 0.15 mm apikal çaptan 0.30 mm apikal çapa etkin birgenişletme sağladığını ifade etmektedir. Aynı zamanda eğenin preparasyon sırasındaki çalışma şekli ile kanal duvarlarına minimum stres uygulayarak dentin çatlaklarını azalttığını savunmaktadır (62).

2.4.5. TF Adaptive

Rotasyon ve resiprokasyon hareketlerinin kombinasyonunu kullanan eğe sistemidir. Üretici firma R-fazda kullanılan adaptif teknoloji ve üçgen şekilli burgulu eğe tasarımının debrisin kök kanallarından uzaklaştırılmasını ve esnekliği arttırdığını belirtmiştir. Aynı zamanda eğenin kanal içerisinde bükülme kuvvetlerine göre şekil almasını sağlamaktadır (63).

TF Adaptive (SybronEndo, Orange, CA, ABD) sisteminin 3 farklı dizayn özelliği bulunmaktadır. Bunlar R-faz ısıtma işlemi, eğenin metalin bükülmesiyle üretilmesi ve özel yüzey koşullarıdır (64). Bu özelliklerin aşırı eğimli kök kanallarında bile transportasyonu en aza indirdiği (63); mukavemet, esneklik ve yorgunluğa karşı direnci arttırdığı (65) iddia edilmektedir.

Eğeler, adaptif resiprokal hareket sistemi olan, eğe üzerine kuvvet uygulanmadığı zaman 6000 saat yönünde dönüp durma; eğe üzerine yük uygulandığında (otomatik olarak) 3700 saat yönünde, 500 saat yönünün tersinde dönme hareketine uygun olarak tasarlanmıştır. Üretici firma bu hareketle apikale debris taşkınlığını minimuma indirdiğini iddia etmektedir. Sistemde bir trafik sinyali benzer şekilde renk kodlu 3 eğe mevcuttur (Şekil 2.6.). TF Adaptive eğe sisteminde 23 mm ve 27 mm eğe uzunluğu seçenekleri mevcuttur. SM1 ilk eğe

ve boyutu 20/.04, SM2 boyutu 25/.06, SM3 boyutu ise 35/.04'tür. Daha geniş kanallarda kullanılmak üzere üretilen ML1 boyutu 25/.08, ML2 boyutu 35/.06 ve ML3 boyutu 50/.04 eğeleri de mevcuttur (66).

SMALL (SM)	SM1: #20/ .04 	SM2: #25/ .06 	SM3: #35/ .04 
MEDIUM/ LARGE (ML)	ML1: #25/ .08 	ML2: #35/ .06 	ML3: #50/ .04 

Şekil 2. 6. TF Adaptive eğe sistemi ve boyutları

2.5. Apikalden Debris Taşması

Kök kanal tedavisi sonrası oluşan ağrının şekillendirme teknikleri ile ilişkisi bilinmektedir (67). Ağrı nedenlerinden biri kanal şekillendirme sırasında kök ucundan taşan enfekte debris olarak tanımlanmaktadır. Apikal olarak taşan materyalin klinik olarak rahatsızlık, postoperatif inflamasyon, flare-up ve apikal iyileşme yetersizliğine neden olduğu gösterilmiştir (23). Bakteriler ve nekrotik doku dâhil olmak üzere, irrigasyon solüsyonları ve debrislerin apikal taşkınlığı postoperatif ağrıya, periapikal inflamasyonlara, postoperatif alevlenmelere yol açabilir (68). Tüm enstrümantasyon teknikleri ve enstrümanlar debris taşkınlığı ile ilişkili olsa bile, enstrümantasyon teknikleri ve eğelerin tasarımı taşkın debris miktarını etkileyebilir (69). Taşan debris miktarı kullanılan preparasyon tekniğine, eğe sisteminin tasarım şekline ve uç çapına bağlı olarak değişebilmektedir (69). Mikroorganizmalara bağlı endodontik başarısızlık, apikal dallanma, istmuslar ve diğer morfolojik düzensizlikler gibi anatomik zorlukların yanı sıra gözden kaçan kanallar, kök perforasyonu, basamak formasyonu ve kırılmış aletler gibi işlemsel hatalardan kaynaklanabilir (70). Ayrıca başarısızlık sebepleri, intraradiküler ve ekstraradiküler enfeksiyon gibi mikrobiyal faktörleri, iç ve dış kaynaklı mikrobiyal olmayan faktörleri içermektedir (71). Apikal foramenin yer değiştirmesi ve genişletilmesi, çalışma uzunluğunun yanlış belirlenmesi, eğimli kök kanallarının düzleştirilmesi, aşırı genişletme (overextension) ve aşırı preparasyon (over-preparation) nedeniyle oluşabilir. Sonuç olarak, taşan irrigasyon

ajanları, debris artıkları veya dolgu materyalleri ile periradiküler dokuların irritasyonu, apikal stop kaybı nedeniyle ortaya çıkabilir. Apikal foramen yoluyla apikalden taşan debris miktarının ölçümleri, çoğunlukla çekilmiş dişlerin preparasyonu sırasında bu materyalin toplanması ve tartılması ile gerçekleştirilmiştir (72,73).

Bu çalışmalardan, herhangi bir debris taşkınlığı olmaksızın kemomekanik olarak kök kanal sisteminin preparasyonunun mümkün olmadığı sonucuna varılabilir (74). Apikalden taşan materyalin hangi dereceye kadar enfekte olduğu ve periapikal dokular tarafından hangi miktarın tolere edildiği bilinmemektedir. Bu tür verilerin klinik ile uyumu sorgulanmaktadır. Küçük miktarlarda debrisin fagositozu bildirilmiştir (75). Bununla birlikte, apikalden taşmış olan materyal postoperatif alevlenmelerden ve bakteriyemiden sorumludur (23,76,77).

2.5.1. Kök Kanal Preparasyonu Sonucu Oluşan Flare-up

Flare-up, kök kanal tedavisinin ilk aşaması veya devamından sonra asemptomatik olan pulpal ve/veya periradiküler hastalığın akut bir şekilde alevlenmesi olarak tanımlanabilir (78). Kök kanal tedavisi sırasında seanslar arasında oluşan flare-up, acil tedavi gerektirecek kadar şiddetli, tedaviden birkaç saat veya gün sonra başlayan ağrı, şişlik veya her ikisinin de gelişmesiyle karakterize olan planlanmamış bir seans gerektiren, gerçek bir komplikasyondur (24).

Randevular arasında flare-up oluşumunun nedenleri, pulpa ve periapikal dokulara mekanik, kimyasal ve/veya mikrobiyal hasar nedeniyle olabilmektedir (25). Kök ucundan taşan dentin talaşları periapikal dokunun inflamasyonu ve postoperatif ağrıyla ilgili olabilmektedir (27).

Her ne kadar bu tür alevlenmelerin sebepleri her zaman bilinmese de, literatürde bazı hipotezler sunulmaktadır. Bunlar arasında: lokal adaptasyon sendromu, periapikal doku basıncında değişiklikler, kimyasal medyatörlerin etkileri, siklik nükleotidlerde değişiklikler, immünolojik fenomen, çeşitli psikolojik faktörler ve mikrobiyal faktörler yer almaktadır (23). Kök kanal sistemindeki mikroorganizmalar asemptomatik apikal periodontitisin patogenezinde rol oynamakta ve virülan faktörler ile birlikte periradiküler dokulara girebilecek alanlarda yer almaktadırlar. Kök kanalının apikal bölgesinde farklı türlerde mikroorganizmalar çoğalmaktadır. Apikal kök kanalının 5 mm'lik kısmında baskın olan anaerobik mikroorganizmalarla mikrobiyal yoğunluk artmakta, mikroorganizma sayısı 10⁶'ya kadar çıkabilmektedir (79). Endodontik tedavi sırasında mikroorganizmaların kombine ağrıya neden olmasını kolaylaştıracak bazı durumlar vardır. Bunlar arasında; enfekte debrisin

apikalden taşması, endodontik mikroflorada veya çevresel koşullardaki değişikliklere yol açan eksik preparasyon, sekonder intraradiküler enfeksiyonlar yer almaktadır (24).

2.5.2. Enfekte debrisin apikalden taşması

Enfekte olmuş dişler ile ilişkili asemptomatik periradiküler lezyonlarda, enfeksiyöz endodontik mikrofloranın saldırısı ile periradiküler dokulardaki konakçı savunması arasında bir denge vardır (80). Apikal foramenlerden periradiküler dokulara enfekte olmuş debrisin taşmasından sonra kök kanalının kemomekanik preparasyonu sırasında, mikroorganizmalar ve apikal periodontal dokularda bulunan iritanların neden olduğu insan bağışıklık sistemi arasındaki dengesizlik nedeniyle inflamasyon artmaktadır. Böylece damarlar genişlemekte, geçirgenlikleri artmakta ve inflamasyon hücresi kemotaksisi başlamaktadır (24).

Bununla birlikte, eksik kemomekanik preparasyon, bazı inhibe edici bakteri türlerinin elimine edilmesi ve daha önce inhibe edilen diğer türlerin geride bırakılmasıyla mikrobiyal topluluk içindeki denge bozulabilmektedir (81).

Bazı akutlaşmalar önemli derecede enfekte dentinin apikalden taşmasıyla birlikte aşırı preparasyonun periradiküler dokularda yaptığı mekanik yaralanma sonucu oluşmaktadır (24). İatrojenik aşırı preparasyon apikal foremenin genişliğini artırmakta, bu durum eksuda ve kanın kök kanalı içerisine girişine neden olmaktadır (82). Böylece kök kanalı içerisinde kalan bakterilerin besin gereksinimini karşılamakta ve kronik periradiküler lezyonun akutlaşmasına neden olmaktadır.

Kök kanal sisteminde virülen patojenik bakteri türleri mevcutsa ve enstrümantasyon sırasında periradiküler dokulara taşınırsa, az miktarda enfekte olmuş debris bile periradiküler iltihaplanmaya neden olan veya şiddetlendiren potansiyele sahip olacaktır (80).

Periradiküler lezyonlu retreatment olgularında postoperatif ağrının görülme sıklığının anlamlı derecede yüksek olduğu gösterilmiştir (83,84). Kanal dolgu maddesinin ve diğer aletlerin çıkarılması sırasında, kalıntıların ve enfekte olmuş debrisin eğeler ile periradiküler dokulara zorlanmasıyla, enflamasyonun şiddetlenmesi ve ağrıya neden olma olasılığı artmaktadır (84).

Tüm enstrümantasyon teknikleri, bir miktar debrisin apikalden taşmasına neden olmaktadır (85,86). Ancak preparasyon tekniklerinin birbirinden, taşan debris miktarına göre ayrılımları kritik öneme sahiptir. Taşan debris miktarındaki bu farklılıklar, postoperatif ağrının gelişimi

için hayati önem taşır, çünkü daha fazla debrisin flare-up riskini arttırdığı iddia edilmektedir (80).

Çalışmalar, apikal foramen yoluyla en az miktarda debris taşkınlığının endomotorla çalışan NiTi sistemleriyle crown down tekniği kullanılarak elde edildiğini göstermektedir (87,88).

2.5.3. Endodontik mikroflorada veya çevresel koşullardaki değişikliklere yol açan eksik preparasyon

Kök kanalı yeterince kemomekanik olarak prepare edilmediği ve seans arasında kanal içi medikamentler kullanılmadığı takdirde, kök kanalındaki mikroorganizmaların sinerjik etkileşimi ile patojenik suşların virülans genleri aktive edilmekte ve artan enflamatuvar yanıtlara neden olmaktadır (80,89).

2.5.4. Sekonder intraradiküler enfeksiyonlar

Sekonder intraradiküler enfeksiyonlara primer enfeksiyonda bulunmayan mikroorganizmalar neden olur ve bu mikroorganizmalar, tedavi sırasında, randevular arasında veya endodontik tedavinin tamamlanmasından sonra bile kök kanal sistemine girebilmektedirler (90). Randevular arasında mikroorganizmalar, hermetik olmayan geçici dolgu veya kök kanal dolgusunun dışarı taşması halinde kök kanalına girebilmektedir (91). Endodontik tedaviden sonra enfeksiyon, iki haftadan daha uzun süreli geçici koronal dolgudan veya hermetik olmayan ve kırık olan koronal restorasyondan geçerek kanal içerisine yerleşebilmektedir (92).

2.6. Apikalden Taşan Debris Miktarını Etkileyen Faktörler

2.6.1. Apikal çap ve açıklık

Apikalden taşan debris miktarının değerlendirildiği çalışmaların çoğunda, apikal çapın standardizasyonu için kök kanalı içerisine yerleştirilen belirli boyuttaki bir eğin apikalden taşma miktarına bakılmaktadır. Bu, genellikle apikal foramenlerin açık olduğunu görmeye yarar ve apikal bölgenin çapının boyutu açısından, örnekler arasında tutarlılık sağlamaktadır. Ancak bu yöntem subjektif bir standardizasyon yöntemidir (93). Bazı çalışmalar daha ayrıntılı bir analiz yapmayı tercih etmiş ve stereomikroskopta apikal bölgeleri (major ve minor foramina) incelemişlerdir (85,94). Apikal çap ve açıklık ile apikalden taşan debris

miktarı arasında ilişkiyi inceleyen birçok araştırma yapılmış, ancak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (86,95).

Lambrianidis ve ark. (96), yaptıkları çalışmada apikal daralmanın sağlam kaldığı durumlarda daha fazla miktarda debris taşkınlığı meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Apikalden taşan bakteri miktarının incelendiği diğer bir çalışmada, kök kanal preparasyonu sonrası apikalden taşan bakteri miktarı ile apikal genişlik miktarının anlamlı olmadığı görülmüştür (97). Tinaz ve ark. (31), 2005 tarihinde, çelişkili bir sonuç saptamış ve daha fazla miktarda taşkın debrisin apikal açıklığın çapında bir artışla oluştuğu sonucuna varmışlardır.

2.6.2. Çalışma boyu

Kök kanal tedavisinin biyomekanik preparasyon işleminden önce yapılması gereken en önemli basamaklarından biri çalışma boyunun doğru bir şekilde belirlenmesidir. Çalışma boyu olması gereken kök kanal uzunluğundan kısa belirlendiğinde, yeterli kanal içi preparasyon ve dezenfeksiyon sağlanamaz ve tedavi başarısızlık ile sonuçlanabilir. Bunun aksine kök kanal uzunluğundan daha fazla belirlenen kanal boyu, taşkın preparasyon nedeniyle kanal içerisindeki enfekte doku artıklarının periapikal bölgeye taşması ile postoperatif ağrı ve şişlikle sonuçlanabilmektedir (98).

Apikal bölgeden taşan debris miktarı ile çalışma boyu ilişkisinin değerlendirildiği bazı çalışmalarda, çalışma boyu apikal bölgede sona eren grup ve apikalden 1 mm daha kısa olan grup karşılaştırılmıştır. Daha fazla debris taşkınlığı tam apikal açılımda çalışılan dişlerde daha fazla görülmüştür (99,94,100). Ancak çalışma boyu ve apikal preparasyon çapının apikalden taşan bakteri miktarına etkisinin incelendiği bir çalışmada çalışma boyunun apikalden 1 mm kısa olduğu dişler ile apikal foramende olduğu dişler arasında anlamlı bir fark görülmemiştir (97). Aynı sonuç çalışma boyu ve apikal preparasyon çapının apikalden taşan debris miktarı ile ilişkisinin incelendiği diğer yakın tarihteki çalışmada rapor edilmiştir (101).

2.6.3. Kanal eğimi

Apikalden debris taşkınlığı ile ilgili çalışmaların çoğunda, 5–10°'lik eğrilikteki düz kök kanalları olan tek köklü dişler kullanılmıştır. Bunun aksine diş hekimleri klinik pratikte önemli ölçüde eğimli kök kanallarıyla karşı karşıya kalmaktadır. Leonardi ve ark. (102), el ve mekanik preparasyonu karşılaştırdığı 21 hafif (15-22°) ve orta (23-30°) eğimli kanallar

arasında, taşkın debris miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Ancak literatürde yeterli sayıda daha fazla eğimli kök kanalları ile düz kanalların apikalden taşan debris miktarını karşılaştıran çalışmalar bulunmamaktadır. Çapar ve ark. (103) farklı NiTi sistemlerin kök kanal eğimleri 10°'den az olan alt çene küçük azı dişlerde apikalden taşan debris miktarını kıyaslamışlardır. Hyflex CM sisteminin ProTaper Next sistemine kıyasla daha fazla apikal debris taşkınlığını, eğinin preparasyon sırasında bıçak uzunluğunun artmasına bağlamışlardır. Buna zıt olarak Koçak ve ark. (73) yaptıkları çalışmada 20° ve daha fazla kök eğimine sahip alt azı dişlerin mezio-bukkal ve mezio-lingual kanallarını kullanmış ve HyFlex CM sisteminin, mevcut çalışmada ProTaper Next sistemine kıyasla eğimli kanallarda önemli ölçüde daha az debris taşkınlığına sebep olduğunu bulmuşlardır. Bu sonuç, CM sisteminin eğimli kanallarda gösterdiği fiziksel özellikleriyle ilişkilendirilmiştir (73).

2.6.4. Kanal aletinin şekli

Kök kanal tedavisi sırasında uygulanan tüm preparasyon yöntemlerinde apikalden bir miktar debris taşmaktadır (74). Bununla birlikte taşan debris miktarını en çok etkileyen faktörlerden biri preparasyon sırasında kullanılan aletlerin yapı ve şekil özellikleridir. Yapılan bir çalışmada kullanılan aletler bıçak uzunluğuna göre kısa, orta, uzun bıçaklı olarak üçe ayrılmıştır (104). Kısa bıçak yapısına sahip aletlerin apikalden daha az miktarda debris taşkınlığına sebep olduğu görülmüştür. Araştırmacılara göre aletin sahip olduğu çok sayıda yiv ve oluk daha fazla miktarda debrisin bu oluklar ile koronal bölgeye taşınmasını sağlamış bu nedenle apikalden daha az debris taşkınlığı meydana gelmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada, WaveOne sisteminin Reciproc, HyFlex CM sistemlerinden farklı olarak, radyal alanlara sahip olduğu ve bu özelliğin, koronale debris taşıma kapasitesini azaltarak apikal debris taşkınlığının artırabileceği bildirilmiştir (105). Reciproc sisteminin kesme etkinliği yüksek olduğu için, preparasyon sırasında daha fazla debris açığa çıkardığı ve bu nedenle daha fazla debris taşıdığı düşünülmektedir. Ayrıca Hyflex CM sistemindeki eğelerin kullanımı ile yivlerinin açıldığı bunda aletin apikale taşıyacağı debris miktarını azalttığı bildirilmiştir.

Çapar ve ark. (103) bunun aksine Hyflex CM sisteminin ProTaper Next sistemine kıyasla daha fazla apikal debris taşkınlığına sebep olduğu sonucuna varmışlardır. Bu sonucu yivlerin açılması sebebiyle bıçak uzunluklarının artmasına bağlamışlardır.

2.6.5. İrrigasyon yöntemi

Kök kanal tedavisi yapılırken biyomekanik şekillendirme sırasında irrigasyon iğnesinin kanal içindeki derinliği, periapikal dokulara irrigasyon solüsyonlarının taşmasını etkilemektedir. Taşan irrigasyon solüsyonu debris miktarı gibi postoperatif ağrıya sebep olabilmektedir. Ayrıca irrigasyon iğnesinin kök kanalı içerisindeki konumu taşan debris miktarını da etkilemektedir. İrrigasyon yaparken iğnenin kanal içerisinde daha derinde konumlandırılarak yıkama işleminin yapılması, apikalden çevre dokulara daha fazla debris taşmasına neden olmaktadır. Giriş kavitesinde bir rezervuar oluşturularak irrigasyon iğnesi kanal içerisinde pasif bir şekilde konumlandırılırsa, yapılan irrigasyon işleminde apikalden çıkan debris miktarının önemli derecede azaldığı öne sürülmektedir (106). Yapılan bir çalışmada 28 ve 30 gauge'luk irrigasyon iğneleri kullanılmış ve irrigasyon yaparken çalışma boyunun 1 mm ve 3 mm gerisine konumlandırılarak taşan debris miktarı karşılaştırılmıştır. İrrigasyon iğnesinin daha derine konumlandırıldığı gruplarda daha fazla debris taşıdığı görülmüştür. Bununla birlikte iğne kalınlığı arttıkça (28 gauge) taşan debris miktarının arttığı belirtilmiştir (107).

Uygulanan irrigasyon sisteminin ve enjektör tipinin apikalden taşan debris miktarına etkilerinin incelendiği birçok çalışma mevcuttur. İrrigasyon yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada EndoVac irrigasyon sistemi, ultrasonik irrigasyon ve standart enjektör iğne yöntemiyle kıyaslanmıştır. EndoVac'ın diğer yöntemlere kıyasla anlamlı derecede az apikal debris taşkınlığına sebep olduğu bildirilmiştir (108). Bir diğer çalışmada aktif olmayan Self-adjusting file sistemi , Vibringe, EndoVac, pasif ultrasonik irrigasyon ve standart iğne irrigasyonunun apikal debris taşkınlığına olan etkisi değerlendirilmiştir (109). Tüm irrigasyon yöntemlerinin, debrisin apikalden taşması ile ilişkili olduğu ancak aktifleştirilmemiş Self-adjusting file sisteminin, Vibringe, EndoVac, pasif ultrasonik ve standart enjektör yöntemleri ile irrigasyona kıyasla önemli ölçüde daha az debris taşkınlığına sebep olduğu bildirilmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu *in vitro* çalışma Gaziantep Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 2019/38 karar numaralı ve 13.03.2019 tarihli etik kurul raporu ile uygun bulunmuştur.

Bu çalışma Gaziantep Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi (Proje No: DHF.DT.19.07) tarafından desteklendi. Çalışmamızın deney aşamaları Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda, Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'nda ve Gaziantep Üniversitesi Uluğ Bey Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirildi.

Çalışmamız temel olarak iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde farklı döner alet sistemlerinin çekilmiş insan dişleri üzerinde kök ucundan debris taşıma miktarlarını belirlemek ve gruplar-arası karşılaştırma yapmak, ikinci bölümde ise farklı döner alet sistemlerinin hazır şeffaf rezin blok üzerinde transportasyon yapma miktarlarını belirlemek ve gruplar-arası karşılaştırma yapmak amaçlandı.

3.1. Taşmış Debris Miktarlarının Değerlendirilmesi

3.1.1. Numune Seçimi ve Taşma Modelinin Hazırlanması

Bu deney için, apikal gelişimini tamamlamış, tek köklü ve tek kanallı, çürüksüz, endodontik tedavi görmemiş, kök kırığı veya kök rezorpsiyonu olmayan 60 adet yeni çekilmiş sağlam insan alt kesici dişi kullanıldı.

Çalışma süresince dişler serum fizyolojik içinde bırakıldı. Röntgen yardımı ile dişlerin tek ve düz bir kanala sahip olduğu tespit edildi.

Dişler operasyon mikroskobu altında kontrol edilerek çatlak veya kırık olanlar çalışmada kullanılmadı. Dişler üzerindeki sert ve yumuşak doku artıkları bir kretuar kullanılarak temizlendi. Dişlerin koronal giriş kavimleri elmas frezler kullanılarak su altında açıldı.

15 numaralı K-tipi eğe yardımı ile dişlerin apikal foramenlerinin boyutunun 0.15 mm'den fazla olmadığı kontrol edildi ve 0.15 mm'den daha fazla apikal foramen genişliğine sahip olan dişler çalışmaya dahil edilmedi. Bu şekilde apikal daralmaların birbirine yakın olduğu örnekler seçildi.

10 numaralı K-tipi eğe apikal foramenden görülebilecek şekilde yerleştirildi ve dişlerin boyları tekrar ölçüldü, çalışma boyu bu boydan 1 mm geride olacak şekilde tespit edildi. Kullandığımız eğelerinin apikalden debrisi taşırma miktarlarını belirlemek için Myers ve Montgomery (94) tarafından tarif edilen taşma modeli kullanıldı (Resim 3.1.).



Resim 3. 1. Taşma modelinin hazırlanması



Resim 3. 2. Taşma modelinin rneği

Bu yöntemde Eppendorf tüplerin plastik kapaklarına sıcak bir kretuar ile delik açıldı ve dişler hafif bir basınç yardımıyla bu deliklere yerleştirildi. Dişler plastik kapaklara mine-sement birleşimlerinden siyanoakrilat ile sabitlendi. Daha sonra bu düzenele Eppendorf tüpü kapatıldı, Eppendorf tüpler de küçük cam şişelere yerleştirildi (Resim 3.2.). Böylece kökün apikal kısmı taşan debrisin ve sıvının toplanacağı alan olan Eppendorf tüpün içinde toplandı. Dişler koronal yönde taşan sıvının tüpe sızması ve kök kanal şekillendirmesi esnasında araştırmacının kökün apikalini görmesini önlemek için bir rubber-dam örtüsü ile izole edildi. Eppendorf tüpün içindeki ve dışarıdaki hava basıncını dengelemek için Eppendorf tüp plastik kapak içerisinde kalacak şekilde önceden bükülmüş 27 gauge'lık bir enjektör iğnesi yerleştirildi. Her Eppendorf tüp (plastik kapaksız) işlem öncesinde 0,0001 g hassasiyetinde bir terazide (SHIMADZU, Kyoto, Japonya) (Resim 3.3.) üçer kez tartıldı. Bu tartımların ortalaması tüplerin başlangıç ağırlığı olarak kaydedildi.



Resim 3. 3. Hassas terazi

3.1.2. Dişlerin Gruplara Ayrılması

Dişler her grupta 15 diş olacak şekilde rastgele aşağıdaki şekilde dört gruba ayrıldı (n=15).

Grup RB: Dişler Reciproc Blue (VDW, Münih, Almanya) eğe ile şekillendirildi.

Grup TFA: Dişler Twisted File Adaptive (SybronEndo, Orange, CA, ABD) eğe ile şekillendirildi.

Grup WOG: Dişler Waveone Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) eğe ile şekillendirildi.

Grup XP: Dişler XP Endo Shaper (FKG, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) eğe ile şekillendirildi.

3.1.3. Dişlerin Kök Kanal Şekillendirilmesi

3.1.3.1. Grup RB: Reciproc Blue

Bu gruptaki dişlerin kök kanal şekillendirmesi Reciproc Blue eğeler (25/.08) (Resim 3.4.) (n=15) kullanılarak X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) endodontik motoru ile gerçekleştirildi (Resim 3.5.). Eğe üretici firma önerileri doğrultusunda “RECIPROC” modunda kullanılmıştır. Eğeleme sonrasında eğe kök kanalından uzaklaştırıldı ve kanal irrigasyonu 1 dakika boyunca 2 ml damıtılmış su ile yapıldı. Ayrıca 15-K tipi eğe ile kanal açıklığı kontrol edildi. Bu işlemlere çalışma boyunca ulaşana kadar devam edildi.



Resim 3. 4. Reciproc blue eğesi



Resim 3. 5. X-Smart plus endomotor

3.1.3.2. Grup WOG: WaveOne Gold

Bu gruptaki dişlerin kök kanal şekillendirmesi WaveOne Gold Primary 0.25 mm, %7 (Resim 3.6.) eğesi ile yapıldı (n=15). Eğe üretici firma önerileri doğrultusunda X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) endodontik motoru ile “WAVEONE GOLD” modunda kullanıldı. Eğeleme sonrasında eğe kök kanalından uzaklaştırıldı ve kanal 1 dakika boyunca 2 ml damıtılmış su ile irriga edildi. Daha sonra kanal açıklığı 15-K tipi eğe ile kontrol edildi. Bu işlemlere çalışma boyunca ulaşana kadar devam edildi.



Resim 3. 6. Kullanılan WaveOne Gold egesi

3.1.3.3. Grup TFA: TF Adaptive

Bu gruptaki dişlerin kök kanal şekillendirmesi için TF Adaptive Small Medium SM1, SM2 kullanıldı (n=15) (Resim 3.7.). Eğe üretici firma önerileri doğrultusunda Elements Motor (SybronEndo, Orange, CA, ABD) endodontik motoru (Resim 3.8.) ile “TF Adaptive” modunda kullanıldı.

TF Adaptive grubunda, #8, #10, #15 K-tipi eğeler (SybronEndo, Orange, CA, ABD) (Resim 3.8.) kullanıldıktan sonra, SM1 20/.04 eğesi ile çalışma boyuna kadar ulaşıldı. Daha sonra SM2 25/.06 eğesi ile çalışma uzunluğunda kanal preparasyonu tamamlandı.

Eğeleme sırasında eğe kök kanalından çıkarıldığında eğe temizlenip kanal 1 dakika boyunca 2 ml damıtılmış su ile irriga edildi. Ardından kanal açıklığı 15-K tipi eğe ile kontrol edildi.



Resim 3. 7. TF Adaptive eğeleri, SM1 ve SM2



Resim 3. 8. SybronEndo endodontik motoru

3.1.3.4. Grup XP: XP-Endo Shaper

Bu gruptaki dişlerin kök kanal şekillendirmesi XP Endo Shaper eğesi (30/.04) ile yapıldı (n=15) (Resim 3.9.).

Üretici firma talimatlarına göre 800 rpm tur sayısı ve (1 Ncm) tork rotasyon hareketi ile X-Smart Plus endodontik motor kullanılmıştır. XP-Endo Shaper eğesi kök kanalında hafifçe ileri-geri hareketlerle ve rotasyon modunda ilerletildi.

Eğeleme sonrasında eğe kök kanalından çıkarıldı ve kanal 1 dakika boyunca 2 mL damıtılmış su irriye edildi. Ayrıca 15-K tipi eğe ile kanal açıklığı kontrol edildi.



Resim 3. 9. XP-Endo Shaper eğesi

Tüm prosedürler bir kabin içinde gerçekleştirilirken, sıcaklık 37 °C'de sabit tutuldu. Yandan açılan manüel irrigasyon iğnesi (Endo-Eze, 27-G, Ultradent South Jordan, UT, ABD) (Resim 3.10.) kök kanalında her gagalama hareketi sonrasında mümkün olduğunca apikale doğru yerleştirildi; şekillendirme tamamlandığında iğne en fazla önceden belirlenen çalışma boyunun 2 mm gerisinde olacak şekilde basınçsız ilerletildi. Her 3 gagalama hareketi sonrasında 2 ml damıtılmış su ile yıkama yapıldı.



Resim 3. 10. Endo-Eze yandan açılan manüel irrigasyon iğnesi

3.1.4. Taşan Debris ve İrrigasyon Solüsyonunun Değerlendirilmesi

Eppendorf tüpler mevcut irrigasyon solüsyonların buharlaşarak sadece debrisin kalması için 5 gün boyunca 70 °C sıcaklıktaki inkübatörde (Resim 3.11.) bırakıldı. Bu işlemin ardından kuru debris içeren Eppendorf tüpler yine hassas terazi ile üçer kez tartıldı. Bu tartımların ortalaması son ağırlık olarak kaydedildi. Taşan debris, son ağırlıktan ilk ağırlığın çıkarılması ile hesaplandı.



Resim 3. 11. İnkübatör

3.2. Apikal Transportasyon Yapma Miktarlarının İncelenmesi

3.2.1. Blokların hazırlanması

Toplam 60 adet S-şekilli kanallara sahip şeffaf rezin blok (Endo Training Block-S; Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanıldı. Bloklar 0.15 mm apikal çap, 16 mm uzunluk ve 0,02 koniklik açısına sahipti. S şeklindeki blokların 1. eğimi 30° ve 2. eğimi 20°'lik açıya sahipti.

Çalışmada kullanılan tüm akrilik blokların apikal açıklıkları ISO 10 numaralı K-tipi eğenin apeksten dışarı çıkması ile tespit edildi. Bloklar rastgele seçilerek her bir grupta 15 adet blok olacak şekilde 4 gruba ayrıldı. 1. Grup [(Reciproc Blue) (RB)], 2. Grup [(WaveOne Gold) (WOG)], 3. Grup [(Twisted File Adaptive) (TFA)], 4. Grup [(XP Endo Shaper) (XP)], olarak sınıflandırıldı. Blokların üzerlerine silinmez mürekkepli kalem ile şekillendirilecekleri eğe sisteminin baş harfi ile birlikte 1'den 15'e kadar numaraları yazıldı (Resim 3.12.).



Resim 3. 12. Akrilik blokların gruplandırılması

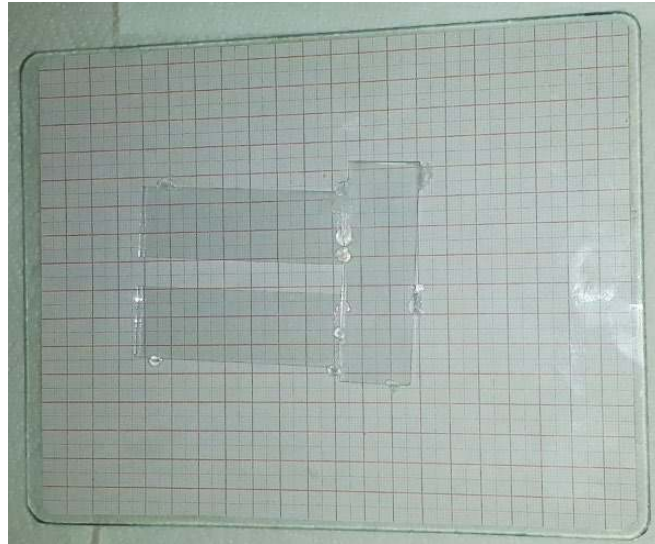
3.2.2. Blokların şekillendirme işlemi öncesi görüntülerinin alınması

Şekillendirilmemiş blokların görüntüleri bir stereomikroskop ile (Leica MZ 12.5, Heerbrugg, Almanya) elde edildi (Resim 3.13.). Şekillendirme işlemi öncesi ve sonrası fotoğrafların sabit şekilde elde edilmesini ve hassas bir şekilde karşılaştırılmalarını sağlamak amacıyla çalışmaya özel bir yöntem hazırlandı. Stereomikroskopun düz mat beyaz olan camı çıkartılarak yerine aynı boyutlarda kesilmiş milimetrik aydınlatıcı kâğıdı (Gateway, Hamburg, Almanya) kullanılarak hazırlanmış bir cam tabla yerleştirildi (Resim 3.14.). Bu cam tabla üzerinde

bloklar için yapay kanalların tam olarak ve en iyi şekilde görülebildiği pozisyon tespit edildi. Bu pozisyonda 3 adet mikroskop lamı blok etrafında “U” harfi oluşturacak şekilde birbirine sıkıca yapıştırılarak sadece bir bloğun tam olarak yerleşebileceği bir boşluk oluşturuldu. Böylece deney esnasında her defasında blokların aynı şekilde yeniden pozisyonlandırılması sağlandı (Resim 3.15.). Stereomikroskoba bağlı bir kamera ve bilgisayar kullanılarak görüntüler aynı ebat X10 büyütmede hem TIFF hem de JPEG dosya formatında bilgisayara aktararak kaydedildi.



Resim 3. 13. Kullandığımız stereomikroskop cihazı



Resim 3. 14. Cam tabla



Resim 3. 15. Blokların sabit bir pozisyonda görüntülenmesi için hazırlanmış düzenek

3.2.3. Blokların Yapay Kanal Şekillendirilmesi

Çalışmamızda yapay kanallardaki tüm şekillendirme işlemleri aynı araştırmacı tarafından yapıldı. Araştırmacının yorgunluğunu minimuma indirmek için bir seferde sadece beş akrilik blokta şekillendirme yapıldı. Ayrıca yine şekillendirmeyi yapan araştırmacının el aşinalığını en aza indirmek için eğe sistemleri ve bloklar belli bir rotasyon sistemine sokularak değişmeli olarak kullanıldı. Bir grupta bulunan 15 adet blok ardı ardına şekillendirilmek yerine 5 bloğun şekillendirilme işleminden sonra diğer grup blokları ve eğe sistemine geçildi. İşlemler sırasında şeffaf akrilik bloklar, hareket etmemesi için metal bir mengeneye sıkıştırılarak sabitlendi.

Çalışmaya başlamadan önce kullanılacak bütün eğeler stereomikroskop altında incelendi ve bir üretim hatası veya çatlak olup olmadığı kontrol edildi. Eğelerde böyle bir üretim hatasına rastlanmadığı için herhangi bir eğenin çalışmadan çıkarılmasına gerek kalmadı. Her eğe sadece bir defa kullanılacak şekilde planlandı.

3.2.3.1. Grup Reciproc blue (RB)

Bu gruptaki 15 adet yapay kanal şekillendirmesi Reciproc Blue (25/.08) kullanılarak yapıldı (n= 15). Eğeler X-Smart Plus (Dentsply Maillefer) endodontik motoru ile kullanıldı. Eğe üretici firma önerileri doğrultusunda “RECIPROC” modunda kullanıldı. Her yapay kanal için bir adet yeni eğe kullanıldı.

Üç içeri-dışarı hareketten sonra, eğe kanaldan çıkartılarak olukları ıslak bir spanç yardımı ile temizlendi. Kanal 1 dakika boyunca 2 ml damıtılmış su ile irrigate edildi ve ISO 10 nolu bir K-tipi eğe ile çalışma boyuna ilerlenerek kanalın tıkalı olup olmadığı kontrol edildi. Eğe kanalda kullanılmadan önce dış yüzeyi kayganlaştırıcı etkisinden dolayı EDTA jel (MD-ChelCream Meta Biomed Co. Ltd. Chungbung, Güney Kore) ile kaplandı.

3.2.3.2. Grup WaveOne Gold (WOG)

Bu gruptaki 15 adet yapay kanal şekillendirmesi WaveOne Gold Primary 0.25 mm, %7 eğesi ile yapıldı (n= 15). Eğe üretici firma önerileri doğrultusunda “WAVEONE GOLD” modunda kullanıldı. Eğeleme sırasında eğe yapay kanaldan çıkarılarak temizlendi, kanal 1 dakika boyunca 2 ml damıtılmış su ile irrigate edildi ve 10 K-tipi eğe ile kanal açıklığı kontrol edildi. Bu işlemlere çalışma uzunluğuna ulaşana kadar devam edildi. Eğe kanalda kullanılmadan önce dış yüzeyi kayganlaştırıcı etkisinden dolayı EDTA jel ile kaplandı.

3.2.3.3. Grup Twisted File Adaptive (TFA)

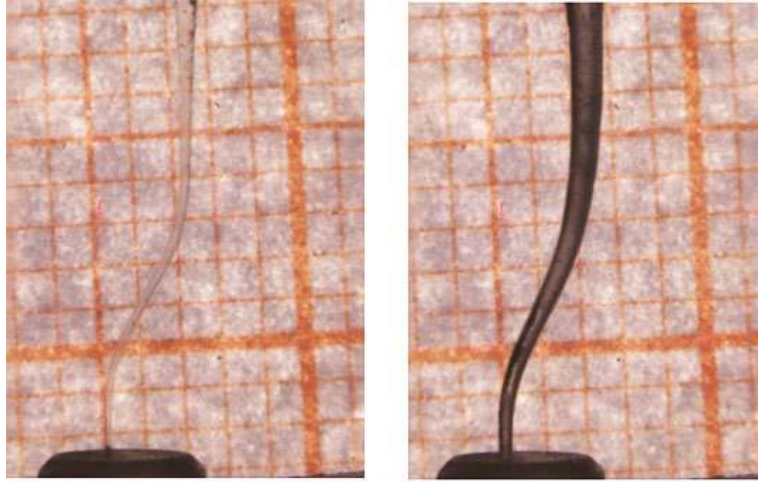
Bu gruptaki 15 adet yapay kanal, TF Adaptive Sistemi (SybronEndo, Orange, CA, ABD) eğeleri ile şekillendirildi (n=15). Eğeler sistemin kendine özel adaptif hareket yapabilen motoru [Elements motor (SybronEndo, Glendora, CA, ABD)] ve bu motora bağlı 8:1 redüksiyonlu özel anguldruvası (SybronEndo) ile kullanıldı. Eğe için motorun hafızasında kayıtlı, önceden ayarlanmış ve değiştirilemeyen hız, tork ve resiprokasyon açıları değerlerine sahip sistem programı “TF-ADAPTIVE” kullanıldı. Yeni geliştirilen bu adaptif hareket sistemiyle yapılan şekillendirme sırasında üretici tavsiyelerine uyuldu. Her yapay kanal için bir adet yeni eğe kullanıldı. Eğeleme esnasında eğe kanaldan çıkarılarak temizlendi ve kanal 1 dakika boyunca 2 ml damıtılmış su ile irrigate edildi. Ardından kanal açıklığı 10 numaralı K tipi eğe ile kontrol edildi. Eğe kanalda kullanılmadan önce dış yüzeyi kayganlaştırıcı etkisinden dolayı EDTA jel ile kaplandı.

3.2.3.4. Grup XP Endo Shaper (XP)

Bu gruptaki 15 adet yapay kanal şekillendirmesi XP-Endo Shaper eğesi (30/.04) ile yapıldı (n=15). Üretici firma talimatlarına göre 800 rpm tur sayısı ve (1 Ncm) tork rotasyon hareketi ile endodontik motor (XSmart, Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanıldı. XP-Endo Shaper eğesi yapay kanalda hafifçe ileri geri hareketlerle ve rotasyon modunda ilerletildi. Eğeleme sırasında eğe kanaldan çıkarılarak temizlendi, kanal 1 dakika boyunca 2 ml damıtılmış su ile irrigate edildi ve 10 numara K-tipi eğe ile kanal açıklığı kontrol edildi. Tüm prosedürler bir kabin içinde gerçekleştirilirken, sıcaklık 37 °C'de tutuldu. Eğe kanalda kullanılmadan önce dış yüzeyi kayganlaştırıcı etkisinden dolayı EDTA jel ile kaplandı.

3.2.4. Blokların şekillendirme işlemi sonrası görüntülerinin alınması

Blokların şekillendirme işlemi sonrası görüntülerinin elde edilmesinde şekillendirme öncesi görüntü almada kullanılan aynı yöntem kullanıldı. Standardizasyon sağlamak amacı ile her defasında aynı şekilde pozisyonlandırılarak, aynı büyütme ve aynı mesafeden elde edilen şekillendirme sonrası görüntüler stereomikroskopa bağlı bir kamera ve bilgisayar yardımı ile hem TIFF hem de JPEG dosya formatında bilgisayara aktararak kaydedildi (Resim 3.16.).

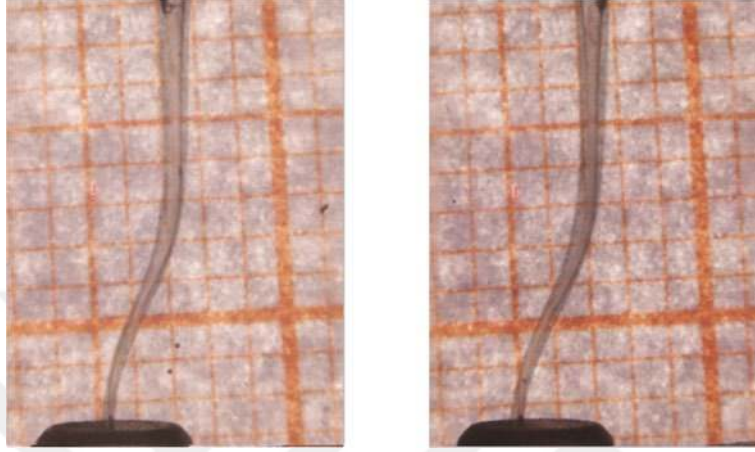


Resim 3. 16. Şekillendirme öncesi ve sonrası örnek görüntüler

3.2.5. Görüntülerin karşılaştırılması ve karşılaştırılmış görüntülerin alınması

Şekillendirme işlemi öncesi ve sonrası alınan görüntülerin karşılaştırılması için bir bilgisayar yazılımı (Adobe Photoshop CS5 Extended, Adobe Systems, CA, ABD) kullanıldı.

Çakıştırmaı sağlamak amacıyla işlem öncesi ve işlem sonrası görüntüler, akıştırmanın yapılacağı bilgisayar yazılımına aktarıldı. Aynı bloğa ait görüntüler, öncelikle blokların zeminine hazırlanan tabladaki milimetrik çizgiler dikkate alınarak, ilaveten yapay kanalların en ucunda bulunan hazne görüntüsü de akıştırmada kullanılarak görüntüler çakıştırıldı ve çakıştırılmış görüntüler elde edildi (Resim 3.17.).

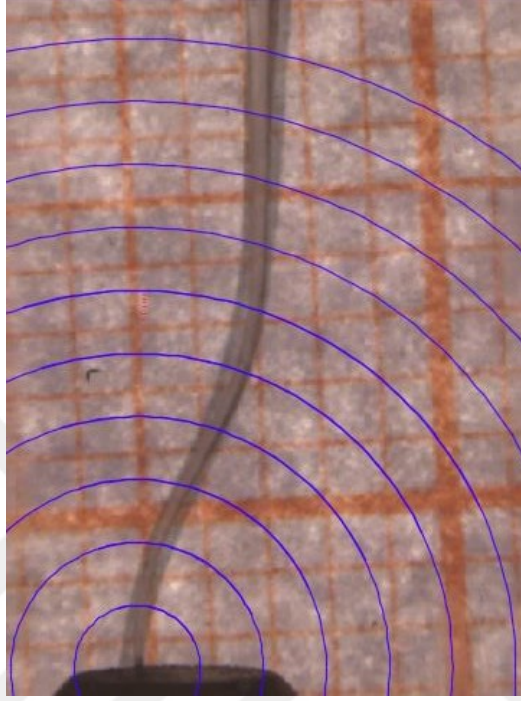


Resim 3. 17. Blokların çakıştırılmış görüntüleri

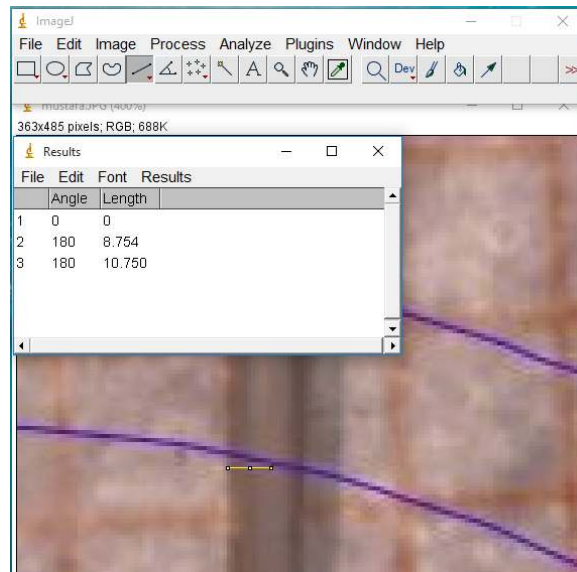
3.2.6. akıştırılmış görüntüler üzerinde ölçümlerin elde edilmesi

akıştırılma sonucu alınan görüntüler üzerinde ölçümler yapmak için ImageJ 1.48v (National Institutes of Health, Bethesda, MD, ABD) adlı bir görüntü analiz yazılımı kullanıldı. Görüntüler ilk olarak TIFF formatında bu yazılımla bir bilgisayara aktarıldı. Daha sonra ölçülen değerlerin gerçek değerler olması amacı ile stereomikroskop görüntüleri alınırken görüntülerin st sağ köşesine yerleştirilen mesafe gösterge izelgesi kullanılarak, programın kalibrasyon ayarları ile ölçüm değerleri kalibre edildi. Alınan her bir çakışık görüntü üzerinde yapılan ölçümlerin gerçek mesafeler ile hatasız olarak uyuşması için bu kalibrasyonlar gerçekleştirildi. ImageJ programı sayesinde 0.01 mm hassasiyetle ölçümler yapıldı. Blokların akıştırılma sonucu elde edilen çakıştırılmış görüntülerinin üzerine merkezleri yapay kanalın uç noktası olan ve aralarında doğrusal mesafede 1 mm'lik aralıklar bulunan 10 adet ardışık rehber çember çizildi (Resim 3.18.). Her bir çember çizgisinin kanal trasesi ile keşiştiği noktaya apikalden koronale doğru sırası ile 1'den 10'a kadar numara verildi. Bu numaralar ölçüm noktası olarak sayıldı. Her bir ölçüm noktasında kanal yüzeyine dik olacak şekilde kanalın şekillendirme öncesi ve sonrası dış sınır görüntüleri arası yüzey mesafesi doğrusal olarak ölçüldü. Her kanal için, eğimin iç kısmından 10 ve dış kısmından 10 olmak üzere toplam 20 adet mesafe ölçüldü (Resim 3.19.).

10 adet ölçüm noktası üzerinde yapılan ölçüm verileri kaydedildikten sonra apikalden itibaren ilk üç ölçüm noktası (1., 2., 3. ölçüm noktaları) verileri apikal bölge, sonraki dört ölçüm noktası (4.,5., 6., ve 7 ölçüm noktaları) verileri orta bölge ve son üç ölçüm noktası (8., 9., 10. ölçüm noktaları) verileri ise koronal bölge ölçümleri olarak değerlendirildi.



Resim 3. 18. Görüntüler üzerinde 10 adet ölçüm noktası



Resim 3. 19. ImageJ programında ölçümlerin yapılması

3.3. İstatistiksel Yöntem

Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile test edilmiş, normal dağılmayan özelliklerin 2'den fazla bağımsız grupta karşılaştırılmasında ise Kruskal Wallis ve Dunn çoklu karşılaştırma testleri kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistik olarak sayısal değişkenler için ortalama±standart sapma değerleri verilmiştir. İstatistiksel analizler için SPSS for Windows version 22.0 (IBM, New York, ABD) paket programı kullanılmış ve ($p<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Debris Taşması

Farklı sistemlerin kullanımı sonucunda apikalden taşan debris miktarı ve karşılaştırma sonuçları Tablo 4.1 ve Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Taşma miktarı Xp Endo Shaper grubunda diğer 3 gruba göre anlamlı derecede düşük bulundu ($p < 0.05$). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ($p > 0.05$). Gruplara göre apikalden taşan debris miktarı karşılaştırma grafiği ise Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4. 1. Taşma miktarlarının gruplar arasında karşılaştırılması

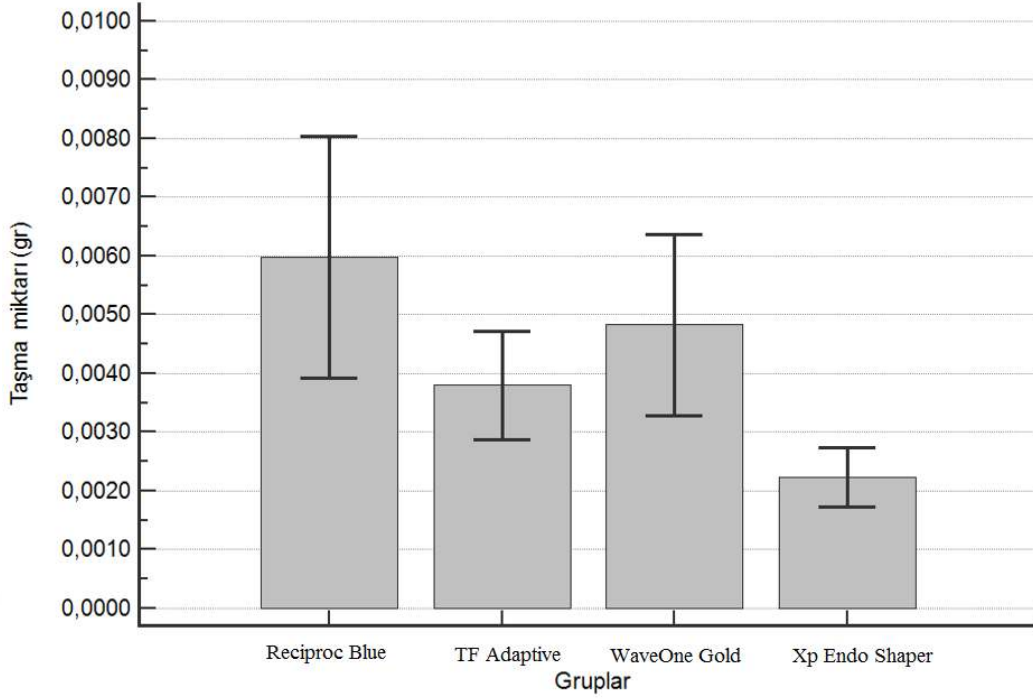
Değişkenler	Reciproc Blue (n=15)	TF Adaptive (n=15)	WaveOne Gold (n=15)	Xp Endo Shaper (n=15)	P
Taşma miktarı	0,006± 0,004	0,004± 0,002	0,005± 0,003	0,002 ± 0,001	0.001*

*0,05 düzeyinde anlamlı; Kruskal Wallis testi

Tablo 4. 2. Taşma miktarlarının çoklu karşılaştırma sonuçları

Gruplar	P
Xp Endo Shaper-TF Adaptive	0,003*
Xp Endo Shaper-WaveOne Gold	0,001*
Xp Endo Shaper-Reciproc Blue	0,001*
TF Adaptive-WaveOne Gold	0,543
TF Adaptive-Reciproc Blue	0,068
WaveOne Gold-Reciproc Blue	0,224

*0,05 düzeyinde anlamlı Dunn testi



Şekil 4. 1. Gruplara göre apikalden taşan debris miktarı karşılaştırma grafiği

4.2. Kanal Transportasyonu

Transportasyon miktarlarının gruplarda karşılaştırılması

4.2.1. Genel Karşılaştırma:

Farklı sistemlerin kullanımı sonucunda genel transportasyon miktarlarının gruplar arasında karşılaştırılması Tablo 4.3’de genel transportasyon miktarları için çoklu karşılaştırmalar ise Tablo 4.4’de gösterilmektedir.

Bölge ayırmadan transportasyon miktarları karşılaştırıldığında Xp Endo Shaper ve TF Adaptive arasında anlamlı farklılık bulunmazken ($p>0.05$), bu gruplar diğer gruplara göre anlamlı düzeyde daha düşük transportasyon değerlerine sahipti ($p<0.05$). Gruplara göre genel transportasyon miktarının karşılaştırma grafiği ise Şekil 4.2’ de gösterilmektedir.

Tablo 4. 3. Genel transportasyon miktarlarının gruplar arasında karşılaştırılması

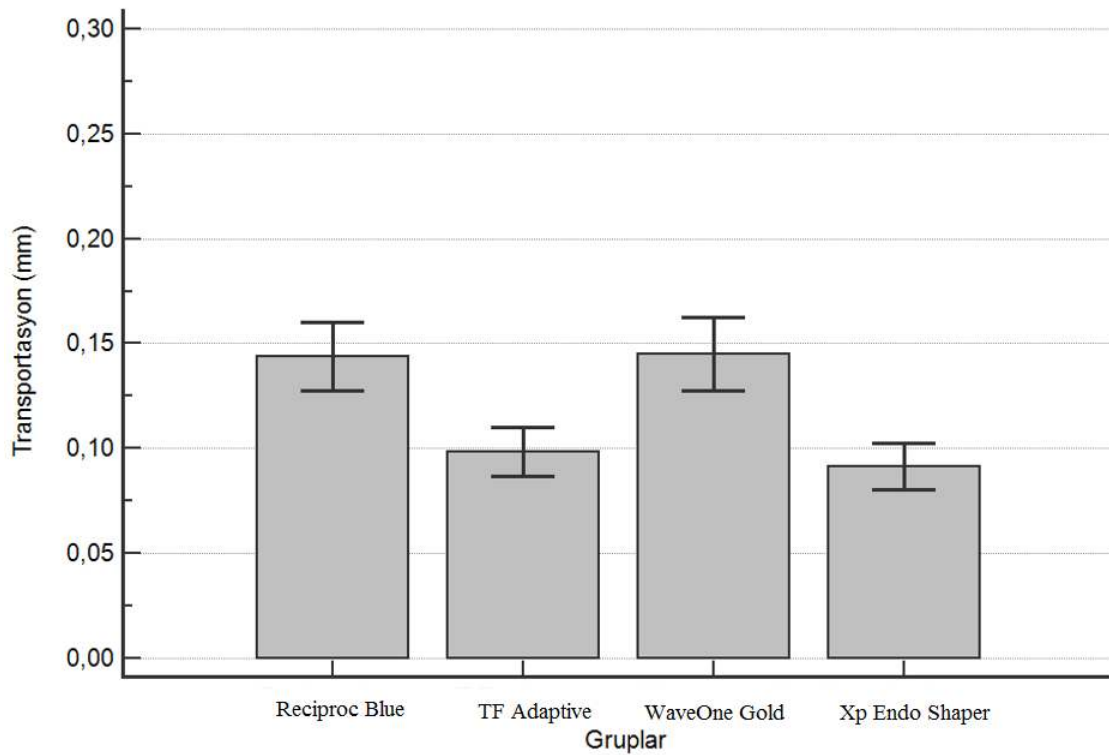
Değişkenler	Reciproc Blue (n=15)	TF Adaptive (n=15)	WaveOne Gold (n=15)	Xp Endo Shaper (n=15)	P
Transportasyon (mm)	0,144±0,101	0,099 ± 0,073	0,145±0,109	0,091 ± 0,069	0,001*

*0,05 düzeyinde anlamlı; Kruskal Wallis testi

Tablo 4. 4. Genel transportasyon miktarlarının sonuçları için çoklu karşılaştırmalar

Gruplar	P
Xp Endo Shaper-TF Adaptive	0,496
Xp Endo Shaper-WaveOne Gold	0,001*
Xp Endo Shaper-Reciproc Blue	0,001*
TF Adaptive-WaveOne Gold	0,001*
TF Adaptive-Reciproc Blue	0,001*
WaveOne Gold-Reciproc Blue	0,807

*0,05 düzeyinde anlamlı Dunn testi



Şekil 4. 2. Gruplara göre genel transportasyon miktarının karşılaştırma grafiği

4.2.2. Bölgelere Göre Karşılaştırma

Bölgelere göre transportasyon miktarının gruplar arasında karşılaştırılması Tablo 4.5’de bölgelere göre çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.6’da ve bölgelere göre grupların transportasyon miktarı karşılaştırma grafiği ise Şekil 4.3’te gösterilmektedir. Transportasyon miktarı açısından gruplar arasında apikal ve orta bölgede istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülürken ($p<0.05$), koronal bölgede anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 4.5.).

Tablo 4. 5. Bölgelere göre transportasyon miktarının (mm) gruplar arasında karşılaştırılması

Bölgeler	Reciproc Blue (n=15)	TF Adaptive (n=15)	WaveOne Gold (n=15)	Xp Endo Shaper (n=15)	P
Apikal bölge	0,107±0,079	0,056±0,041	0,110±0,075	0,068 ± 0,057	0,001*
Orta bölge	0,190±0,110	0,140±0,080	0,220±0,120	0,100 ± 0,060	0,001*
Koronal bölge	0,120±0,080	0,080±0,060	0,090±0,060	0,110 ± 0,080	0,078

*0,05 düzeyinde anlamlı; Kruskal Wallis testi

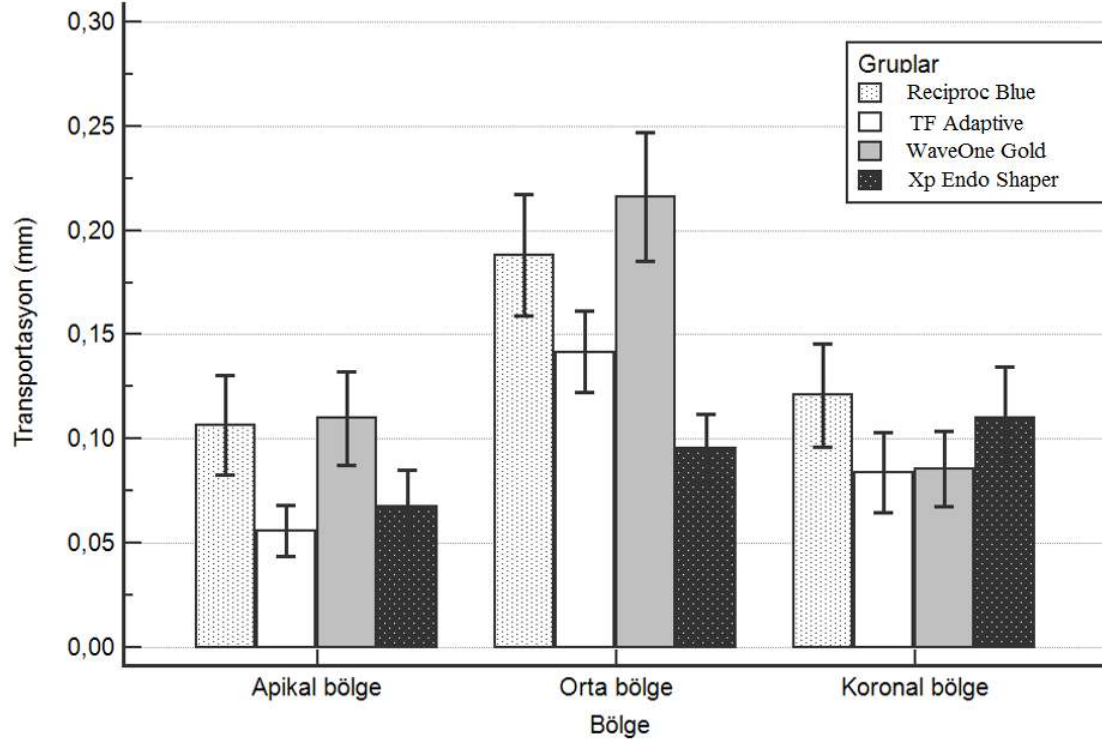
Apikal bölgede transportasyon miktarları karşılaştırılması genel değerlendirmeye uyumlu sonuçlar gösterdi. TF Adaptive ile Xp Endo Shaper grupları arasında ve Reciproc Blue ile WaveOne Gold grupları arasında transportasyon miktarı açısından anlamlı fark görülmedi (Tablo 4.6.). TF Adaptive ve Xp Endo Shaper grupları, Reciproc Blue ve WaveOne Gold gruplarına göre anlamlı derecede daha az transportasyon değerleri gösterdi.

Orta bölgede transportasyon miktarları karşılaştırılmasında, Xp Endo Shaper grubu diğer gruplara göre anlamlı derecede daha az transportasyon değerleri gösterdi. TF Adaptive grubu ile Reciproc Blue grubu arasında anlamlı fark gözlenmezken, TF Adaptive ile WaveOne Gold grubu arasında anlamlı fark gözlemlendi. Reciproc Blue ve WaveOne Gold grubu arasında anlamlı fark görülmedi (Tablo 4.6.).

Tablo 4. 6. Bölgelere göre çoklu karşılaştırma sonuçları

Bölgeler	Gruplar	P
Apikal bölge	TF Adaptive-Xp Endo Shaper	0,505
	TF Adaptive-Reciproc Blue	0,003*
	TF Adaptive-WaveOne Gold	0,001*
	Xp Endo Shaper-Reciproc Blue	0,019*
	Xp Endo Shaper-WaveOne Gold	0,007*
	Reciproc Blue-WaveOne Gold	0,721
Orta bölge	TF Adaptive-Xp Endo Shaper	0,006*
	TF Adaptive-Reciproc blue	0,058
	TF Adaptive-WaveOne Gold	0,001*
	Xp Endo Shaper-Reciproc Blue	0,001*
	Xp Endo Shaper-WaveOne Gold	0,001*
	Reciproc Blue-WaveOne Gold	0,186

*0,05 düzeyinde anlamlı Dunn testi.



Şekil 4. 3. Bölgelere göre grupların transportasyon miktarı karşılaştırma grafiği

5. TARTIŞMA

Endodontik prosedürler sırasında apikal foramenin ötesine debris, guta-perka, pat ve doku kalıntılarının ekstrüzyonu, hem hastalar hem de klinisyenler için hoş olmayan bir durum olan flare-up ile ilişkilendirilmiştir (24,27). Bu nedenle, in-vitro koşullar altında gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada, farklı tasarım ve çalışma prensiplerine sahip Reciproc Blue, WaveOne Gold, TF Adaptive ve XP EndoShaper döner sistemlerinin tedavi prosedürleri sırasında apekten taşırdıkları debris miktarlarını karşılaştırdık.

Araştırmalar, yüksek düzeyde bakteri içeren çok düşük miktarda debrisin bile periapikal bölgede enflamasyona neden olabileceğini göstermiştir (93). Enflamasyonun nörojenik bileşeni olduğundan bu durum nöropeptitlerin ekspresyonu ile kanıtlanmıştır (25). Bu biyolojik durum, iki kontrollü klinik çalışma (110,111) ile değerlendirilmiştir. Nöropeptitlerin ekspresyonu, resiprokal tekli eğe ve çoklu eğe sistemleri ile yapılan kök kanal preparasyonundan sonra ekstrakte edilmiş dişlerin periodontal ligamentinde ölçülmüştür. Her iki çalışmada da, vazokonstriktörsüz anestezi (112) kullanımı, kök kanal preparasyonu ve diş çekimi için harcanan zaman gibi SP ve CGRP ekspresyonunun azaltılmasını önlemek için klinik olarak kontrol edilen diğer tüm değişkenler ile nöropeptit salınımını (113,114,26) ölçmek için güvenilir bir teknik olan radyoimmunoanaliz yöntemi kullanılmıştır. Kontrol edilen diğer faktörler, apikal foramen çapının standardizasyonu ve tahriş edici irrigantın tipi ve miktarıdır. Çünkü bu faktörler debrisin ekstrüzyonunu etkileyebilir ve periodontal ligament yanıtını doğrudan etkileyebilir (110,111). Ayrıca, irrigasyon iğnesinin büyüklüğü ve kanala penetrasyon derinliği de bu durumu etkileyen diğer faktörlerdir (115).

Bu çalışmada, çalışma boyu kaybı, standart olmayan preparasyon ve eğimli kök kanallarında irrigasyonun zorluğu gibi olası komplikasyonları ortadan kaldırmak için düz kanallara sahip tek köklü dişler kullanıldı. Sodyum hipokloritin muhtemel kristalleşmesini önlemek için irrigasyon çözeltisi olarak distile su kullanıldı.

Genel olarak kabul edilen Myers ve Montgomery (1991) yöntemi apikal olarak ekstrüde edilmiş debrisleri toplamak için kullanılmıştır (94). Bu yöntemin kusuru, periodontal ligamentin debrisin ekstrüzyonuna karşı apikal basıncını simüle eden malzeme (agar, köpük vb.) olmamasıdır.

Birçok çalışmada Reciproc ve WaveOne eğe sistemleri kullanılarak apikal ekstrüzyonun miktarları değerlendirmiştir (67,105,116,119,120,121,122).

Bürklein ve arkadaşlarının (2012) çalışmasında 80 adet yeni çekilmiş mandibular kesici dişler 4 gruba ayrılmış ve bu gruplar resiprokal hareketle çalışan eğe sistemlerinden Reciproc, WaveOne ile Mtwo ve ProTaper enstrümanları ile prepare edilmiştir. Distile su ve apikal olarak ekstrüde olan debrisler Myers ve Montgomery yöntemi kullanılarak önceden tartılmış cam şişelerde toplanmıştır (67). Çalışmanın sonuçlarına göre, WaveOne ve Reciproc sistemlerinin, Mtwo ve ProTaper'dan daha fazla debris taşıdıkları, buna karşılık Reciproc sisteminin WaveOne sisteminden daha fazla debris taşıdığı bildirilmiştir (67). Bu çalışmada, yaptığımız çalışmamıza benzer metodoloji kullanmış olup sonuçlar benzerdir. Çalışmamızın sonucuna göre, WaveOne Gold ve Reciproc Blue sistemleri XP Endo Shaper'dan daha fazla debris taşıdı, buna karşılık Reciproc Blue sistemi ve WaveOne Gold sistemi arasında debris taşıma açısından anlamlı fark yoktu.

Benzer sonuçlara sahip ancak farklı yöntemlerle yapılan (yöntem, irrigant solüsyon ve/veya örnek diş tipi) diğer çalışmalardan, Nevares ve ark. (105), Lu ve ark. (116) ile Nayak ve ark. (119), Reciproc sisteminin WaveOne sisteminden daha fazla debris taşıdığını ifade etmişlerdir.

Öte yandan, Reciproc ve WaveOne sistemlerinin karşılaştırıldığı diğer çalışmalarda Dedeus ve ark. (120), Uzun ve ark. (121) ile Silva ve ark. (122), çalışmamızın sonucuna ters olarak Reciproc'un WaveOne sisteminden daha fazla debris taşıdığını bildirmişlerdir. Bu öncelikle yöntemdeki bazı farklılıklardan ve/veya bu çalışmalarda kullanılan örnek dişlerdeki farklılıktan kaynaklanabilir (Uzun ve ark. ve Silva ve ark. mandibular premolar dişleri kullanırken, Dedeus ve ark. mandibular azı dişlerin mezial köklerini kullanmışlardır) ve ikincisi; biz çalışmamızda enstrümanları, güncel yapıda olan Blue ve Gold teknolojisiyle kullandık.

Apikalden ekstrüde edilmiş debrislerin karşılaştırılmasıyla ilgili yapılan çalışmaların çoğunda çalışmamıza benzer sonuçlar görülürken, hangi sistemin diğerinden daha fazla debris ekstrüde ettiği konusunda, Reciproc ve WaveOne sistemleri arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır (116,119,120,121,122).

Keskin ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada #40 K numarasına kadar el aletleriyle ve Reciproc Blue, ProTaper Next, R- Endo, WaveOne Gold sistemleri ile prepare ettikleri dişleri

debris taşıma açısından karşılaştırmışlardır (123). Bu çalışmada, periapikal dokuları simüle etmek için agar jeli yöntemi kullanmışlardır ve % 1.5 agar jeli modelinin benzer bir yoğunluk gösterdiğini ayrıca apikal olarak ekstrüde edilmiş malzemelere periapikal dokulara benzer direnç sağladığını belirtmişlerdir. Tüm enstrümanların debris taşıdıklarını, diğer gruplara kıyasla en fazla taşan debrisin el enstrümanları ile üretildiği sonucuna varmışlardır, Reciproc Blue sistemi diğer döner sistemlere göre önemli miktarda daha fazla debris taşımıştır. ProTaper Next ve WaveOne Gold sistemleri arasında önemli bir fark gözlenmezken, R-Endo sisteminde önemli ölçüde daha az apikal ekstrüde debris gözlenmiştir.

Bu sonuç bizim çalışmamız tarafından desteklenmemektedir, çünkü bu çalışmada Reciproc Blue ve WaveOne Gold enstrümanlarının neden olduğu ekstrüde debris miktarında önemli bir fark vardır. Bu durum, çeşitli nedenlerden dolayı olabilir, söz konusu çalışmada Reciproc Blue ve Waveone Gold enstrümanları yeniden tedavi prosedürlerinde kullanılmıştır, ancak çalışmamız tedavi edilmemiş dişler üzerinde yapılmıştır. Ayrıca, bu çalışmada kullanılan örnekler çalışmamızdaki mandibular kesici dişlere kıyasla mandibular premolar olup, apikal konstrüksiyonun anatomisi arasındaki fark ekstrüde edilmiş debris miktarını etkileyebilmektedir (96, 31). Buna ek olarak, irrigasyon çözeltisinin miktarındaki fark ve irrigasyon iğnesinin boyutundaki fark ekstrüzyon miktarını etkileyebilir (30,115). Son olarak, söz konusu çalışma bizim çalışmamızla kıyaslandığında #25 ile bitirdiğimiz apikal boyut mevcut çalışmada #40 boyutundadır. Apikal boyutlar arasındaki fark ekstrüzyon miktarını etkileyebilir (124).

Karataş ve ark., Twisted File Adaptive sisteminin debris ekstrüzyon miktarını farklı hareketlerle değerlendirmişlerdir: Grup 1 (TF Adaptive), Grup 2 (90 °CW ile 30 °CCW), Grup 3 (150 °CW ile 30 °CCW) , Grup 4 (sürekli dönüş). Hareket kinematığının apikal olarak taşmış debris miktarını etkilediği sonucuna varmışlardır (120). Veriler neticesinde 90 °CW ile 30 ° CCW resiprokal hareket en yüksek ortalama ekstrüzyon değerini üretmiştir. Sürekli rotasyon en az miktarda debris ekstrüde etmiştir, ancak bu bulgunun TF Adaptive tarafından ekstrüde edilen debris miktarı ile karşılaştırıldığında önemli olmadığı görülmüştür (125). Bu sonuç, TF Adaptive ile Reciproc Blue ve WaveOne Gold enstrümanları karşılaştırıldığında çalışmamız ile benzer sonuçlar vermektedir.

Reciproc sistemi ve TF Adaptive sistemleri ile ilişkili apikal debris ekstrüzyon miktarlarını karşılaştıran çalışmalar mevcuttur. Ancak Reciproc Blue ve TF Adaptive sistemleri henüz karşılaştırılmamıştır.

Sen ve ark, ProTaper Next (PTN), Twisted File Adaptive (TFA) ve Reciproc enstrümanlarını kullanarak ekstrüde edilmiş debris miktarını değerlendirmişlerdir. Toplam 45 adet insan maksiller köpek dişi endodontik olarak prepare edilmiş ve irrigasyon çözeltisi olarak toplam 10 ml distile su kullanılmıştır (126). TF Adaptive grubunun en yüksek debris ekstrüzyonuna, PTN grubunun ise en düşük ekstrüzyona neden olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, gruplar arasında debris ekstrüzyonu miktarı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir. Bu sonuç çalışmamız tarafından desteklenmektedir, çünkü debris ekstrüzyonunda Reciproc Blue ve TF Adaptive arasında anlamlı fark yoktu.

Reciproc sistemi sadece resiprokal hareket kullanırken PTN rotasyon hareketini ve TF Adaptive ağırlıklı olarak rotasyon hareketini kullanır. TF Adaptive sisteminde, ileri geri hareket sadece dentin duvarlarına karşı direnç meydana geldiğinde aktive olur (127). Apikal olarak ekstrüde edilmiş debris miktarı, enstrümantasyonun başlangıcında veya apikal daralım noktasında adaptif hareketin baskın olmasına bağlı olarak değişebilir (120). Uyarlanabilir hareket, eğeye yüklenen strese bağlı olarak hem rotasyonu hem de resiprokal hareketi içerir. Kök kanal anatomisi, kök kanalının eğriliği ve özellikle operatörün deneyimi, bu sistemin hareket kinematığında önemli rol oynar. Resiprokal aletlerde iki kesme bıçağı (128) olan S şeklinde bir kesit vardır ve TF adaptif eğeleri ise üçgen bir kesite (127) sahiptir.

Yılmaz ve ark. ProTaper Next (PTN), Twisted File Adaptive (TFA) ve Reciproc enstrümanlarını kullanarak ekstrüde edilmiş debris miktarını değerlendirmişlerdir (129). Çalışma için 90 üst santral kesici diş ve toplam 20 mL distile su irrigasyon çözeltisi olarak kullanılmıştır. Apekten ekstrüde edilen debris miktarı sırasıyla RPC> TFA> PTN idi (129). PTN grubu ile karşılaştırıldığında, RPC grubunda ekstrüde edilen debris miktarı önemli ölçüde yüksek çıkmıştır. Bununla birlikte, TF Adaptif ve Reciproc grupları arasında debris ekstrüzyon miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Bu sonuç çalışmamız tarafından desteklenmektedir.

Altunbaş ve ark. (2016) Reciproc sistemi, Twisted File sistemi (TF) ve Hedstrom eğeler (H-file) ile prepare ettikleri çekilmiş insan dişlerinde preparasyon sırasında apikal ekstrüzyon miktarını karşılaştırmış ve aynı sonucu rapor etmişlerdir. TF Adaptif ve Reciproc grupları arasında debris ekstrüzyon miktarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulmuşlardır (130).

Karataş ve ark. (2016), ProTaper Gold, WaveOne Gold, ProTaper Universal ve WaveOne enstrümanlarının apikal olarak ekstrüde edilmiş debris miktarı üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır (131). WaveOne Gold (WOG) sistemi, geleneksel WaveOne (WO)

sisteminden ve ProTaper ile ProTaper Universal Gold sistemleri gibi sürekli rotasyon sistemlerinden daha iyi sonuçlar vermiştir. WOG ile ilgili daha fazla çalışmanın olmaması nedeniyle, karşılaştırmalı bir analiz yapmak zordur; ancak WOG ve WO sistemleri arasındaki bazı farklılıklar vurgulanmaktadır. WOG “primer” eğeleri 0.07 konikliğe sahipken, geleneksel WO sistemindeki primer eğeler 0.08 konikliğe sahiptir. Diğer taraftan, eğe boyunca bir veya iki kesme kenarının oluşturduğu paralelkenar tasarımı, WOG eğelerinin daha fazla esnekliğinden sorumlu olabilir. WO sistemi, daha küçük vidalama etkisi ve daha yüksek kesme verimliliği ile sonuçlanabilecek kesitsel bir üçgen tasarıma sahiptir. Kesitteki bu farklılıklar, yani eğelerin inceltilmesi ve esnekliği, WOG eğeleri tarafından üretilen düşük miktardaki apikal debristen sorumlu olabilir (131).

Delai ve ark, WaveOne Gold (WOG), ProTaper Universal Retreatment (PTR), D-RaCe Retreatment (DRR) ve el eğeleri (HF) ile preparasyon sırasında apikal olarak ekstrüde olmuş debris miktarını karşılaştırmışlardır. WOG'un, DRR ve HF'den daha az ekstrüzyona neden olduğu sonucuna varmışlardır (132).

WO ve TF eğe sistemlerini apikal olarak ekstrüde olmuş debris miktarını karşılaştıran iki çalışma incelendiğinde Üstün ve ark. (133), insan mandibular premolar dişleri ve irrigasyon çözeltisi olarak toplam 10 ml distile su kullanırken Kirchhoff ve ark. (127), çekilmiş insan mandibular kesici dişleri kullandıkları çalışmalarında irrigasyon çözeltisi olarak 5 ml distile su kullanmışlardır. Her iki çalışmada, çalışmamızın sonucunu destekleyen TF Adaptive ve WaveOne grupları arasında debris ekstrüzyon miktarında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Dincer ve ark. (2017) ProTaper Next, Twisted File Adaptive ve WaveOne Gold ile kök kanal preparasyonu sonrasında apikal olarak ekstrüde olmuş debris miktarını değerlendirmişlerdir (130). İnsan mandibular tek köklü kesici dişler kullanılmış ve irrigasyon protokolünü standartlaştırmak için, her örnekte 27-gauge çift delikli irrigasyon iğnesi ve toplam 10 ml distile su kullanmışlardır (134). Apikal olarak ekstrüde edilmiş debris miktarları açısından gruplar arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$). PTN grubu, TFA ve WOG gruplarından önemli ölçüde daha fazla debris taşımıştır ($p<0.05$). WOG grubu TFA grubuna göre daha az debris oluşturmuş, ancak farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir ($p> 0.05$) (134). Bu sonuç, WaveOne Gold ve TF Adaptive arasında anlamlı bir fark bulunmadığı için çalışmamız tarafından desteklenmektedir, ancak çalışmamızda TFA grubu, WaveOne grubundan daha az debris taşımıştır.

Boijink ve ark. (2018), kavisli kök kanallarında WaveOne Gold, Twisted File Adaptive ve manuel tekniğini apikal debris ekstrüzyonu açısından değerlendirmişlerdir (135). Çalışmada 40 ve 20 arasında değişen kök eğrilik açılarına ve <10 mm eğrilik yarıçaplarına sahip ekstrakte edilmiş mandibular molar dişler kullanılmıştır. Kanallar, kanal preparasyonu sırasında 29 gauge yandan delikli NaviTip irrigasyon iğnesi kullanılarak toplam 10 ml distile su ile irrig edilmiştir (135). WOG sisteminin, manuel eğe ve TFA sistemine kıyasla daha az debris ekstrüzyonuna neden olduğu, ancak WOG ve TFA sistemleri arasındaki farkın anlamlı olmadığı bildirilmiştir. WaveOne Gold ve TF Adaptive arasında anlamlı bir farkın olmaması çalışmamızı desteklemektedir.

Bazı araştırmacılar tarafından XP Endo Shaper sisteminin, apekten bakteri ve sert doku artıklarının ekstrüzyonundaki etkisi Reciproc sistemi ile karşılaştırılmıştır (136). Ekstrakte edilmiş maksiller azı dişlerinin distobukkal kanallarına *Enterococcus faecalis* kontamine edilmiş ve enstrümantasyon sistemine göre rastgele olarak 2 gruba ayrılmıştır (XP Endo Shaper ve Reciproc). Dişler, periapikal dokular tarafından oluşan apikal direnci simüle eden ve preparasyon sırasında ekstrüde edilen debrisleri toplamasına izin verilen bir cihaza monte edilmiş ve preparasyon sırasında irrigasyon çözeltisi olarak salin kullanılmıştır. Preparasyondan önce ve sonra kanaldan alınan numunelerden alınan DNA özleri, *E.faecalis* sayımı için kantitatif gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonuna tabi tutulmuştur. Ekstrüde edilmiş debrislerin hacmi mikro-bilgisayarlı tomografik görüntüleme ile değerlendirilmiştir (136). Reciproc ile bakteriyel ekstrüzyonun daha düşük, XP-Endo Shaper ile intrakanal bakteriyel eliminasyonunun daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Her iki tekniğin de benzer hacimde debris ekstrüzyonu ürettiği gösterilmiştir. Çalışmamızda, postoperatif ağrının ana nedenlerden biri olduğu için sadece debrisin ekstrüzyonunu karşılaştırdık. Alves ve arkadaşlarına göre, ekstrüde edilmiş debris hacmi ve ekstrüde bakteri sayısı arasında herhangi bir korelasyon gözlenmemiştir (136). Bakteriyel ekstrüzyonun, sert doku ekstrüzyonundan daha fazla olduğu görülmüştür. Bu bulgular için bazı olası açıklamalar vardır. Irrigant maddenin apikal foramenden sert doku debrislerine göre daha kolay yayılması veya yer değiştirmesi beklenir. Sonuç olarak, bulgular, çoğu durumda bakterinin sıvı irrigant madde tarafından foramenlerden ekstrüde edildiğini göstermiştir. Ayrıca, sert doku kalıntıları kök kanal düzensizliklerine de saklanabilir (137). Reciproc Blue ve XP Endo Shaper arasında debrisin ekstrüzyonu açısından anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur (136). Bu sonuç çalışmamızla tutarsızdır. Bu durum, Alves ve arkadaşlarının çalışmalarında farklı sonuç ortaya çıkarabilecek kanal ve apikal morfolojide farklılığa yol açan mandibular molar dişlerin

mezial köklerini kullanmalarından ve metodolojideki farklılıktan kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca, bu çalışmada periapikal dokular % 1.5 agaroz malzeme ile simüle edilmiştir. Bununla birlikte, mikro-CT yönteminin olası bir sınırlaması, ekstrüde edilmiş debrislerin yeterli radyolojik yoğunluğa ulaşamayan bir kütle oluşturabileceğidir; irrigasyon çözeltisi içinde çözölmüş sert doku debrisleri mikro-CT taramasındaki çözünürlükte fark edilemeyebilir.

Xp Endo Shaper eğesine ilişkin bir başka yeni çalışma Uslu ve ark. tarafından yapılmıştır. Reciproc Blue, HyFlex EDM ve XP Endo Shaper eğeleri kök kanal preparasyonu sırasında debris ekstrüzyonunu karşılaştırmak için kullanılmıştır (138). Çekilmiş 60 adet tek köklü mandibular premolar insan dişi rastgele 3 gruba ayrılmıştır (n=20). Dişler, periapikal dokuyu simüle etmek için agar çözeltisine gömülmüştür. Kök kanalları toplam 20 mL distile su ile irrigate edilmiştir. Her örneğin irrigasyonu için, preparasyon sırasında cihaz tarafından ulaşılan noktaya kadar 30 gauge kapalı uçlu yandan delikli irrigasyon iğnesi kullanılmıştır. Test edilen farklı eğeler için apikalden ekstrüde olmuş debris miktarının, REC Blue> HEDM> XP şeklinde olduğu ve sadece XP ve REC Blue arasında önemli bir fark olduğu sonucuna varmışlardır. Bu sonuç Alves ve arkadaşlarının çalışmasıyla zıt, ancak çalışmamızla uyumludur (138).

Bununla ilgili çalışmamızda, WaveOne Gold ve Reciproc Blue sistemleri resiprokal harekette kullanılırken, XP Endo Shaper rotasyon hareketinde kullanılmıştır, bu da XP Endo Shaper sisteminin önemli miktarda az debris ekstrüzyonuna neden olmasına bir sebep olarak gösterilebilir. Bu sonuçlar, resiprokal hareketle kullanılan aletlerin, rotasyonel hareketle kullanılan eğelerden daha fazla debris ekstrüzyonuna neden olabileceğini bildirilen diğer çalışmaların sonuçlarına benzerdir (67,139,140). Öte yandan, resiprokal hareketli eğeler tarafından çıkarılan debris miktarı ile ilgili farklı sonuçlar elde eden başka çalışmalar da vardır. Aslında bu çalışmalar, resiprokal olarak çalıştırılan cihazların sürekli rotasyonda kullanılan cihazlardan daha az debris ekstrüzyonuna neden olduğunu bildirmiştir (141,133,142,143,122). Döner ve resiprokal enstrümantasyon arasında apikal olarak ekstrüde debris miktarında bir fark olmadığını bildiren az sayıda çalışma vardır (144,127).

Optimal kök kanal preparasyonunda, apikal daralımdan koronale doğru genişleyen konik şeklinde bir form oluşturmak amaçlanmaktadır (3). Kavisli kanalların varlığı kök kanal preparasyonu sırasında zorlayıcı olabilir ve periapikal radyografilerde bu durum her zaman net bir şekilde tespit edilemez, bu da istenmeyen preparasyon hatalarına neden olabilir (145,146). Kanal transportasyonu, basamaklar, dirsekler veya ziplerin oluşturulması gibi

komplifikasyonlar kavisli kök kanalının hazırlanması sırasında ortaya çıkabilir. Abou-Rass ve ark. ilk olarak mandibular azı dişlerinin tehlike bölgelerini tanımlamış ve şekillendirme prosedürleri sırasında bu bölgelerin önemini vurgulamışlardır (38). Sinai, kök kanalının servikal üçte birinde agresif enstrümantasyonun strip perforasyona ve inflamatuvar komplifikasyonlara yol açabileceğini gözlemlemiştir (147). Bu komplifikasyonları ortadan kaldırmak, optimum şekillendirme ve dezenfeksiyon elde etmek için nikel-titanyum (NiTi) alaşımları piyasaya sunulmuştur (56).

Bazı çalışmalar çekilmiş dişleri kullansa da (148,149), biz çalışmamızda eğimli kanallara sahip rezin bloklarda yeni sistemlerin preparasyon yeteneklerini değerlendirdik. Doğal dişler, kök kanal sisteminin boyutlarında ve şekillerinde yüksek değişkenlik gösterir. Resin bloklarının kullanımı her seferinde aynı sertlik ve abrazyon özelliklerini taşır (34), ayrıca uzunluk, çap, eğimlik açısı ve eğimlik yarıçapı gibi faktörler de dahil olmak üzere simüle edilmiş bir kanalın boyutlarının standardizasyonunu sağlar (150). Bununla birlikte, dentin ile karşılaştırıldığında çok daha düşük yüzey sertliği nedeniyle insan dişlerini taklit edememe bu tekniğin dezavantajıdır.

Yumuşatılmış rezinin aletin eğe bıçaklarına yapışabileceği ve aletin deforme olmasına veya kırılmasına neden olabileceği öne sürülmüştür (151). Bu çalışmada hiçbir alet kırığı veya görünür alet deformasyonu meydana gelmemiştir.

Transportasyon değerleri karşılaştırıldığında çalışmamızın sonuçlarına göre XP Endo Shaper ile T.F. Adaptive arasında anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, bu gruplar WaveOne Gold ve Reciproc Blue gruplarına göre anlamlı olarak daha düşük transportasyon değerleri verdi. WaveOne Gold ve Reciproc Blue gruplarında birbirlerine göre anlamlı bir fark yoktu.

NiTi enstrümanlarının preparasyon kabiliyetini etkileyen ana faktörlerden biri enstrümanın yapıldığı alaşımdır (152). Reciproc Blue, moleküler yapısını geliştiren ve cihaza mavi bir renk veren güncel bir ısıl işlemle üretilir (117).

WaveOne Gold, esnekliğin artırılması için geliştirilmiş metalurji ve ısıl işlemin kullanıldığı altın telden üretilmiştir (118). Yapılan bir çalışmada gold tel, m-tel ve geleneksel NiTi alaşımının şekillendirme kabiliyeti karşılaştırılmış, gold tel ve m-telli alaşımlar, alaşımların artan esnekliğine atfedilen önemli ölçüde daha az kanal transportasyonu sergilemiştir (152).

Albuquerque ve ark, bilgisayarlı tomografi (mikro-CT) kullanarak WaveOne Gold, Protaper Next, Prodesign Logic ve Vorteks Blue döner sistemleri ile kök enstrümantasyonu sonrası

taşırlan dentin miktarlarını ve kanal transportasyon değerlerini karşılaştırmışlardır. Alt azı dişlerin eğimli mezial kanalları kullanılmış ve kökler enstrümantasyondan önce ve sonra mikro-CT kullanılarak taranmıştır. Apekten 6 mm veya 9 mm koronalde, gruplar arasında kanal transportasyonunda anlamlı bir farklılık görülmemiştir. WOG grubunda, apikal ve orta üçlü bölgelerinde, mezial ve distal kök kanallarının transportasyonunda anlamlı farklılık olduğu bildirilmiştir (153).

Dhingra ve ark, konik ışınli bilgisayarlı tomografi kullanarak birinci mandibular molar dişlerde kanal transportasyon miktarına ilişkin Waveone, Reciproc ve One Shape enstrümanlarını karşılaştırmışlardır. WaveOne ve Reciproc arasında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiş ve resiprokal hareketin kanal transportasyonunda rotasyon hareketinden daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır (154).

Beurklein ve ark, 25 ° ile 35 ° arasında değişen eğim açıları ve 3,1 ile 8,5 mm arasında değişen yarıçaplı diş köklerini kullanarak WaveOne ve Reciproc'a karşı WaveOne Gold ve Reciproc Blue sistemlerinin preparasyon yeteneğini karşılaştırmıştır. Dört enstrüman arasında önemli bir fark görülmemiştir. Gold ile Blue gibi ısıl işlem görmüş enstrümanların kullanımının geliştirilmiş bir şekillendirme kabiliyeti ile ilişkili olmadığı sonucuna varmışlardır (155).

Çok eğimli kök kanallarının preparasyonunda Reciproc, Reciproc Blue, ProTaper Next ve Trushape sistemleri transportasyon açısından karşılaştırıldığında (155), Oliveira ve ark. ile aynı sonuç elde edilmiştir. Reciproc ve Reciproc Blue grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir (156).

Keskin ve ark. (2017), L şeklindeki yapay kanallı rezin bloklar kullanarak simüle kavisli kanallarda WaveOne Gold ve Reciproc Blue resiprokal sistemlerin preparasyon yeteneğini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Tüm örneklerde irrigasyon için toplam 10 ml distile su kullanmışlardır. Preparasyonun öncesi ve sonrası, bloklar fotoğraflanmış ve görüntüler AutoCAD yazılımı kullanılarak üst üste bindirilmiştir (157). Her iki enstrümanın da orjinal kanal anatomisini koruduğu sonucuna varılmıştır. WaveOne Gold daha az apikal transportasyona neden olmuştur. Bizim çalışmamızda, Reciproc Blue'nun WaveOne Gold'dan daha az miktarda kanal transportasyonuna neden olmasına rağmen, aralarında önemli bir fark olmadığı görüldü. Çalışmamızda bu çalışmada kullanılan tek eğimli rezin blok kanallarına kıyasla çift eğimli rezin blok kanalları kullandık.

Duque ve ark. (2019), resiprokal sistemleri kullanarak eğimli kanallarda daha büyük apikal kanal genişletilmesinin etkisini değerlendirmiştir, Reciproc Blue (25/0.08) ile (40/0.06), WaveOne Gold (Primaray 25/0.07) ile (Medium 35/0.06)) ve ProDesign R (25/0.06) ile (35/0.05) sistemleri incelendiğinde apikal transportasyon değerlerinin apikal çap büyüklükleri açısından gruplar arasında anlamlı fark olmadığı gösterilmiştir ($p > 0.05$) (158).

Gergi ve ark. kanal transportasyon değerlendirmesinde Reciproc , WaveOne ve TF Adaptive sistemlerini 2 ayrı mezial kanallı ve aşırı eğim açısına sahip çekilmiş insan mandibular azı dişlerinde kullanmışlardır. TF Adaptive sisteminin daha az kanal transportasyonuna ve daha iyi merkezlenme yeteneğine sahip olduğunu, Reciproc ve WaveOne sistemleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir (159).

Ordinola-Zapata ve ark, Reciproc ve Twisted File Adaptive sistemlerinin preparasyon yeteneklerini Micro-CT taraması kullanarak karşılaştırdıkları çalışmalarında, S-şekilli mezial köke ve 62 derece eğime sahip ikinci mandibular molar dişleri kullanmışlardır. Transportasyon miktarı, preparasyondan önce ve sonra radyografilerle ölçülmüştür (160). 62 derecelik eğime sahip örneklerde Reciproc ve TF Adaptive sistemleri arasında istatistiksel fark gözlenmemiştir. S-şekilli kanal örneklerinde primer eğrilikte (apikal seviye) Reciproc ve TF Adaptive sistemleri arasında istatistiksel bir fark görülmemiştir ($p > 0.05$). Diğer taraftan, ikincil eğrilikte (orta seviye) Reciproc sistemi, TF Adaptive sisteminden önemli ölçüde daha yüksek transportasyon göstermiştir ($p < 0.05$). Bu çalışmanın sonucu çalışmamız tarafından desteklenmemektedir, bizim çalışmamız apikal bölgede TFA ve RB arasında anlamlı fark olduğunu, orta bölgede ise aralarında anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir. Sonuçtaki farklılık, çalışmamızda rezin blok kullanılırken diğer çalışmada çekilmiş diş kullanıldığı için metodolojideki farklılıktan kaynaklanıyor olabilir.

Gu ve ark. (2015), çalışmalarında S şeklindeki aynı apikal boyut ve koniklikteki rezin kanallarda Twisted Files, WaveOne ve Hyflex CM'nin kanal transportasyonunu değerlendirmişlerdir. Pathfile NiTi döner aletleri ile glide path hazırlığından sonra kanallar, test edilen cihazlardan biri kullanılarak preparasyon yapılmıştır. Her S-şekilli rezin kanalı, mikro bilgisayarlı tomografi ile enstrümantasyondan önce ve sonra taranmıştır. Apikal eğrilik, koronal eğrilik ve kanalların düz kısımları arasındaki farklar istatistiksel olarak analiz edilmiştir. TF Adaptive için transportasyonun, apikal eğriliklerde koronal kısımdan daha fazla olduğu gösterilmiştir (161). Bu çalışmanın sonuçları bizim sonuçlarımıza zıttır. Ancak, iki çalışma arasındaki karşılaştırma net olmayabilir. Bu çalışmada, mikroskop ve bilgisayar

yazılımı ile karşılaştırma yapılırken, diğer çalışmada mikro-bilgisayarlı tomografi ile tarama yapılmıştır. Ayrıca, enstrümantasyondan önce glide path oluşturulmuştur. Son araştırmalar glide path oluşturulmasının kanal transportasyonunu etkilediğini bildirmiştir (162,163).

Kishore ve ark. tarafından yapılan bir başka çalışmada, bilgisayarlı tomografi (CT) kullanılarak eğimli kök kanallarında farklı döner aletler (Twisted File [TFA], HyFlex CM ve WaveOne [WO]) kullanılmış, kanal transportasyonu ve merkezleme kabiliyeti açısından karşılaştırma yapılmıştır. HyFlex CM ile kanal preparasyonunun TFA ve WO sistemlerinden daha az transportasyona neden olduğunu ve TFA ile WO arasında anlamlı bir fark olmadığını, TFA'nin WO'dan daha az miktarda transportasyon gösterdiğini bildirmişlerdir (164). Bu sonuç çalışmamızı desteklemektedir.

Duarte ve ark, Twisted File Adaptive (TFA) ve Navigator EVO sistemleri ile prepare edilen örneklerde kanal transportasyonunun 2 farklı hareket (adaptif ve sürekli rotasyon) kullanıldığında nasıl etkilendiğini göstermek için maksiller azı dişlerin meziobukal köklerini kullanmışlardır. Apikal transportasyon, apekten 3, 6 ve 9 mm olmak üzere 3 seviyede mikro bilgisayarlı tomografi kullanılarak analiz edilmiştir. Kanal transportasyonunun tüm gruplarda benzer olduğu görülmüştür. Orta 6 mm'de TFA'nın, kanal preparasyonunda apikal ve koronal bölgeye göre furkal bölgeye doğru daha yüksek kanal transportasyon değeri gösterdiği bildirilmiştir (165).

Silva ve ark, rezin bloklarda üretilen simüle edilmiş eğimli kök kanallarını kullanarak kök kanal anatomisinin orjinal profilini korumada Protaper Universal ile rotasyon ve adaptif hareketle Twisted File sistemini karşılaştırmışlardır. Rotasyon hareketindeki TF'nin, diğer test edilmiş sistemlere kıyasla eğimli kısımda genel olarak daha az kanal transportasyonu oluşturduğu sonucuna varmışlardır (14).

Pacheco-Yanes ve ark. (2019), farklı seviyelerde yapay kavisli kanallarda Reciproc, Reciproc Blue ve XP-Endo Shaper sistemlerini transportasyon açısından karşılaştırmışlardır. Yapay kanallı rezin bloklar kullanılmıştır ve her numunenin enstrümantasyon öncesi ve sonrası dijital görüntüleri, transportasyon değerlendirmesi için photoshop yazılımı tarafından incelenmiştir. XP beş seviyede RB'dan önemli ölçüde daha az kanal transportasyonu ve R ile karşılaştırıldığında yedi seviyede önemli ölçüde daha az kanal transportasyonu göstermiştir. RB değerlendirilen sekiz seviyenin dördünde R'den daha az kanal transportasyonu göstermiştir (166). Bu sonuç çalışmalarımızın sonuçlarını desteklemektedir.

Poly ve ark. (2019), resiprokal sistem olan WaveOne ve XP Endo Shaper'i, aşırı eğimli mandibular azı dişlerin mezial kök kanallarını (25-70°) kullanarak, kanal transportasyon ve merkezleme yeteneğini karşılaştırmışlardır. Mikro-bilgisayarlı tomografi (mikro-CT) ve DDR görüntüleme kullanılarak apekten 3, 5 ve 7 mm de kanal transportasyon değerlendirmesi yapılmıştır. Merkezleme oranı mikro-CT görüntülemeyle ölçülürken kanalın transportasyonu mikro-CT ve DDR yöntemleriyle ölçülmüştür (167). Çalışmanın sonuçlarına göre, WOG ile karşılaştırıldığında XPS'nin önemli ölçüde daha iyi bir merkezleme kabiliyeti ve daha az kanal transportasyonu yaptığı ortaya konulmuştur. DDR tekniği test edilen gruplar arasında önemli farkı tespit edememiştir (167) .



6. SONUÇ

İn vitro koşullar altında yürüttüğümüz çalışma neticesinde:

Apikalden taşan debris miktarı açısından Xp Endo Shaper grubu diğer 3 gruba göre anlamlı derecede daha az debris taşırdı.

Apikalden taşan debris miktarı en fazla Reciproc Blue grubunda gözlemlendi. Bununla birlikte WaveOne Gold, TF Adaptive ve Reciproc Blue grupları arasında anlamlı fark görülmedi.

Bölge ayırmadan transportasyon miktarları karşılaştırıldığında, XP Endo Shaper ve TF Adaptive grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken, bu gruplar Reciproc Blue ve WaveOne Gold gruplarına göre anlamlı düzeyde daha düşük transportasyon değerleri gösterdi.

Bölgelere göre yapılan değerlendirmede; koronal bölgede gruplar arasında transportasyon karşılaştırılması açısından anlamlı bir fark görülmedi.

Orta bölgede, Xp Endo Shaper grubu; TF Adaptive, Reciproc Blue ve WaveOne Gold gruplarına göre anlamlı derecede daha az transportasyon değerleri gösterdi.

Apikal bölgede, total değerlendirmeye uyumlu şekilde, TF Adaptive ve Xp Endo Shaper grupları; Reciproc Blue ve WaveOne Gold gruplarına göre anlamlı derecede daha az transportasyon değerleri gösterdi.

7. KAYNAKLAR

1. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004;30(8):559–567.
2. Eldeeb ME, Boraas JC. The effect of different files on the preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J.* 1985;18(1):1–7.
3. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974;18(2):269–296.
4. Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J.* 2007;52:52–63.
5. 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.
6. Deplazes P, Peters O, Barbakow F. Comparing Apical Preparations of Root Canals Shaped by Nickel-Titanium Rotary Instruments and Nickel–Titanium Hand Instruments. *J Endod.* 2001;27(3):196–202.
7. Gambill JM, Alder M, Carlos E. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod.* 1996;22(7):369–375.
8. González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. A comparison of Profile, Hero 642, and K3 instrumentation systems in teeth using digital imaging analysis. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2004;97(1):112–115.
9. Albrecht LJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. *J Endod.* 2004;30(6):425–428.
10. Boutsoukis C, Gogos C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, van der Sluis LWM. The effect of root canal taper on the irrigant flow: Evaluation using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *Int Endod J.* 2010;43(10):909–916.
11. Pertot WJ, Camps J, Damiani MG. Transportation of curved canals prepared with canal master U, canal master U niti, and stainless steel K-type files. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 1995;79(4):504–509.
12. You S-Y, Kim H-C, Bae K-S, Baek S-H, Kum K-Y, Lee W. Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: a comparative study with micro-computed tomography. *J Endod.* 2011;37(9):1296–1300.
13. Ajuz NCC, Armada L, Gonçalves LS, Debelian G, Siqueira Jr JF. Glide path preparation in S-shaped canals with rotary pathfinding nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2013;39(4):534–537.
14. Silva EJNL, Tameirão MDN, Belladonna FG, Neves AA, Souza EM, De-Deus G. Quantitative transportation assessment in simulated curved canals prepared with an adaptive movement system. *J Endod.* 2015;41(7):1125–1129.

15. Thompson SA. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J*. 2000;33(4):297–310.
16. Peters OA, Paqué F. Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: a review. *Quintessence Int (Berl)*. 2010;41(6):479–488.
17. Zhou H, Peng B, Zheng Y. An overview of the mechanical properties of nickel–titanium endodontic instruments. *Endod Top*. 2013;29(1):42–54.
18. Peters OA, Gluskin AK, Weiss RA, Han JT. An in vitro assessment of the physical properties of novel Hyflex nickel–titanium rotary instruments. *Int Endod J*. 2012;45(11):1027–1034.
19. Testarelli L, Plotino G, Al-Sudani D, Vincenzi V, Giansiracusa A, Grande NM, Gambarini G. Bending properties of a new nickel-titanium alloy with a lower percent by weight of nickel. *J Endod*. 2011;37(9):1293–1295.
20. Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Fatigue testing of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod*. 2011;37(7):997–1001.
21. Ye J, Gao Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *J Endod*. 2012;38(1):105–107.
22. Gambarini G, Plotino G, Grande NM, Al-Sudani D, De Luca M, Testarelli L. Mechanical properties of nickel–titanium rotary instruments produced with a new manufacturing technique. *Int Endod J*. 2011;44(4):337–341.
23. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod*. 1985;11(11):472–478.
24. Siqueira Jr JF. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J*. 2003;36(7):453–463.
25. Stashenko P, Teles R, D’Souza R. Periapical inflammatory responses and their modulation. *Crit Rev Oral Biol Med*. 1998;9(4):498–521.
26. Caviedes-Bucheli J, Muñoz HR, Azuero-Holguín MM, Ulate E. Neuropeptides in Dental Pulp: The Silent Protagonists. *J Endod*. 2008;34(7):773–788.
27. Siqueira Jr JF, Rôças IN, Favieri A, Machado AG, Gahyva SM, Oliveira JCM, Abad EC. Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod*. 2002;28(6):457–460.
28. Pak JG, White SN. Pain prevalence and severity before, during, and after root canal treatment: A systematic review. *J Endod*. 2011;37(4):429–438.
29. Hartmann MSM, Barletta FB, Fontanella VRC, Vanni JR. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod*. 2007;33(8):962–965.
30. Ferraz CCR, Gomes N V., Gomes BPFA, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ.

Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2001;34(5):354–358.

31. Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod.* 2005;31(7):533–535.
32. Regan J, Guttmann J. Preparation of the root canal system. In: Harty's endodontics in clinical practice. 5th ed London: Butterworth-Heinemann. 2004:86.
33. Saunders W, Saunders E. Root canal instrumentation. In: Textbook of endodontology Blackwell Munksgaard, Oxford, United Kingdom. p. 236–260.
34. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Top.* 2005;10(1):30–76.
35. Alaçam T. Endodonti. 1st ed. Ankara: Özyurt Matbaacılık; 2012.
36. Schäfer E, Dammaschke T. Development and sequelae of canal transportation. *Endod Top.* 2006;15(1):75–90.
37. Jafarzadeh H, Abbott P V. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. *J Endod.* 2007;33(10):1155–1162.
38. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc.* 1980;101(5):792–794.
39. Lambrianidis T. Ledging and blockage of root canals during canal preparation: causes, recognition, prevention, management, and outcomes. *Endod Top.* 2006;15(1):56–74.
40. Weine FS, Smulson MH, Herschman JB. Endodontic therapy. Saint Louis: Mosby; 1972.
41. Zuolo ML, Walton RE, Murgel CA. Canal Master files: scanning electron microscopic evaluation of new instruments and their wear with clinical usage. *J Endod.* 1992;18(7):336–339.
42. Pruett JP, Clement DJ, Carnes Jr DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 1997;23(2):77–85.
43. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod.* 2000;26(3):161–165.
44. Plotino G, Grande NM, Cordaro M, Testarelli L, Gambarini G. A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2009;35(11):1469–1476.
45. Martín-Micó M, Forner-Navarro L, Almenar-García A. Modification of the working length after rotary instrumentation: a comparative study of four systems. *Med oral Patol oral Cir bucal.* 2009;14(3):153–157.
46. Küçükay S, Küçükay I, Yılmaz B. Kök kanalı Şekillendirme Yöntemleri. İstanbul : Promat A.Ş. 2004;89.

47. Ingle JI. A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1961;14(1):83–91.
48. Clem W. Endodontics in the adolescent patient. *Dent Clin N Am*. 1969;13:483–493.
49. Buchanan L. Cleaning and shaping the root canal system. In: *Pathways of the Pulp*, 5th ed. St Louis: CV Mosby. 1991: p.166-192.
50. Roane JB, Sabala CL, Duncanson Jr MG. The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. *J Endod*. 1985;11(5):203–211.
51. Goerig AC, Michelich RJ, Schultz HH. Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. *J Endod*. 1982;8(12):550–554.
52. Fava LRG. The double-flared technique: an alternative for biomechanical preparation. *J Endod*. 1983;9(2):76–80.
53. Saunders WP, Saunders EM. Effect of noncutting tipped instruments on the quality of root canal preparation using a modified double-flared technique. *J Endod*. 1992;18(1):32–36.
54. Morgan LF, Montgomery S. An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endod*. 1984;10(10):491–498.
55. Saunders E. Hand instrumentation in root canal preparation. *Endod Topics*. 2005;10(1):163–167.
56. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod*. 1988;14(7):346–351.
57. Arbab-Chirani R, Chevalier V, Arbab-Chirani S, Calloch S. Comparative analysis of torsional and bending behavior through finite-element models of 5 Ni–Ti endodontic instruments. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;111(1):115–121.
58. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G. Cyclic fatigue resistance of Reciproc Blue and Reciproc files in an S-shaped canal. *J Endod*. 2017;43(10):1679–1682.
59. Gündoğar M, Özyürek T. Cyclic fatigue resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue nickel-titanium instruments. *J Endod*. 2017;43(7):1192–1196.
60. Keskin C, Inan U, Demiral M, Keleş A. Cyclic fatigue resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold reciprocating instruments. *J Endod*. 2017;43(8):1360–1363.
61. 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.
62. <https://www.fkg.ch/products/endodontics/canal-shaping-and-cleaning/xp-endo-shaper>

63. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod.* 2014;40(6):852–856.
64. Gambarini G, Gergi R, Naaman A, Osta N, Al Sudani D. Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. *Int Endod J.* 2012;45(9):802–806.
65. Pedullà E, Lo Savio F, Boninelli S, Plotino G, Grande NM, Rapisarda E, La Rosa G. Influence of cyclic torsional preloading on cyclic fatigue resistance of nickel–titanium instruments. *Int Endod J.* 2015;48(11):1043–1050.
66. <https://www.kerrdental.com/tr-tr/endodontik-UEruenler/tf-adaptive-sistemi-endodontik-Sekillendirme>
67. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod.* 2012;38(6):850–852.
68. Seltzer S. Pain in endodontics. *J Endod.* 2004;30(7):501–503.
69. 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):255–270.
70. Sharma A. Assessment of causes of failures in endodontic therapy- A clinical study. *Article O.* 2018;4(1):4–6.
71. Lin LM, Ricucci D, Lin J, Rosenberg PA. Nonsurgical root canal therapy of large cyst-like inflammatory periapical lesions and inflammatory apical cysts. *J Endod.* 2009;35(5):607–615.
72. Hülsmann M, Gambal A, Bahr R. An improved technique for the evaluation of root canal preparation. *J Endod.* 1999;25(9):599–602.
73. Koçak MM, Çiçek E, Koçak S, Sağlam BC, Furuncuoğlu F. Comparison of ProTaper Next and HyFlex instruments on apical debris extrusion in curved canals. *Int Endod J.* 2016;49(10):996–1000.
74. Ingle J, Bakland L, Peters D, Buchanan, LS MD. Endodontic cavity preparation. Ed: Ingle J, Bakland L. *Endodontics.* 4th Edition, Williams & Wilkins, Baltimore,USA, 1994.
75. Block RM, Bushell A, Rodrigues H, Langeland K. A histopathologic, histobacteriologic, and radiographic study of periapical endodontic surgical specimens. *Oral Sur Oral Med Oral Pathol.* 1976;42(5):656–678.
76. Naidorf IJ. Endodontic flare-ups: bacteriological and immunological mechanisms. *J Endod.* 1985;11(11):462–464.
77. Debelian GJ, Olsen I, Tronstad L. Bacteremia in conjunction with endodontic therapy. *Dent Traumatol.* 1995;11(3):142–149.

78. Trope M. Relationship of intracanal medicaments to endodontic flare-ups. *Dent Traumatol*. 1990;6(5):226–229.
79. Dahlén G. Culture-based analysis of endodontic infections. *Endod Microbiol*. Wiley-Blackwell; New Delhi, India, 2009;225–241.
80. Siqueira JF, Barnett F. Interappointment pain: mechanisms, diagnosis, and treatment. *Endod Top*. 2004;7(1):93–109.
81. Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. *J Endod*. 1992;18(9):427–430.
82. Villanueva LEC de P. *Fusobacterium nucleatum* in endodontic flare-ups. *Oral Surg, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;93(2):179–183.
83. Torabinejad M, Kettering JD, McGraw JC, Cummings RR, Dwyer TG, Tobias TS. Factors associated with endodontic interappointment emergencies of teeth with necrotic pulps. *J Endod*. 1988;14(5):261–266.
84. Trope M. Flare-up rate of single-visit endodontics. *Int Endod J*. 1991;24(1):24–27.
85. Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod*. 1987;13(3):102–108.
86. Al-Omari MAO, Dummer PMH. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod*. 1995;21(3):154–158.
87. Fava LR. Acute apical periodontitis: incidence of post-operative pain using two different root canal dressings. *Int Endod J*. 1998;31(5):343–347.
88. Tuncer AK, Gerek M. Effect of working length measurement by electronic apex locator or digital radiography on postoperative pain: a randomized clinical trial. *J Endod*. 2014;40(1):38–41.
89. Gondim Jr E, Setzer FC, Dos Carmo CB, Kim S. Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial. *J Endod*. 2010;36(8):1295–1301.
90. Siqueira JF. Endodontic infections: concepts, paradigms, and perspectives. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2002;94(3):281–293.
91. Sipavičiūtė E, Manelienė R. Pain and flare-up after endodontic treatment procedures. *Stomatol Balt Dent Maxillofac J*. 2014;16(1):25–30.
92. Naoum HJ, Chandler NP. Temporization for endodontics. *Int Endod J*. 2002;35(12):964–978.
93. Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J*. 2014;47(3):211–221.
94. Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *J Endod*. 1991;17(6):275–279.

95. Hinrichs RE, Walker WA, Schindler WG. A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. *J Endod.* 1998;24(2):102–106.
96. Lambrianidis T, Tosounidou E, Tzoanopoulou M. The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. *J Endod.* 2001;27(11):696–698.
97. 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. *Int Endod J.* 2015;48(7):648–653.
98. Siqueira JF. Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. *Endod Top.* 2005;10(1):123–147.
99. Martin H, Cunningham WT. The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1982;53(6):611–613.
100. 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(1):18–22.
101. Silva EJNL, Teixeira JM, Kudsi N, Sassone LM, Krebs RL, Coutinho-Filho TS. Influence of apical preparation size and working length on debris extrusion. *Braz Dent J.* 2016;27(1):28–31.
102. Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G. Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. *Braz Dent J.* 2007;18(1):16–19.
103. 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(10):1638–1641.
104. 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(2):65–69.
105. Nevares G, Xavier F, Gominho L, Cavalcanti F, Cassimiro M, Romeiro K, Pamella Alvares P, Queiroz G, Sobral AP, Gerbi M, Silveira M, Albuquerque D. Apical Extrusion of Debris Produced during Continuous Rotating and Reciprocating Motion. *Sci World J.* 2015.
106. Brown DC, Moore BK, Brown Jr CE, Newton CW. An in vitro study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. *J Endod.* 1995;21(12):587–591.
107. Uzunoglu-Özyürek E, Karaaslan H, Türker SA, Özçelik B. Influence of size and insertion depth of irrigation needle on debris extrusion and sealer penetration. *Restor Dent Endod.* 2018;43(1).
108. Tambe VH, Nagmode PS, Vishwas JR, KP S, Angadi P, Ali FM. Evaluation of the amount of debris extruded apically by using conventional syringe, endovac and

ultrasonic irrigation technique: An in vitro study. *J Int Oral Heal*. 2013;5(3):63-66.

109. 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. *Int Endod J*. 2015;48(4):317–22.
110. Caviedes-Bucheli J, Azuero-Holguin MM, Gutierrez-Sanchez L, Higuerey-Bermudez F, Pereira-Nava V, Lombana N, Munoz HR. The effect of three different rotary instrumentation systems on substance P and calcitonin gene-related peptide expression in human periodontal ligament. *J Endod*. 2010;36(12):1938–1942.
111. Caviedes-Bucheli J, Moreno JO, Carreno CP, Delgado R, Garcia DJ, Solano J, Diaz E, Munoz HR. The effect of single-file reciprocating systems on S ubstance P and C alcitonin gene-related peptide expression in human periodontal ligament. *Int Endod J*. 2013;46(5):419–426.
112. Caviedes-Bucheli J, Rojas P, Escalona M, Estrada A, Sandoval C, Rivero C, Lombana N, Muñoz HR. The effect of different vasoconstrictors and local anesthetic solutions on substance P expression in human dental pulp. *J Endod*. 2009;35(5):631–633.
113. Caviedes-Bucheli J, Correa-Ortiz JA, García LV, López-Torres R, Lombana N, Muñoz HR. The effect of cavity preparation on substance P expression in human dental pulp. *J Endod*. 2005;31(12):857–859.
114. Caviedes-Bucheli J, Lombana N, Azuero-Holguín MM, Munoz HR. Quantification of neuropeptides (calcitonin gene-related peptide, substance P, neurokinin A, neuropeptide Y and vasoactive intestinal polypeptide) expressed in healthy and inflamed human dental pulp. *Int Endod J*. 2006;39(5):394–400.
115. Altundasar E, Nagas E, Uyanik O, Serper A. Debris and irrigant extrusion potential of 2 rotary systems and irrigation needles. *Oral Surg, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;112(4):31–35.
116. Lu Y, Wang R, Zhang L, Li HL, Zheng QH, Zhou XD, Huang DM. Apically extruded debris and irrigant with two N i-T i systems and hand files when removing root fillings: a laboratory study. *Int Endod J*. 2013;46(12):1125–1130.
117. Reciproc blue Brochure. Available at: <https://www.vdw-dental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Reziproke-Aufbereitung/RECIPROC-blue/VDW-Dental-RECIPROCblue-User-Brochure-EN.pdf>
118. WaveOne Gold Brochure. Available at: https://www.dentsplysirona.com/content/dam/dentsply/pim/en_GB/Endodontics/Obturation/Paper_Points/WaveOne_Gold_Absorbent_Points/WaveOne GOLD Brochure 2015.pdf
119. Nayak G, Singh I, Shetty S, Dahiya S. Evaluation of apical extrusion of debris and irrigant using two new reciprocating and one continuous rotation single file systems. *J Dent (Tehran)*. 2014;11(3):302-309.
120. De-Deus G, Neves A, Silva EJ, Mendonça TA, Lourenço C, Calixto C, Mendonça TA, Lourenço C, Calixto C, Lima EJ. Apically extruded dentin debris by reciprocating

single-file and multi-file rotary system. *Clin Oral Investig*. 2015;19(2):357–361.

121. Uzun I, Güler B, Özyürek T, Tunc T. Apical extrusion of debris using reciprocating files and rotary instrumentation systems. *Niger J Clin Pract*. 2016;19(1):71–75.
122. Silva E, Carapiá MF, Lopes RM, Belladonna FG, Senna PM, Souza EM, De-Deus G. Comparison of apically extruded debris after large apical preparations by full-sequence rotary and single-file reciprocating systems. *Int Endod J*. 2016;49(7):700–705.
123. Keskin C, Sarıyılmaz 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;12(4):272–276.
124. Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. *J Endod*. 2005;31(5):333–340.
125. Karataş E, Arslan H, Kırıcı DÖ, Alsancak M, Çapar ID. 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*. 2016;49(4):382–385.
126. Sen OG, Bilgin B, Koçak S, Sağlam BC, Koçak MM. Evaluation of Apically Extruded Debris Using Continuous Rotation, Reciprocation, or Adaptive Motion. *Braz Dent J*. 2018;29(3):245–248.
127. Kirchhoff AL, Fariniuk LF, Mello I. Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *J Endod*. 2015;41(2):237–41.
128. Plotino G, Grande NM, Sorci E, Malagnino VA, Somma F. A comparison of cyclic fatigue between used and new Mtwo Ni–Ti rotary instruments. *Int Endod J*. 2006;39(9):716–723.
129. Yılmaz K, Özyürek T. Apically extruded debris after retreatment procedure with Reciproc, ProTaper Next, and Twisted File Adaptive instruments. *J Endod*. 2017;43(4):648–651.
130. Altunbas D, Kutuk B, Toyoglu M, Kutlu G, Kustarci A, Er K. Reciproc versus twisted file for root canal filling removal: Assessment of apically extruded debris. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2016;50(2):31–37.
131. Karataş E, Ersoy İ, Gündüz HA, Uygun AD, Kol E, Çakıcı F. Influence of instruments used in root canal preparation on amount of apically extruded debris. *Artif Organs*. 2016;40(8):774–777.
132. Delai D, Boijink D, Hoppe CB, Kopper PMP. Apically extruded debris in filling removal of curved canals using 3 NiTi systems and hand files. *Braz Dent J*. 2018;29(1):54–59.
133. Üstün Y, Çanakçı BC, Dinçer AN, Er O, Düzgün S. Evaluation of apically extruded debris associated with several Ni–Ti systems. *Int Endod J*. 2015;48(7):701–704.
134. Dincer AN, Guneser MB, Arslan D. Apical extrusion of debris during root canal

preparation using a novel nickel-titanium file system: WaveOne gold. *J Conserv Dent*. 2017;20(5):322-325.

135. 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):1289–1292.
136. Alves FRF, Paiva PL, Marceliano-Alves MF, Cabreira LJ, Lima KC, Siqueira Jr JF, Rôças IN, Provenzano JC. Bacteria and Hard Tissue Debris Extrusion and Intracanal Bacterial Reduction Promoted by XP-endo Shaper and Reciproc Instruments. *J Endod*. 2018;44(7):1173–1178.
137. Versiani MA, Alves FRF, Andrade-Junior C V, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Rôças IN, Sousa-Neto MD, Siqueira JF Jr. Micro-CT evaluation of the efficacy of hard-tissue removal from the root canal and isthmus area by positive and negative pressure irrigation systems. *Int Endod J*. 2016;49(11):1079–1087.
138. Uslu G, Özyürek T, Yılmaz K, Gündoğar M, Plotino G. Apically extruded debris during root canal instrumentation with Reciproc blue, HyFlex EDM, and XP-endo shaper nickel-titanium files. *J Endod*. 2018;44(5):856–859.
139. Bürklein S, Benten S, Schäfer E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: R eciproc, F 360 and One Shape versus M two. *Int Endod J*. 2014;47(5):405–409.
140. Toyoğlu M, Altunbaş D. Influence of different kinematics on apical extrusion of irrigant and debris during canal preparation using K3XF instruments. *J Endod*. 2017;43(9):1565–1568.
141. Arslan H, Doğanay E, Alsancak M, Çapar ID, Karataş E, Gündüz HA. Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc® instruments with various kinematics. *Int Endod J*. 2016;49(3):307–310.
142. Tinoco JM, De-Deus G, Tinoco EMB, Saavedra F, Fidel RAS, Sassone LM. Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multifile instrumentation systems. *Int Endod J*. 2014;47(6):560–566.
143. Dincer AN, Er O, Canakci BC. Evaluation of apically extruded debris during root canal retreatment with several NiTi systems. *Int Endod J*. 2015;48(12):1194–1198.
144. Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC, Türker SA, Sağsen B, Er Ö. Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *J Endod*. 2013;39(10):1278–1280.
145. Vallabhaneni S, Fatima K, Kumar TH. Cone-beam computed tomography assessment of root canal transportation using WaveOne Gold and Neoniti single-file systems. *J Conserv Dent JCD*. 2017;20(6):434-438.
146. Yammine S, Jabbour E, Nahas P, Majzoub Z. Foramen Changes following Over Instrumentation of Curved Canals with Three Engine-Driven Instruments: An In Vitro Study. *Iran Endod J*. 2017;12(4):454-461.

147. Sinai IH. Endodontic perforations: their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc.* 1977;95(1):90–95.
148. Agarwal RS, Agarwal J, Jain P, Chandra A. Comparative analysis of canal centering ability of different single file systems using cone beam computed tomography-An in-vitro study. *J Clin Diagnostic Res.* 2015;9(5):06-10.
149. Tambe VH, Nagmode PS, Abraham S, Patait M, Lahoti PV, Jaju N. Comparison of canal transportation and centering ability of rotary protaper, one shape system and wave one system using cone beam computed tomography: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2014;17(6):561-565.
150. Yang GB, Zhou XD, Zhang H, Wu HK. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in simulated root canals. *Int Endod J.* 2006;39(10):791–799.
151. Bane K, Faye B, Sarr M, Niang SO, Ndiaye D, Machtou P. Root canal shaping by single-file systems and rotary instruments: a laboratory study. *Iran Endod J.* 2015;10(2):135-139.
152. Gagliardi J, Versiani MA, de Sousa-Neto MD, Plazas-Garzon A, Basrani B. Evaluation of the shaping characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in curved canals. *J Endod.* 2015;41(10):1718–1724.
153. de Albuquerque MS, Nascimento AS, Gialain IO, de Lima EA, Nery JA, de Souza APR, de Menezes RF, Kato AS, Braz R. Canal Transportation, Centering Ability, and Dentin Removal after Instrumentation: A Micro-CT Evaluation. *J Contemp Dent Pract.* 2019;20(7):806-811.
154. Dhingra A, Ruhel N, Miglani A. Evaluation of single file systems Reciproc, Oneshape, and WaveOne using cone beam computed tomography—an in vitro study. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(4):30-34.
155. Bürklein S, Flück S, Schäfer E. Shaping ability of reciprocating single-file systems in severely curved canals: WaveOne and Reciproc versus WaveOne Gold and Reciproc blue. *Odontology.* 2019;107(1):96–102.
156. de Oliveira DJF, Leoni GB, da Silva Goulart R, de Sousa-Neto MD, Sousa YTCS, Silva RG. Changes in geometry and transportation of root canals with severe curvature prepared by different heat-treated nickel-titanium instruments: A Micro-computed Tomographic Study. *J Endod.* 2019;45(6):768–773.
157. Keskin C, Demiral M, Sarıyılmaz E. Comparison of the shaping ability of novel thermally treated reciprocating instruments. *Restor Dent Endod.* 2018;43(2) e15.
158. Duque JA, Vivan RR, Duarte MAH, Alcalde MP, Cruz VM, Borges MMB, Bramante CM. Effect of larger apical size on the quality of preparation in curved canals using reciprocating instruments with different heat thermal treatments. *Int Endod J.* 2019;52(11):1652-1659.
159. Gergi R, Arbab-Chirani R, Osta N, Naaman A. Micro-computed tomographic evaluation of canal transportation instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2014;40(8):1223–1227.

160. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Duarte MAH, Cavenago BC, Jaramillo D, Versiani MA. Shaping ability of Reciproc and TF Adaptive systems in severely curved canals of rapid microCT-based prototyping molar replicas. *J Appl Oral Sci.* 2014;22(6):509–515.
161. Gu Y, Kum K-Y, Perinpanayagam H, Kim C, Kum DJ, Lim S-M, Chang SW, Baek SH, Zhu Q, Yoo YJ. Various heat-treated nickel–titanium rotary instruments evaluated in S-shaped simulated resin canals. *J Dent Sci.* 2017;12(1):14–20.
162. Keskin C, Sarıyılmaz E, Demiral M. Shaping ability of Reciproc Blue reciprocating instruments with or without glide path in simulated S-shaped root canals. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2018;12(1):63-67.
163. Aydın U, Karataslioglu E. Evaluation of canal transportation after preparation with Reciproc single-file systems with or without glide path files. *J Conserv Dent.* 2017;20(4):230-233.
164. Kishore A, Gurtu A, Bansal R, Singhal A, Mohan S, Mehrotra A. Comparison of canal transportation and centering ability of Twisted Files, HyFlex controlled memory, and Wave One using computed tomography scan: An in vitro study. *J Conserv Dent .* 2017;20(3):161-165.
165. Duarte PM, da Silva PB, Alcalde MP, Vivan RR, da Rosa RA, Duarte MAH, Só MVR. Canal Transportation, Centering Ability, and Cyclic Fatigue Promoted by Twisted File Adaptive and Navigator EVO Instruments at Different Motions. *J Endod.* 2018;44(9):1425–1429.
166. Pacheco-Yanes J, Gazzaneo I, Pérez AR, Armada L, Neves MAS. Transportation assessment in artificial curved canals after instrumentation with Reciproc, Reciproc Blue, and XP-endo Shaper Systems. *J Investig Clin Dent.* 2019;10(3):e12417.
167. Poly A, AlMalki F, Marques F, Karabucak B. Canal transportation and centering ratio after preparation in severely curved canals: analysis by micro-computed tomography and double-digital radiography. *Clin Oral Investig.* 2019; 4255-4262.

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mustafa ALRAHHAL

Doğum Yeri : Resten-Suriye

Doğum Tarihi: 08.09.1989

Yabancı Dili: İngilizce

E-posta: shr2007a7a@gmail.com

İletişim Bilgileri: 5393754276

Öğrenim Durumu:

Lise: İbenkhaldon Lisesi (2008).

Mezun olduğu üniversite: Cairo Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi-Mısır (2013).



9. EKLER

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı Ni-Ti eğelerle yapılan kök kanal eğeleme sonrası oluşan apikal transportasyon ve debris taşmasının değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	38

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Gaziantep Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Gaziantep Üniversitesi Hayvan Deneyleri Araştırma Merkezi Binası (GAÜNDAM) Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 27310 Şehitkamil/Gaziantep
	TELEFON	
	FAKS	
	E-POSTA	etikkurul@gantep.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ

KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Dr.Öğr.Üyesi Fatma TUNÇ			
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Endodonti			
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı			
VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
DESTEKLEYİCİ				
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
	FAZ 2	☐		
	FAZ 3	☐		
	FAZ 4	☐		
	Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
	Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
	İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
	İlaç dışı klinik araştırma	☒		
	Diğer ise belirtiniz :			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama				
	SİGORTA	☐				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐				

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Aysun BARANSEL ISIR

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı Ni-Ti eğelerle yapılan kök kanal eğeleme sonrası oluşan apikal transportasyon ve debris taşmasının değerlendirilmesi		
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	38		
KARAR BİLGİLERİ	BIYOLOJİK MATERİYEL TRANSFER FORMU	☐	
	İLAN	☐	
	YILLIK BİLDİRİM	☐	
	SONUÇ RAPORU	☐	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐	
	DİĞER:	☐	
Karar No:2019/38		Tarih: 13.03.2019	
Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.			

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr.Aysun BARANSEL ISIR

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi	Katılım *	İmza
Prof. Dr.Aysun BARANSEL ISIR	ADLI TIP	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Prof.Dr. Yasemin ZER	MİKROBİYOLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Prof.Dr.Özlem ALTINDAĞ	FİZİK TEDAVİ ve REHABİLİTASYON	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Prof.Dr.Birgül ÖZÇİRPİCİ	HALK SAĞLIĞI	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Prof.Dr.Muradiye NACAK	TIBBİ FARMAKOLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. İlker SEÇKİNER	ÜROLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. Mehmet KESKİN	ÇOCUK ENDOKRİNOLOJİ VE METABOLİZMA HASTALIKLARI	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. Sinan AKBAYRAM	ÇOCUK HEMATOLOJİ ve ONKOLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. Ramazan BAL	FİZYOLOJİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Doç. Dr. Umut ELBOĞA	NÜKLEER TIP	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Dr.Öğr.Üyesi Serkan GÜRGÜL	BIYOFİZİK	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Dr.Öğr.Üyesi Eda Didem YALÇIN	AĞIZ DIŞ ve ÇENE RADYOLOJİSİ	Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Uzm. Dr. Günay KOZAN	KULAK, BURUN, BOĞAZ HASTALIKLARI	Gaziantep İl Sağlık Müdürlüğü	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Emine Aybiken YILDIRIM	AVUKAT (Hukukçu)	Gaziantep Barosu	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Recep TÜRK	BANKACI (Kamu Yönetimi)	Ziraat Bankası Gaziantep Bölge Yöneticisi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Aysun BARANSEL ISIR

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.