



T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI



**RESİPROKAL ve ROTASYONEL HAREKET YAPAN
FARKLI NİKEL TİTANYUM KÖK KANAL EĞELERİNİN
APİKALDEN TAŞAN DEBRİS MİKTARINA ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Nevzat KOÇ

UZMANLIK TEZİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL

DİYARBAKIR

2022



T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI



**RESİPROKAL ve ROTASYONEL HAREKET YAPAN
FARKLI NİKEL TİTANYUM KÖK KANAL EĞELERİNİN
APİKALDEN TAŞAN DEBRİS MİKTARINA ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Nevzat KOÇ

UZMANLIK TEZİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL

DİYARBAKIR

2022

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda 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 eklediğimi, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve tezimi Dicle Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu standartlarına uygun bir şekilde hazırladığımı beyan ederim.

__/__/2022

Nevzat KOÇ

İmza

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince engin bilgi ve tecrübelerine danışmaktan hiçbir zaman çekinmediğim, tez çalışmamda büyük yardımları olan kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL'e,

Eğitimim süresince benimle bilgi ve tecrübesini paylaşmaktan çekinmeyen, her koşulda yardımcı olmaya çalışan kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Sadullah KAYA'ya,

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve fikirlerinden çokça yararlandığım kıymetli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Merve YENİÇERİ ÖZATA'ya,

Her koşulda yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım kıymetli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi İbrahim UYSAL'a,

Uzmanlık eğitimime başladığım günden beri bana her zaman destek olan, değerli kıdemlim Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ESKİBAĞLAR'a,

Beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm mesai arkadaşlarıma,

Bugünlere gelmemde her zaman arkamda duran, maddi manevi fedakârlıklarda bulunan canım aileme,

Sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum...

İÇİNDEKİLER

BEYAN	i
TEŞEKKÜR.....	ii
SEMBOLLER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
RESİMLER DİZİNİ.....	ix
TABLO DİZİNİ	x
ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	3
1. GİRİŞ VE AMAÇ	5
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Kök Kanal Tedavisinin Amaçları	7
2.2. Kök Kanal Şekillendirme Yöntemleri.....	7
2.2.1. El eğeleri ile şekillendirme.....	7
2.2.2. Ni-Ti döner alet sistemleri ile şekillendirme	8
2.2.3. Hibrit teknik ile şekillendirme.....	9
2.3. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Uyulması Gereken Prensipler	9
2.3.1. Biyolojik amaçlar	9
2.3.2. Mekanik amaçlar	9
2.4. Ni-Ti Alaşımlarla İlgili Genel Bilgiler.....	10
2.5. Ni-Ti Döner Aletlerin Dizayn Özelliklerindeki Gelişmeler.....	12
2.5.1. Birinci nesil Ni-Ti döner eğe sistemleri	12
2.5.2. İkinci nesil Ni-Ti döner eğe sistemleri.....	13
2.5.3. Üçüncü nesil Ni-Ti döner eğe sistemleri.....	13
2.5.4. Dördüncü nesil Ni-Ti döner eğe sistemleri	15

2.5.5.	Beşinci nesil Ni-Ti döner eğe sistemleri.....	15
2.6.	Çalışmamızda Kullanılan Döner Eğe Sistemleri	16
2.6.1.	Reciproc.....	16
2.6.2.	Mtwo.....	17
2.6.3.	TruNatomy	18
2.7.	Apikalden Debris Ekstrüzyonu.....	20
2.8.	Apikalden Debris Ekstrüzyonuna Etki Eden Faktörler	21
2.8.1.	Çalışma boyu	21
2.8.2.	Apikal çap ve açıklık	21
2.8.3.	Kanalın eğim derecesi	22
2.8.4.	Kanal aletinin tasarımı ve enstrümantasyon tekniği	22
2.8.5.	İrrigasyon yöntemi ve solüsyonu.....	22
2.9.	Postoperatif Ağrı Çeşitleri.....	23
2.9.1.	Akut alevlenme (Flare-up).....	23
2.9.2.	Kök kanal tedavisinden sonra oluşan postoperatif ağrı	24
3.	GEREÇ VE YÖNTEM.....	25
3.1.	Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması.....	25
3.2.	Dişlerin Çalışma Boylarının Belirlenmesi.....	25
3.3.	Deney Düzenekinin Hazırlanması	26
3.4.	Dişlerin Gruplandırılması ve Kök Kanallarının Şekillendirilmesi	29
3.5.	Taşan Debris Miktarının Değerlendirilmesi	33
3.6.	İstatistiksel Analiz	35
4.	BULGULAR	37
5.	TARTIŞMA.....	40
6.	SONUÇLAR.....	49
7.	KAYNAKLAR.....	50
8.	EKLER	65

9.	ORJİNALLİK RAPORU	66
10.	ÖZGEÇMİŞ.....	67



SEMBOLLER VE KISALTMALAR

Af	: Östenit Dönüşümün Bittiği Nokta
As	: Östenit Başlangıç Noktası
ark.	: Arkadaşları
°C	: Santigrat derece
cc	: Santimetreküp
CM	: Kontrollü hafıza (Controlled Memory)
EDM	: Elektriksel Boşaltım İşleme
g	: Gram
G	: Gauge
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Örgütü
mm	: Milimetre
Mf	: Alaşımın Martensit Faza Geçtiği Soğutma Derecesi
Ms	: Martensit Başlangıç
MT	: Mtwo
M-Wire	: Hafızalı tel (Memory Wire)
ml	: Mililitre
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
N/cm	: Newton/santimetre
Ni-Ti	: Nikel-Titanyum
n	: Adet
NTDES	: Nikel-Titanyum Döner Eğe Sistemleri
p	: İstatistiksel Anlamlılık
RC	: Reciproc
rpm	: Dakikada devir sayısı (revolutions per minute)

SIM : Stres İndükleyici Martensitik Dönüşüm
SAF : Self-Adjusting File
SPSS : Statistical Package for the Social Sciences
sn : Saniye
ss : Standart sapma
TRN : TruNatomy
% : Yüzde



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Ni-Ti alaşımasının farklı sıcaklıkta ve deformasyon altında yapı değişimi	11
Şekil 2: Ni-Ti alaşımasının sıcaklığa bağlı faz değişimini gösteren grafik	12
Şekil 3: Deney düzeneğinin şematik gösterimi	28
Şekil 4: Kullanılan eğe sistemlerine göre taşan debris miktarı tablosu.....	38
Şekil 5: Kullanılan eğe sistemlerine göre taşan debris miktarının grafiksel gösterimi ..	38
Şekil 6: Eğe sistemlerinin ikili karşılaştırılmasının sıra ortalamasına göre gösterimi ...	39



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1: R25 (kırmızı), R40 (siyah), R50 (sarı) Reciproc eğeleri.....	17
Resim 2: Mtwo eğeleri	18
Resim 3: TruNatomy eğeleri	20
Resim 4: Ağırlık ölçümleri için kullanılan hassas terazi.....	26
Resim 5: Diş ve enjektör iğnesi yerleştirilen eppendorf tüpü kapağı.....	27
Resim 6: Çalışmada kullanılan deney düzeneğinin alüminyum folyo kaplanmadan önce (A) ve kaplandıktan sonra (B) görüntüleri	28
Resim 7: Çalışmada kullanılan irrigasyon iğnesi ve enjektörü	29
Resim 8: Çalışmada kullanılan endomotor	30
Resim 9: Çalışmada kullanılan TruNatomy eğeleri	31
Resim 10: Çalışmada kullanılan Mtwo eğeleri	32
Resim 11: Çalışmada kullanılan Reciproc R25 eğeleri.....	33
Resim 12: İnkübatör içerisine yerleştirilen örnekler	33
Resim 13: Çalışmada kullanılan inkübatör	34
Resim 14: İnkübatörden çıkarıldıktan sonra eppendorf tüpünde kalan debris	35

TABLO DİZİNİ

Tablo 1: Taşan debrıs miktarı bakımından eğe grupları arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonuçları.	37
---	----



Resiprokal ve Rotasyonel Hareket Yapan Farklı Nikel Titanyum Kök Kanal Eğelerinin Apikalden Taşan Debris Miktarına Etkisinin Değerlendirilmesi

Nevzat KOÇ

Danışman: Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL

Endodonti Anabilim Dalı

ÖZET

Giriş ve Amaç:

Kök kanal şekillendirmesi, kanal tedavisinin başarısını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Kanalların şekillendirilmesinde kullanılan eğe sistemleri arasındaki kinematik, metalürjik özellikler, tasarım ve eğe sayısı gibi farklılıklar apikalden taşan debris miktarını etkilemektedir. Bu in vitro çalışmanın amacı; TruNatomy (TRN) (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Reciproc (RC) (VDW GmbH, Münih, Almanya) ve Mtwo (MT) (VDW GmbH, Münih, Almanya) döner eğe sistemlerinin kullanılarak, apikalden taşan debris miktarının karşılaştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem:

Çalışmamıza 45 adet alt çene kesici insan dişi dâhil edildi. Schneider'e göre kanal eğimi $<10^\circ$ olan dişler seçildi. Dişler rastgele 3 eşit gruba ($n=15$) ayrıldı: TRN, RC ve MT. 10 nolu K tipi el eğesi ile köklerin kanal boyları ölçülerek, bu boydan 1 mm kısa olacak şekilde çalışma boyları kaydedildi. Dişler okluzalden aşındırılarak çalışma boyları 18 mm'ye standardize edildi. Dişler TRN, RC ve MT eğe sistemleri ile şekillendirildi. Bütün döner eğe sistemleri tek operatör tarafından üretici firmanın talimatlarına göre kullanıldı. Myers&Montgomery'nin hazırladığı deney düzeneğinden faydalanarak debris miktarı ölçüldü. Gruplardaki her dişe aynı yıkama prosedürü uygulandı ve eşit miktarda distile su kullanıldı. Eppendorf tüpü içindeki distile suyun buharlaşması için tüpler 70°C 'de 5 gün süre ile inkübatörde bekletildi.

Eppendorf tüplerinin boş ağırlıkları ve inkübatörden çıkarıldıktan sonraki ağırlıkları 10^{-4} gr hassasiyetindeki hassas terazi ile ölçüldü. Ağırlıklar arasındaki fark kaydedilerek taşan debris miktarı hesaplandı.

Bulgular:

Verilerin normallik testi Shapiro Wilk's testi ile incelenmiş olup, çalışma grupları arasındaki debris miktarı açısından istatistiksel farklılık Kruskal Wallis H testi ile belirlendi ve gruplar arasında debris miktarı açısından anlamlı farklılık bulundu ($p < 0,05$). Kruskal Wallis-H testinde anlamlı farklılıkların olması durumunda Post-Hoc Çoklu Karşılaştırma Testi ile farklı olan ikili gruplar belirlendi.

TRN ile MT arasında istatistiksel olarak fark vardı ($p < 0,05$). TRN ve RC de istatistiksel olarak farklılık gösterdi ($p < 0,05$). Ancak RC ve MT arasında istatistiksel fark yoktu ($p > 0,05$).

Sonuç:

Yaptığımız çalışmada tüm eğe sistemleri kök kanalının apikalinden debris taşırdı. TRN, klinik olarak kabul edilebilir bir şekilde apikalden daha az debris taşırmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Kök Kanal Şekillendirmesi, Apikal Debris Taşması, TruNatomy, Mtwo, Reciproc*

Evaluation of the Effect of Different Nickel-Titanium Root Canal Files with Reciprocal and Rotational Movement on the Amount of Apical Debris Extrusion

Nevzat KOÇ

Adviser of Thesis: Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL

Department of Endodontics

ABSTRACT

Introduction and Objective:

Root canal shaping is one of the factors affecting the success of root canal treatment. Differences in kinematics, metallurgical properties, design, and number of files between file systems used in canal shaping affect the amount of apically extruded debris. The aim of this in vitro study was to compare the amount of apically extruded debris using TruNatomy, Reciproc, and Mtwo rotary file systems.

Materials and Methods:

In our study, 45 mandibular human incisors were included. Teeth with canal inclination $<10^\circ$ according to Schneider were selected. The specimens were randomly distributed into 3 balanced groups ($n= 15$): TRN, RC, and MT. The canal lengths of the teeth were measured with a 10 K hand file and the working lengths were recorded as 1 mm shorter than this length. The root canal working lengths were standardized to 18 mm by abrading the teeth occlusal. Root canals were shaped with TRN, RC, and MT file systems. All rotary file systems were used by a single operator according to the manufacturer's instructions. The amount of debris was measured using the experimental apparatus prepared by Myers & Montgomery. The same irrigation procedure was applied to each tooth in the groups and an equal amount of distilled water was used. The tubes were kept in an incubator at 70 °C for 5 days to evaporate the distilled water in the Eppendorf tubes.

The empty weights of the Eppendorf tubes and the weights of the tubes after removal from the incubator were measured with a 10^{-4} g precision balance. The amount of overflowing debris was calculated by recording the difference between the weights.

Results:

The normality test of the data was analyzed by Shapiro Wilk's test and the statistical difference between the study groups in terms of debris amount was determined by the Kruskal Wallis H test and at least one group was found to be different in terms of debris amount ($p < 0.05$). In case of significant differences in the Kruskal Wallis-H test, the different paired groups were determined by Post-Hoc Multiple Comparison Test.

There was a statistical difference between TRN and MT ($p < 0.05$). TRN and RC also showed a statistical difference ($p < 0.05$). RC and MT had no statistical differences ($p > 0.05$).

Conclusion:

In our study, all file systems extruded debris from the apical part of the root canal. TN were files that produced the lowest amount of apically extruded debris that is clinically acceptable.

Keywords: *Root Canal Shaping, Apical Debris Extrusion, TruNatomy, Mtwo, Reciproc*

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Endodontik tedavi, hastaların doğal dişlerini fonksiyon ve estetik açısından koruyabilmeleri için vital ve/veya nekrotik diş pulpasının tedavi edilmesini içerir (1). Geleneksel şekilde bu durum, kemomekanik şekillendirmeler ve irrigasyon ajanları kullanılarak kök kanallarındaki mikroorganizmaların uzaklaştırılması ve ardından kök kanal dolgusu ile birlikte sızdırmaz bir şekilde kalıcı koronal restorasyon yapılarak sağlanır (2, 3). Nekrotik doku artıkları, dentin talaşları, pulpa artıkları, mikroorganizmalar ve irriganlar kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında periapikal bölgeye taşabilmektedir (4). Eski kök kanal dolgu materyalleri de tedavi yenileme işlemleri sırasında periapikal dokulara taşabilir. Benzer şekilde, tedavi sırasında kırık endodontik aletler kök ucundan dışına çıkarak korozyona neden olabilir (5).

Enfekte dişlerle ilişkili asemptomatik kronik periapikal lezyonlarda, mikrobiyal saldırganlık (enfekte endodontik mikrobiyotadan) ile periradiküler dokulardaki konak savunması arasında bir denge vardır. Kemomekanik şekillendirme sırasında, mikroorganizma apikal olarak ekstrüde edilirse, öncekinden daha fazla sayıda uyarıcı ile karşılaşan konakta saldırganlık savunma dengesi bozulacaktır (6). Bu durumların hepsi inflamasyonun artmasına ve postoperatif ağrıya neden olarak, periapikal bölgedeki lezyonların iyileşmemesi gibi istenmeyen durumlara yol açabilir (7).

Kök kanal preperasyonu için manuel ve döner eğe sistemleri kullanılmaktadır. Döner eğe sistemleri manuel genişletmeye göre daha hızlı, daha efektif bir tedavi sağlamaktadır (8). Bundan dolayı günümüzde döner eğe sistemlerinin birçok özelliği (kırılma direnci, şekillendirme yeteneği, dentinde mikro çatlak oluşturma miktarı, apikalden taşan debris miktarı gibi) araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte her gün yeni bir döner eğe sistemi üretilmekte ve piyasaya sunulmaktadır. Döner eğe sistemlerinin mekanik özelliklerinde ve tasarımlarında (taper açısı, kesme açısı, yiv açısı gibi) değişiklikler yapılmaktadır (9).

Günümüzde kök kanal şekillendirme yöntemlerinin ve bu amaçla kullanılan eğe sistemlerinin hepsi apikalden debris taşırmaktadır. Fakat taşan debris miktarı

şekillendirme yöntemine ve eğe sistemine göre değişebilmektedir (10, 11). Yapılan çalışmalarda döner eğe sistemlerinin, el eğelerine oranla apikalden çok daha az debris çıkışına neden olduğu bildirilmiştir (8, 12). Döner eğelerin farklı hareket sistemlerinde (rotasyon/resiprokasyon) kullanımı, kullanılan eğe sisteminin sayısı (tekli sistem/çoklu sistem) ve konikliği taşan debris miktarını etkilemektedir (13-15). Hangi döner eğe sisteminin ya da sistemlerinin kombine uygulanmasının periapikal dokulara daha az debris taşıdığı hala tartışılan bir konudur. Akut alevlenme (flare up) klinisyenlerin karşılaşmak istemeyeceği durumlardan biri olup, apikalden taşan debris miktarının bilinmesi ve bununla ilişkili olarak kullanılan eğelerin akut alevlenme oluşturma ihtimallerinin tahmin edilebilir olması klinisyenlerin başarısını arttıracaktır.

Apikalden taşan debrisini incelemek için geçmişten günümüze birçok düzenek kullanılmıştır. Bu düzenekler oluşturulurken en önemli kriterler belirli bir standartın olması ve hassas bir şekilde sonuçların ölçümüdür. Çalışma boyuna bağlı kalınması, kurvatürlü kanallar, farklı apikal foramen genişlikleri, kullanılan preperasyon tekniği ve döner eğe sistemleri, uygulanan irrigasyon miktarı ve çeşidi, operatörün el hassasiyeti gibi birçok faktör bu alandaki çalışmaların zorluğunu ve standardizasyonun önemini göstermektedir.

Literatürde, çalışmamızda kullandığımız 3 farklı döner eğe sisteminin apikalden taşan debris miktarı üzerine etkisini karşılaştıran herhangi bir çalışma mevcut değildir. Bu in vitro çalışmanın amacı; farklı kinematik, tasarım ve yapısal özelliklere sahip olan TruNatomy, Mtwo ve Reciproc döner eğe sistemlerinin kök kanal şekillendirilmesi esnasında apikalden taşan debris miktarının ölçülerek, karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanal Tedavisinin Amaçları

Endodontik tedavide başarı, enfekte pulpa dokusunu ve mikroorganizmaları kök kanal sisteminden uzaklaştırıp temizlemek, kanal boşluğunu sızdırmaz bir şekilde tamamen tıkmak ve böylece enfeksiyonun kalıcılığını ve/veya pulpa boşluğunun yeniden enfekte olmasını önlemektir (16). Kanalin tekrar enfekte olmasını engellemek için kemomekanik yöntemler kullanılarak tüm kanal sisteminin dezenfeksiyonu sağlanmalıdır. Kimyasal ve mekanik dezenfeksiyon işlemlerinin sahip olduğu çeşitli kısıtlamalar nedeniyle, bu tekniklerin birlikte kullanılması çok önemlidir (17, 18).

Endodontik tedaviyi takiben kök kanal sisteminde meydana gelen mikrobiyal kolonizasyon, postoperatif dönemde inatçı apikal periodontitisin ana etkenidir (19). Bundan dolayı kök kanal dolgu materyallerinin, tüm mevcut alanlar sınırlandırılarak bakterilerin ve besinlerin kanal sistemine girişini engelleyip kalan bakterilerin çoğalmasını önlemesi beklenir (20). Uygun teşhis ve tedavi planlaması ile birlikte kimyasal ve mekanik faktörlerin kombine olarak uygulanması, endodontik tedavinin amaçlarına ulaşmak için gerekli temel unsurları oluşturur (21).

2.2. Kök Kanal Şekillendirme Yöntemleri

Kök kanallarının şekillendirilmesinde geçmişten bugüne kadar çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler el eğeleri ile şekillendirme, döner alet sistemleri ile şekillendirme, sonik ve ultrasonik ile şekillendirme, lazer sistemlerinin kullanımı ve enstrümantasyon kullanılmayan tekniklerdir (4).

Günümüzde en çok kullanılan şekillendirme teknikleri; el eğeleri ile şekillendirme, farklı sistemlerde çalışan döner alet sistemleri ile şekillendirme ve hibrit tekniktir. Hibrit teknik, el ve döner alet sistemleri ile yapılan şekillendirmenin beraber kullanılmasıdır.

2.2.1. El eğeleri ile şekillendirme

El eğesi ile kanal şekillendirilmesi 0.02 taper açılı paslanmaz çelik eğelerle yapılmaktadır. Bu eğeler, paslanmaz çeliğin özel yöntemlerle burkulması veya

şekillendirilmesi ile elde edilirler. Birçok çeşit el eğesi bulunmasına rağmen klinik pratikte en çok K tipi ve Hedström (H tipi) eğeler kullanılmaktadır. Yaygın kullanılan bu eğelerin tasarım özelliklerine bağlı olarak çalışma prensipleri farklıdır. K tipi eğeler daha çok rotasyonel hareketlerde, H tipi eğeler sadece doğrusal hareketlerde kullanılmaktadır (22).

Paslanmaz çelik eğeler, düşük taper açısına sahip olduklarından kök kanal şekillendirilmesinde yeterli koniklik sağlamamaktadır. Yeterli koniklik sağlanmadığında etkin irrigasyon yapılamamakta ve debrisin apikale taşmasına neden olmaktadır. Ayrıca bu eğeler esnek olmadıklarından eğimli kanallarda iyatrojenik hasarlara neden olabilmektedir. Paslanmaz çelik eğelerin bu dezavantajları sebebiyle Ni-Ti alaşımdan yapılmış, süperelastik el eğeleri geliştirilmiştir. Ni-Ti eğeler ön eğim verilmeden kullanılmakta, eğimli kanallara uyum sağlamakta ve basamak, transportasyon, alet kırığı gibi komplikasyonları el eğelerine göre azaltmaktadır (23).

El eğeleri ile yapılan şekillendirme teknikleri şunlardır (24):

- Standart teknik,
- Step-back tekniği,
- Step-down tekniği,
- Crown-down tekniği
- Dengeli kuvvetler tekniği

2.2.2. Ni-Ti döner alet sistemleri ile şekillendirme

Ni-Ti alaşımların temel özelliği şekil hafızası ve süper elastik yapısıdır. Ni-Ti alaşımların elastik modülü paslanmaz çelik eğelere göre düşük olduğundan, şekillendirme yaparken dentine daha az kuvvet uygular. Ni-Ti'nin süper elastikliği, %8'e kadar gerinimdeki deformasyonların geri kazanılabilmesini sağlar. Bu oran paslanmaz çelikte ise %1'den bile azdır (23). Ni-Ti alaşımların önemli olan bu özelliği, östenit ve martensit iki farklı kristalin formundan kaynaklanır.

El eğeleri düşük tork gücüne sahip olduğu için, yüksek tork özelliği olan endodontik motorlar geliştirilmiştir. Bu cihazlar; sıkıştığında otomatik olarak durma veya yavaşlama, aletin ucu sıkıştığında çalışma yönünün tersinde dönme, elektronik apeks bulucu gibi özellikler eklenerek çok daha fonksiyonel hale gelmiştir. Dentine

hızlı ve etkin şekilde şekillendirilmesi için yüksek torklu endodontik motorlar tercih edilmiştir ve bunun sonucu olarak, endodontik motorlar piyasaya ilk çıktığında alet kırığı oranının yüksek olduğu görülmüştür. Alet kırığı oranını azaltmak amacıyla motorlara her bir ege için farklı tork ve hız özellikleri eklenmiş, böylece daha kontrollü çalışarak alet kırığı riski azaltılmıştır (25).

2.2.3. Hibrit teknik ile şekillendirme

Döner ege sistemleri ile el egelerinin beraber kullanılarak geliştirilen preparasyon teknikleridir. Hibrit şekillendirme, en iyi biyomekanik temizleme ve şekillendirme sonuçlarını ve en az prosedürel hataları elde etmek için farklı ege sistemlerini birleştirme ve bireysel klinik durumları yönetmek için farklı enstrümantasyon teknikleri kullanmayı içerir. Hibrit konsept; güvenli, hızlı ve öngörülebilir sonuçlar için farklı sistemlerin en iyi özelliklerini birleştirir (26).

2.3. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Uyulması Gereken Prensipler

Kök kanal preparasyonu sırasında uyulması gereken prensipler genel olarak biyolojik ve mekanik amaçlar olarak sınıflandırılabilir.

2.3.1. Biyolojik amaçlar

Kök kanal preparasyonu sırasında uyulması gereken biyolojik amaçlar şunlardır (21):

- Apikal foramenden periapikal dokulara debris itilmemelidir.
- Kanal şekillendirilmesi esnasında kök sınırları dışında çalışılmamalıdır.
- Kanal boşluğundaki enfekte tüm dokular uzaklaştırılmalıdır.
- Medikamentler için yeterli boşluk oluşturulmalıdır.

2.3.2. Mekanik amaçlar

Kök kanal şekillendirilmesinin mekanik amaçları, biyolojik hedeflere ulaşmak ve yüksek kalitede kök kanal dolgusunun yerleştirilmesini kolaylaştırmak için kök kanal sisteminin şekillendirmesini kapsamaktadır (27).

Schilder, 1974 yılında kemomekanik preparasyonun ideal hedeflerini şu şekilde bildirmiştir (21):

- Kök kanal şekillendirilmesi apeksten koronale doğru artacak şekilde konik formda (flaring) şekillendirilmeli,
- Kök kanalının orijinal formuna riayet edilerek şekillendirme yapılmalı,
- Apikal foramende yer değişikliği yapılmamalı,
- Apikal foramen kanalın en dar yeri olmalı ve olabildiğince az şekillendirilmelidir.

2.4. Ni-Ti Alaşımlarla İlgili Genel Bilgiler

W.F. Buehler tarafından tanıtılan Ni-Ti alaşımı sudan etkilenmeyen, manyetik olmayan, dayanıklı olan bir alaşım arayışı sırasında, şekil hafızası olduğu ortaya konularak keşfedilmiştir. Alaşıma NiTiNOL ismi verilmiştir. Keşfedilen elementlerin ilk heceleri (Ni-Ti) ile keşfedildiği yer olan Maryland'daki "Naval Ordnance Laboratory"nın ilk harflerinin (NOL) birleştirilmesiyle ismi oluşturulmuştur (28). Ni-Ti, metalurjinin normal kurallarına uymadığı için egzotik bir metal olarak adlandırılır. Kanal tedavisinde kullanılan Ni-Ti alaşımları yaklaşık olarak ağırlıkça %56 nikel ve %44 titanyum içerir (23).

Ni-Ti alaşımları temelde medikal ve endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır. Ni-Ti alaşımı diş hekimliğinde ilk olarak ortodontik tedavilerde ark teli olarak kullanılmıştır. Cıvjan ve ark., çalışmalarında alaşımın uygun mekanik özellikleri nedeniyle endodonti alanında da kullanılabileceği savunmuşlardır (29).

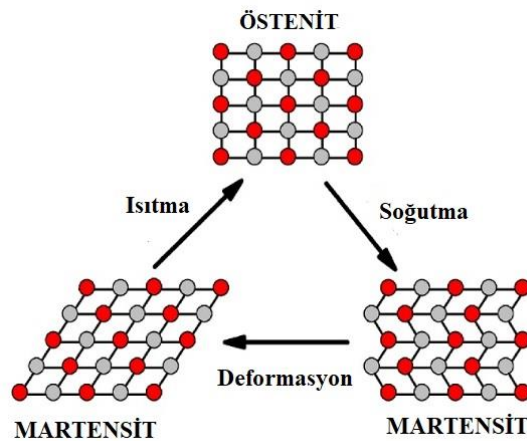
Ni-Ti kanal aletlerinin endodontide kullanılmaya başlanması Walia ve ark.'nın 1988 yılında yaptıkları çalışmaya dayanmaktadır. Bu çalışmada 0.02 inç çaplı NiTiNOL telinden 15 numaralı kanal eğesi üretilmiştir (23, 30).

Ni-Ti döner aletlerin piyasaya sürülmesi, sadece kök kanal sisteminin daha kolay ve daha hızlı şekillendirilmesini sağlamakla kalmamış, aynı zamanda önemli ölçüde daha az iyatrojenik hasar ile tutarlı, öngörülebilir ve tekrarlanabilir şekillendirme

sağlamıştır (4, 31, 32). Bu durum manuel şekillendirme tekniklerine göre çok önemli bir avantajdır, çünkü paslanmaz çelik eğeler ile şekillendirmenin (kullanılan teknik veya ege tipi ne olursa olsun) kanallarda zip, perforasyon, kanal transportasyonu gibi istenmeyen sonuçlara yol açtığı gösterilmiştir (33-36).

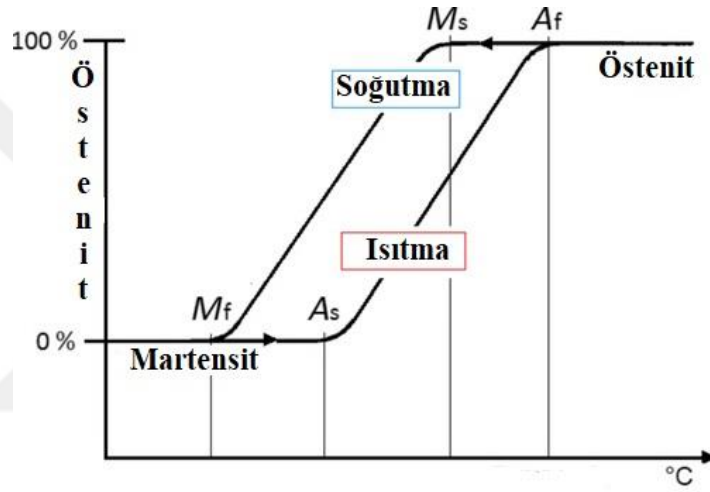
Ni-Ti eğeler, klinik kullanımda stres faktörlerinin neden olduğu döngüsel yorgunluk nedeniyle kırılma riski taşımaktadırlar (37, 38). Klinik kullanımda alet kırığı riski tedavinin başarısı açısından sorun oluşturmaktadır (1, 39). Ni-Ti alaşımlara elektro parlatma ile yüzey modifikasyonu gibi farklı termomekanik işlemler uygulanarak, mikromekanik yapısını ve faz dönüşüm davranışını güçlendirmek hedeflenmiştir (40-42).

Uygulanan kuvvete bağlı ortaya çıkan stresin, metalin bileşimi ve metalurjik işlemler üzerinde çarpıcı etkileri vardır. Pratik uygulamalar açısından Ni-Ti üç farklı forma sahip olabilir: martensit, stres indükleyici martensit (SIM) ve östenit. Sabit sıcaklık altında, östenit fazda uygulanan kuvvete bağlı olarak ortaya çıkan stres, alaşımin martensitik faza dönüşmesini sağlayabilir. Esnek yapıda olan bu forma stres indükleyici martensit dönüşüm (SIM) denir. Stres ortadan kaldırıldığında ise Ni-Ti alaşım tekrar orijinal hali olan östenit faza döner (43, 44). Malzeme martensit formundayken yumuşak ve sünektir, bundan dolayı kolayca deforme olabilir. SIM Ni-Ti oldukça elastikken, östenitik Ni-Ti oldukça güçlü ve serttir (45). Ni-Ti alaşımı tüm bu özelliklere sahiptir ve hangi durumda olacağı stres ve sıcaklığa bağlıdır (46).



Şekil 1. Ni-Ti alaşıminin farklı sıcaklıkta ve deformasyon altında yapı değişimi (45)

Östenit Ni-Ti ve martensit Ni-Ti'nin bazı özellikleri önemli ölçüde farklıdır. Martensit Ni-Ti ısıtıldığında östenite dönüşmeye başlar. Bu dönüşümün başladığı sıcaklığa östenit dönüşüm başlangıç sıcaklığı (A_s), tamamlandığı sıcaklığa ise östenit bitiş sıcaklığı (A_f) denir. A_f , malzemenin şekil hafıza dönüşümünü tamamlamış olacağı ve süperelastik özelliklerini göstereceği anlamına gelir. Östenit Ni-Ti soğutulduğunda martensite dönüşerek daha esnek hale gelir. Bu dönüşümün başladığı sıcaklığa martensit başlangıç sıcaklığı (M_s) denir. Martensitin tamamen geri döndüğü sıcaklığa martensit bitiş sıcaklığı (M_f) denir (44, 47).



Şekil 2. Ni-Ti alaşımının sıcaklığa bağlı faz değişimini gösteren grafik (47)

2.5. Ni-Ti Döner Aletlerin Dizayn Özelliklerindeki Gelişmeler

Ni-Ti döner alet sistemleri geçmişten günümüze hem tasarım hem de fonksiyon anlamında sürekli gelişim göstermiştir ve bu özelliklerine göre sınıflandırma 5 farklı nesil şeklinde yapılmıştır (48, 49).

2.5.1. Birinci nesil Ni-Ti döner eğe sistemleri

Birinci nesil Ni-Ti döner eğe sistemleri (NTDES) ilk olarak 1990'ların ortalarında Dr. John McSpadden tarafından tanıtılmıştır. Bu döner eğelerin en önemli özelliği, çalışma uzunlukları boyunca sabit 0,04- 0,06 koniklikte pasif kesen radyal alana sahip olmasıdır. Bu kategorideki başlıca önemli Ni-Ti döner aletler, LightSpeed-Kerr

(1992), Profile-Dentsply (1993), Quantec-SybronEndo (1996) ve GT System-Dentsply (1998)'dir (49, 50). Bu nesil Ni-Ti döner aletlerin temel eksikliği; şekillendirme için birden fazla eğe gerektirmesi, yüksek kırılma oranı ve karmaşık kullanıma sahip olmasıdır (49).

2.5.2. İkinci nesil Ni-Ti döner eğe sistemleri

İkinci nesil NTDES 2001 yılında piyasaya sürülmüştür. Bu eğelerin radyal alanları olmayıp, daha yüksek kesme verimliliğine sahip aktif kesici kenarları vardır; bu nedenle tam temizleme ve şekillendirme elde etmek için gereken alet sayısı önceki nesle kıyasla azalmıştır (49). İkinci nesil eğeler daha iyi kesme etkinliği için pozitif rake açısına sahiptir. Bu nesildeki önemli sistemler; ProTaper Universal-Dentsply, K3-SybronEndo, Mtwo-VDW, Hero Shaper-Micro-Mega ve iRace Plus-FKG Dentaire'dir.

Bazı araştırmacılar, bu sistemlerin kullanımı sırasında yüksek kırılma eğilimi ile birlikte kanal transportasyonunu bildirmiş olsa da, çeşitli çalışmalar bu sistemlerin hızlı şekillendirme etkinliğini ve ayrıca eğimli, kalsifiye gibi zorlu durumlarda bile kanalların orijinal şeklini koruduğunu bildirmiştir (51-53).

Birinci ve ikinci nesil NTDES ağız içi çalışma sıcaklığında östenit fazda bulunurlar (54).

2.5.3. Üçüncü nesil Ni-Ti döner eğe sistemleri

Üçüncü nesilden itibaren üretilen eğe sistemleri ‘yeni nesil eğeler’ olarak isimlendirilmektedir. Üçüncü nesil NTDES’in özellikle eğimli kanallarda kırılma riskini azaltmak için Ni-Ti alaşımlarına ısıtma ve soğutma teknolojileri uygulanmıştır. Ni-Ti alaşımının bu gelişen metalürjik özellikleri sayesinde eğelerin döngüsel yorgunluğunun ve ayrıca alet kırığı riskinin azalması sağlanmıştır. Bu eğe sistemlerinde şekil hafızası özelliği vardır ve böylece eğe kanal dışına çıkarıldığında kanalın şeklini alır (55). M-wire, CM-wire ve R-faz teknolojilerinin uygulanması bu neslin önemli metalürjik teknolojilerindendir (56-58).

K3 XF-SybronEndo, Profile GTX Serisi-Dentsply, HyFlex CM-Coltene ve Vortex Blue-Dentsply bu neslin eğe sistemleridir.

2.5.3.1. M-Wire teknolojisi

Dentsply firması tarafından 2007 yılında tanıtılan M-Wire, Ni-Ti teline bir dizi ısıtıl işlem uygulanarak üretilmektedir (23). Uygulanan işlemde ötürü östenit bitiş sıcaklığı (Af) 40-50  C olup, normalden daha yüksektir. Bu da aleti geleneksel Ni-Ti telinden daha süper elastik hale getiren az miktarda R-fazı ve martensit ile östenitin faz bileşimine yol açar (54). Bu aletler, martensitik dönüşümleri için geleneksel Ni-Ti aletlerine göre daha az strese ihtiyaç duyarlar. Döngüsel yorgunluğa karşı daha fazla direnç gösterirler. Geleneksel Ni-Ti alaşıımı ile karşılaştırıldığında, M-wire teli daha iyi merkezi konumlandırma kabiliyetine sahiptir, eğimli kök kanalının orijinal şeklini daha iyi koruyabilir ve transportasyonu azaltabilir (59).

2.5.3.2. R-faz teknolojisi

M-Wire'ın piyasaya sürülmesinden kısa bir süre sonra, R-faz teknolojisi 2008 yılında Sybron Endo firması tarafından geliştirilmiştir. R-fazı, ısıtmada martensitten östenite ileri dönüşüm ve soğutmada östenitten martensite ters dönüşüm sırasında oluşıabilen bir ara fazdır (eşkenar dörtgen yapı) (60). R-fazının faz bileşimi tamamen   stenittir. R-fazı daha düşük kayma modülüne (shear modulus) sahiptir ve dönüşüm gerilimi, martensit dönüşümünün onda birinden daha azdır (61).

R-fazı daha az dönüşüm gerilimi ile düşük elastik modülün benzersiz özelliklerini sergiler. Bu nedenle, üretim sırasında Ni-Ti alaşıım, kolay bükülme için R-fazına getirilecek ve daha sonra kararlı östenit fazına geri dönecektir. Böylece R-faz telinden yapılmış bir alet daha esnek olacaktır (62).

2.5.3.3. CM-Wire (Controlled Memory) teknolojisi

2010 yılında piyasaya sürülen CM Ni-Ti tel, geleneksel Ni-Ti alaşıımının %54,5-%57' lik nikel içeriğiyle karşılaştırıldığında, daha az nikel (%52) içerir. Bu değişiklik alaşıımın mekanik özelliklerini daha da geliştirmiştir. CM Ni-Ti alaşıımının, eğeyi son derece esnek hale getiren belleği kontrol eden özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir

(63). CM telin faz bileşimi tamamen martensitten yapılmıştır. Vücut ve kök kanal sıcaklığında sadece şekil hafıza özelliği sergiler, süper elastikiyet göstermez. Fakat tel, sterilizasyon gibi yüksek ısıya maruz kaldıktan sonra süper elastik özelliği sergileyebilir (64). CM telin süper esneklik özelliği yoktur, bu nedenle kanal morfolojisine uyum sağlama eğilimindedir ve eğimli kanalların şekillendirilmesi sırasında tamamen düzleşmezler. Bu nedenle, CM telinin geleneksel Ni-Ti tellere göre en büyük avantajı kanal transportasyonu yapmamasıdır (64).

2.5.4. Dördüncü nesil Ni-Ti döner eğe sistemleri

Bu nesile kadar piyasaya sunulan döner alet sistemleri rotasyon hareketi ile çalışmaktayken, dördüncü nesil döner alet sistemleri resiprokasyon hareketi ile çalışmaktadır. Tekrarlayan ileri geri veya yukarı aşağı hareket olarak tanımlanan resiprokasyon, 1950'lerin sonlarında ilk kez Fransız diş hekimi Blanc tarafından tanıtılan kanal şekillendirilmesinde başka bir felsefedir. Racer ve Giromatic, resiprokasyon hareketi yapan ilk endomotorlardandır.

Wave One-Denstply ve Reciproc-VDW resiprokasyon hareketi yapan tek eğe sistemleri olarak 2011 yılında piyasaya sunulmuştur.

Birçok çalışma, dördüncü nesil eğe sistemleri olan Wave One ve One Shape tek eğeli sistemlerin, kanalın orijinal şeklini koruyarak kök kanalındaki bakteri sayısını etkili bir şekilde azaltabildiğini göstermiştir (65, 66).

Wave One-Dentsply, Self-Adjusting File (SAF)- ReDent Nova ve Reciproc-VDW dördüncü neslin öne çıkan eğeleridir.

2.5.5. Beşinci nesil Ni-Ti döner eğe sistemleri

Beşinci neslin en önemli farkı kütle ve rotasyon merkezinin eğelerden alınan bir kesitte asimetric olarak tasarlanmış olmasıdır. Çalışma sırasında dengelenmiş tasarıma sahip eğeler, eğenin çalışan kısımları boyunca dolaşan mekanik bir dalga hareketi (snake-like) yapmaktadır. Bu tasarım sayesinde eğe ile dentin arasında en az şekilde temasın sağlanması amaçlanmıştır (67).

Dördüncü nesli temel alan resiprokasyon felsefesine rağmen, beşinci neslin Revo-S ve One Shape sistemleri, kök kanal sistemi içindeki aletlerin sürekli saat yönünde döndürülmesiyle uygun kök kanal şekillendirmesi sunar.

HyFlex EDM-Coltene, Revo-S-MicroMega, One Shape-Micro-Mega ve ProTaper Next-Dentsply, beşinci neslin önemli eğe sistemleridir.

2.6. Çalışmamızda Kullanılan Döner Eğe Sistemleri

2.6.1. Reciproc

Reciproc (RC, VDW GmbH, Münih, Almanya), dördüncü nesil eğe sistemlerinden biri olup M-Wire teknolojisi ile üretilmiştir. Eğenin tüm çalışan kısmı boyunca enine kesiti S şeklinde olup dentin duvarlarına iki noktadan temas eder (68).

Reciproc sistemi; R25, R40 ve R50 olarak 3 farklı eğeden oluşup bu eğelerin uç çapları sırasıyla 0.25, 0.40, 0.50 mm ve taperları sırasıyla %8, %6, %5'dir (68). VDW Gold endodontik motorunda resiprokal harekette çalışan eğeler için tork ve hız ayarları üretici firma tarafından ayarlanmış olup klinisyenler bunu değiştirememektedir.

Resiprokasyon hareketi, saat yönünün tersine (SYT) çalışarak kesme yapar ve saat yönünde (SY) çalışarak eğeyi serbestleştirir. Bu hareket SYT'de daha fazla çalışır. RC eğe sistemi üretici talimatlarına göre 300 rpm'de 150° SYT çalışırken, SY 30° çalışmaktadır (69).

Klinik kullanımda RC eğesini tek bir hareketle apikale ulaştırmamak önemlidir. Bunun yerine yavaş bir şekilde gagalama hareketiyle (pecking) 3 mm ilerleyerek apikale ulaşmaya çalışılmalıdır.



Resim 1. R25 (kırmızı), R40 (siyah), R50 (sarı) Reciproc eğeleri

2.6.2. Mtwo

2004 yılında piyasaya çıkan Mtwo (MT, VDW GmbH, Mönih, Almanya), Hedstrom eğeleri baz alınarak tasarlanmış, rotasyon hareketi ile çalışan, ikinci nesil döner eğesi sistemidir. İki oluklu S şeklinde bir kesite ve vidalama etkisini azaltmak için tasarlanmış dik sarmal açığa sahiptir (70).

Eğenin kesen kısmı 16 mm olup, uzun kanallar için kesen kısmı 21 mm uzunluğunda üretilmiş olan çeşidi de vardır. Eğenin üzerinde bulunan halkalar taperlarını göstermektedir. 1 halka 0.04, 2 halka 0.05, 3 halka 0.06, 4 halka 0.07 tapera sahiptir.

Mtwo eğe sistemi temel sıra olarak;

- 10/0.04 mor
- 15/0.05 beyaz
- 20/0.06 sarı
- 25/0.06 kırmızı kuşaklı eğelerden oluşur.

Mtwo, dentin talaşlarının kanalın koronaline tahliyesi için minimum radyal temasın yanı sıra geniş ve derin oluklar şeklinde tasarlanmıştır. Üretici firmanın talimatlarına göre 280 rpm hızda kullanılmalıdır. Tork değeri ise kullanılan eğeye göre değişmekte olup 1,2 Ncm ile 2,3 Ncm arasındadır.



Resim 2. Mtwo eğeleri

2.6.3. TruNatomy

TruNatomy (TRN, Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre) ismi, True, Naturel ve Anatomy İngilizce kelimelerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. TRN, 2019 yılında piyasaya sunulan, çoğu döner eğenin üretiminde kullanılan 1,2 mm Ni-Ti tel yerine 0,8 mm Ni-Ti telden üretilen yeni nesil bir eğe sistemidir (71). Eğenin ince bir Ni-Ti telden (0,8 mm) yapılmış olmasının, döngüsel yorulma direncini arttırdığı bildirilmiştir (72).

TRN, geleneksel Ni-Ti ve M-wire teknolojisi ile üretilen eğelerden farklı olarak mikro frezeleme (micro milling) işleminden sonra bir özel ısıtma işlemine tabi tutulmuş olup, bunun sonucunda süper elastik ve şekil hafızası ile ilgili özellikleri geliştirilmiştir. TruNatomy eğeleri, geleneksel Ni-Ti teli veya M-Wire ile karşılaştırıldığında daha az belleğe sahiptir ve düşük hafızalı bir tel olduğu için eğimli

bir kanaldan çıkarıldığında hafif eğimli şekilde olabilir. Bu nedenle eğe, kanalın doğal şeklini takip edecek ve kanalın daha az deformasyonuna neden olacaktır (73).

Tipik olarak, bu tür ısıtım işlemi görmüş döner aletler klinik tedavi sırasında martensitik faza ulaşır ve aşağıdaki klinik avantajları sunar (73):

- Şekillendirme sırasında oluşan basamakları geçebilmek için ön eğim özellikleri gelişmiştir.
- Eğimli, karmaşık kök kanal anatomisine sahip dişlerde bu döner aletlerin yorgunluk dirençleri ve esneklikleri gelişmiştir.

TRN, gerileyen bir konikliğe, geleneksel Ni-Ti eğelerden daha az şekil hafızasına ve merkezde olmayan paralelkenar bir kesite sahiptir. Bu özellikler, aletin kanalda asimetrik olarak çalıştığı anlamına gelir. Gerileyen konik geometrisi ve dar tasarımı sayesinde TRN, kök kanalının nazik ve minimal invaziv bir şekilde hazırlanmasını sağlar (73). Üretici firmanın hız ve tork için tavsiyesi sırasıyla 500 rpm ve 1,5 Ncm'dir.

TRN, Ni-Ti alaşımın özel ısıtım işlemi nedeniyle dar ve kıvrımlı kanalların şekillendirilmesini, dişin anatomisini koruyarak sağlar. Bu özelliği sayesinde preservikal dentin korunur ve kanalın koronali gereksiz yere genişletilmez. Periservikal dentinin korunmasının önemi, şekillendirme sırasında o bölgede daha fazla dentin uzaklaştırılması, ilerleyen süreçte diş kırılması riskini arttırmasından kaynaklanmaktadır (74). Aletlerin apikalde yeterli şekillendirmeyi sağlaması için farklı apikal çapa sahip eğeler vardır (75). TRN, şekillendirme işlemi sırasında düşük kanal transportasyonuna neden olmaktadır (76).

TRN eğeleri ve özellikleri şunlardır:

- TruNatomy Orifice Modifier (mor stoper), modifiye edilmiş bir üçgen kesit, 16 mm shaft üzerinde 7 mm aktif kesme uzunluğu, sabit 0.08 koniklik açısı ve ISO 20 uç boyutu ile karakterize edilir. Orifice Modifier, isminden de anlaşılacağı gibi, diğer eğelerin korondan dirençle karşılaşmaması için koronal genişletme sağlar. Bu eğe, dişin servikal üçlünün aşırı şekillendirme riskini azaltarak kanal girişinin daha konservatif ve daha az agresif bir şekilde genişlemesini amaçlar.

- TruNatomy Glider'ın (beyaz stoper), 21 mm, 25 mm ve 31 mm uzunlukları mevcut olup, enine kesiti ortalanmış bir paralelkenardır. Çalışma uzunluğu boyunca giriş yolu oluşturmak için kullanılır. Glider eğesi, ortalama 0.02 taper'a, 14 mm aktif kesme uzunluğuna ve ISO 17 uç boyutuna sahiptir.
- TruNatomy Prime (kırmızı stoper) grubun en önemli egesidir ve neredeyse her durumda kullanılır. Ortalama 0.04 bir taper ile ISO 26 uç boyutuna sahiptir (73). TruNatomy Prime, Medium ve Small eğeleri merkezi olmayan paralelkenar kesit yapısı ve gerileyen taper'a sahiptir. Glider eğesi ise ilerleyen taper'a sahiptir.



Resim 3. TruNatomy eğeleri

2.7. Apikalden Debris Ekstrüzyonu

Kök kanal şekillendirmesi sırasında enfekte materyalin kök kanalından periapikal bölgeye taşıdığını Chapman ve ark. ilk olarak kanıtlamıştır (77). Van de Visse ve Brilliant şekillendirme esnasında apikalden taşan debris sistematiik olarak hesaplayan ilk araştırmacılarıdır (78).

Kök kanalları şekillendirilirken pulpa dokusu, dentin talaşları, mikroorganizmalar ve irriganlar periapikal dokulara taşabilmektedir. Çalışma uzunluğunun doğru belirlenmesi bu riski azaltabilir, fakat yine de herhangi bir debris çıkışı, akut alevlenme

(flare-up) gibi postoperatif komplikasyonlara yol açabilir (79). Enfekte debrisin apikalden periradiküler dokulara taşması, postoperatif ağrının ana nedenlerindendir (80).

Mekanik enstrümantasyon esnasında, apikalden çıkan mikroorganizmaların sayısı ve virülansı, periradiküler reaksiyonun kapsamını belirleyen önemli faktörlerdir. Bu olay, sonradan çoğalabilecek ve kronik periradiküler lezyonun alevlenmesine sebep olabilecek kök kanalında kalan mikroorganizmalara besin sağlanmasını artırabilecektir (6).

Günümüzde kök kanalı şekillendirme tekniklerinin tümü apikalden debris çıkışına neden olabilmektedir. Ayrıca el ile yapılan şekillendirmenin döner aletlerle yapılan şekillendirmeye göre çok daha fazla debris taşıdığı belirtilmiştir (81, 82). Az miktarda taşan debrisin periapikalde fagositoza yol açtığı bildirilirken (83-85), yüksek miktardaki debrisin ise bakteriyemi ve postoperatif ağrıyla ilişkisi saptanmıştır (86, 87).

2.8. Apikalden Debris Ekstrüzyonuna Etki Eden Faktörler

2.8.1. Çalışma boyu

Çalışma boyunun apikal foramene olan uzaklığı taşan debris miktarını etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda apikal foramenden 1 mm eksik çalışma boyu ile çalışıldığında debris çıkışında azalma olduğu belirtilmiştir. Apikal foramenin ötesinde belirlenen çalışma boylarında ise daha fazla debris taşıdığı gözlemlenmiştir (11, 12, 82, 88)

2.8.2. Apikal çap ve açıklık

Çoğu debris çalışmasında, apikal çapın standardizasyonu 10 veya 15 numaralı K tipi eğenin ucu apikal foramenden gözükecek şekilde kanaldan ilerletilerek sağlanır. Apikal foramenin çapının stereomikroskopla daha ayrıntılı incelendiği çalışmalar da vardır (88, 89).

2.8.3. Kanalın eğim derecesi

Debris çalışmalarında çoğunlukla 5-10 dereceden az eğimli olan (üst veya alt çene dişleri olması fark etmeksizin) tek köklü dişler kullanılmaktadır. Fakat klinik şartlarda her zaman bu dişler karşımıza çıkmamakta, çok daha eğimli kanallar olabilmektedir (90). Leonardi ve ark.'nın yaptığı çalışmaya göre (91) hafif ve orta eğime sahip olan dişlerde apikalden çıkan debris miktarları açısından fark bulunmamıştır. Benzer şekilde Bordes ve ark. kök eğiminin debris çıkışına etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonucuna göre hafif ($<10^\circ$) kurvatüre sahip dişlerin, orta derece (11° - 25°) kurvatürlü dişlere göre daha fazla debris taşıdığı bildirilmiştir (92).

2.8.4. Kanal aletinin tasarımı ve enstrümantasyon tekniği

Kanal aletlerinin tasarım özelliklerinin (93) ve kök kanal şekillendirilmesi esnasında enstrümantasyon tekniğinin (11) apikalden çıkan debris miktarını etkilediği gösterilmiştir. Elmsallati ve ark. yaptıkları bir çalışmada kısa, orta ve uzun kesici kenar eğe tasarımlarının apikalden taşan debris etkisine bakmış ve en az debris kısa kesici kenarlı eğelerin taşıdığını belirtmiştir (93).

Ege sisteminin tekli veya çoklu olması da taşan debris etkilemektedir. Bununla ilgili yapılan çalışmalarda tek ege resiprokal sistemlerin, tek ege rotasyon yapan ve çok eğeli sistemlerden daha fazla debris taşıdığı gösterilmiştir (94, 95).

2.8.5. İrrigasyon yöntemi ve solüsyonu

Günümüzde gelişen teknolojiye rağmen kök kanal anatomisinin karmaşık yapısı nedeniyle kanalın her yerinde etkili kemomekanik şekillendirme yapılamamaktadır. İrrigasyon, kemomekanik şekillendirilmenin yapılamadığı alanlarda etkili dezenfeksiyon için çok önemlidir. Kanalın apikal üçlüsündeki mikroorganizmaları yok etmek irrigasyon iğnesinin çapı ve kanalın darlığı sebebiyle zordur. Klinik kullanımda geniş yer kaplayan konvansiyonel irrigasyon iğnelerinin, apikal bölgede yeterli düzeyde dezenfeksiyon sağlayamadığı gösterilmiştir (96).

Debris çalışmalarında daha çok açık uçlu ve yandan delikli kapalı uçlu (side-vented) irrigasyon iğneleri kullanılmaktadır. Altundaşar ve ark. yaptıkları çalışmada; RaCe ege sisteminin yandan delikli (side-vented) irrigasyon iğnesi ile kullanımının,

açık uçlu irrigasyon iğnesi ile kullanımına göre daha az debris taşırdığını gösterilmiştir (97).

Giriş kavitesinin koronalinde bir irrigasyon haznesi oluşturulduğunda, irrigasyon iğnesinin ucu kanala pasif olacak bir halde konulursa, irrigasyon yapıldığında apikalden taşan debris miktarının önemli ölçüde azaldığı savunulmaktadır (98, 99). Yapılan bir çalışmada, farklı çaplarda (gauge) irrigasyon iğneleri farklı çalışma boylarında kullanılmış ve taşan debris miktarı karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda irrigasyon iğnesinin çapı arttıkça ve iğne daha apikalde konumlandırıldıkça taşan debris miktarının arttığı görülmüştür (100).

Kanal içerisinde irrigasyon solüsyonlarının daha etkili olması için her geçen gün sistemler geliştirilmektedir. Öne çıkan irrigasyon sistemlerden birisi EndoVac'tır (Discus Dental, Culver City, CA, ABD). Bu sistem şekillendirme esnasında solüsyonu apikale ulaştırıp ve negatif basınçla solüsyonu tekrar kamaldan dışarı çıkarmaktadır. EndoVac irrigasyon sisteminin, başka irrigasyon sistemlerle karşılaştırıldığı çalışmalarda, EndoVac'ın daha düşük oranda postoperatif ağrıya sebep olduğu (101) ve daha az irrigasyon taşırdığı belirtilmiştir (102-104).

Irrigasyon solüsyonunun türü ve yüzdesinin apikalden taşan debris miktarına etkisinin olup olmadığı da incelenmiştir. Parirokh ve ark. %5,25 sodyum hipoklorit (NaOCl), %2 klorheksidin ve %2,5 NaOCl'yi kıyaslamış ve en fazla debris çıkışına %5,25 NaOCl'nin neden olduğunu savunmuşlardır. Parirokh ve ark. irrigasyonun konsantrasyon miktarı arttıkça, dentinin elastikiyet modülü ve eğilme dayanımının azalmasına bağlı olarak apikalden taşan debris miktarının olabileceğini belirtmişlerdir (105).

2.9. Postoperatif Ağrı Çeşitleri

2.9.1. Akut alevlenme (Flare-up)

Endodontik flare-up kök kanal tedavisine başlandıktan sonra, kısa bir süre içinde ağrı ve/veya şişlik gelişmesi ile ortaya çıkan klinik bir tablodur, planlanmamış olup acil tedavi gerektirir (6, 106). Planlanmamış bir klinik durum olduğundan hasta hekim iletişimini olumsuz etkiler.

Flare-up şu faktörlere bağlı olarak gelişebilir (101, 107, 108):

- Yetersiz kemomekanik şekillendirme
- Seanslar arasında kanal içi medikaman kullanılmaması
- Kanal tedavisi sırasında yeterli izolasyon sağlanamaması
- Çürüğün tamamen kaldırılmaması
- Sızdıran geçici dolgunun iki haftadan fazla kalması

Seanslar arasında akut alevlenme gelişmesinin nedenleri kök kanal şekillendirilmesi sırasında periapikal dokulara kimyasal, mekanik ve mikrobiyal faktörlerin zarar vermesi olabilir (109). Walton ve Fouad'ın yaptığı çalışmaya göre vital dişlerde akut alevlenme, nekrotik dişlere göre daha azdır (110).

Semptomatik apikal periodontitis vakalarına bağlı akut alevlenmelerde *Porphyromonas endodontalis*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella* ve *Fusobacterium nucleatum* bakteri türleri sıklıkla izole edilmiştir (111).

Kök kanal tedavisi sırasında yaklaşık %2-20 arasında geniş bir flare-up sıklığı (insidansı) bildirilmiştir (112). Net bir flare-up sınıflandırılmasının bulunmaması ve çalışmalardaki yöntemsel farklılıklar flare-up görülme sıklığının geniş bir aralıkta çıkmasına sebep olmaktadır (113).

2.9.2. Kök kanal tedavisinden sonra oluşan postoperatif ağrı

Postoperatif ağrı, genellikle endodontik tedaviden sonra meydana gelen hasta konforunu azaltan bir durumdur. Etkili bir lokal anestezi ile kök kanal tedavisi sırasında ağrı kontrolü sağlansa bile tedaviden sonra ağrı ortaya çıkabilmektedir (114).

Semptomatik dişlerde kanal tedavisi sonrasındaki ağrı kontrolü klinisyenler tarafından merak edilen bir konudur. Pak ve White yapmış oldukları çalışmada kanal tedavisinden önce ve sonra ağrı sıklıklarını kıyaslamışlardır. Çalışmaya göre kanal tedavisi öncesinde %54 olan ağrı sıklığı; kanal tedavisinden 24 saat sonra %40'lara kadar düşmüş, yaklaşık 14 gün sonra neredeyse hiç ağrı kalmamıştır (115).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Dicle Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilen bu çalışmada 45 adet alt kesici insan dişi kullanılmıştır. Kullanılan Eppendorf tüplerinin ağırlıkları Dicle Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde (DÜBTAM) ölçülmüştür.

Bu tez çalışması, Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Etik Kurulu tarafından 30.03.2022 tarihinde değerlendirilmiş ve 2022-21 protokol numarası ile onaylanmıştır (Ek-1).

3.2. Dişlerin Çalışma Boylarının Belirlenmesi

Çalışmamızda ortodontik ve periodontal nedenlerle çekilmiş 45 adet alt kesici insan dişi kullanılmıştır. Bir kanallı olduğunu doğrulamak ve herhangi bir anormal kanal morfolojisini çalışma dışı bırakmak için dişlerin bukkolingual ve meziodistal olarak radyografisi çekilmiştir. Kullanılan dişlerin çürüksüz, restorasyonsuz, kalsifiye olmamış, kök ucu kapalı, rezorbsiyona uğramamış ve Schneider'e göre kanal eğimi $<10^\circ$ dişler olmasına dikkat edilmiştir (116). Dişlerin kök yüzeyleri küret kullanılarak periodontal artıklardan temizlenmiştir.

Dişler dezenfeksiyon amacıyla %2,5'lik sodyum hipoklorit içinde 5 dakika bekletildikten sonra çalışma zamanına kadar oda sıcaklığında serum fizyolojik solüsyonunda saklanmıştır.

Dişlere aeratörle elmas frez kullanılarak su soğutması altında geleneksel endodontik giriş kavimleri açıldı. Mikroskop altında 10 numaralı K el eğesi apikal foramenden görülene kadar kanaldan ilerletildi ve bu uzunluktan 1 mm çıkarılarak çalışma boyları tayin edildi. Standardizasyonu sağlamak ve büyük apikal foramene sahip dişlerden kaçınmak için, her kanala 15 numaralı K el eğesi yerleştirildi ve eğenin apikal foramenlerden 1 mm'den daha fazla serbestçe ilerlediği dişler çalışma dışı bırakıldı.

Standardizasyonu daha da iyileştirmek ve bir referans noktası elde etmek için, her dişin kronu aeratörle fissür frez kullanılarak aşındırıldı ve tüm dişlerin çalışma boyu 18 mm olarak standardize edildi.

3.3. Deney Düzenəğinin Hazırlanması

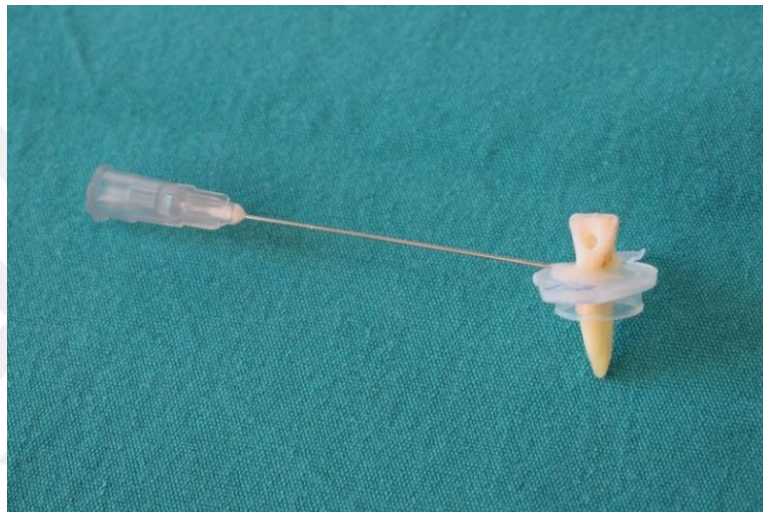
Deney düzeneğı hazırlanırken Myers ve Montgomery (88), Koçak ve ark. (117) ve Topçuoğlu ve ark. (118) çalışmaları temel alındı.

45 Eppendorf tüpü (1.5 cc) 10^{-4} g hassasiyetli terazi kullanılarak (Denver TP-214, Denver Instrument, New York City, NY, ABD) tartıldı (Resim 4). Her tüp için art arda üç ağırlık ölçümü alındı ve ortalama değeri kaydedildi. Ölçümden önce her bir Eppendorf tüpü asetat kalemle numaralandırarak gruplara ayrıldı, böylece tüpe yazılan yazının ağırlığının sonuca etkisi ortadan kaldırıldı. Numaralandırma işleminde grubun adı ve kaçınıcı örnek olacağı kısa bir şekilde yazıldı.



Resim 4. Ağırlık ölçümleri için kullanılan hassas terazi

Sıcak bir el aleti ile eppendorf tüplerinin plastik kapaklarına dişlerin mine sement birleşimine kadar oturacağı şekilde boşluk açıldı. Dişler parmak basıncı yardımıyla yavaşça kapaklara yerleştirildi. Kapak ile diş arasındaki boşluğa iç ve dış basıncı dengelemek için 27 gauge'lık enjektör iğnesi bükülerek konuldu. Akışkan kompozit kullanılarak dişler sabitlendi ve boşluk sızdırmaz olacak şekilde kapatıldı (Resim 5). Kapaklar, eppendorf tüplerine yerleştirildi. Böylece şekillendirme sırasında taşan debris eppendorf tüplerinde birikmiştir.



Resim 5. Diş ve enjektör iğnesi yerleştirilen eppendorf tüpü kapağı

Eppendorf tüpleri kök kanallarının şekillendirilmesi öncesinde cam şişelere konularak sabitlendi. Deney düzeneğinde operatörün taşan debris görmemesi için cam şişenin etrafı tamamen alüminyum folyo ile sarıldı (Resim 6).

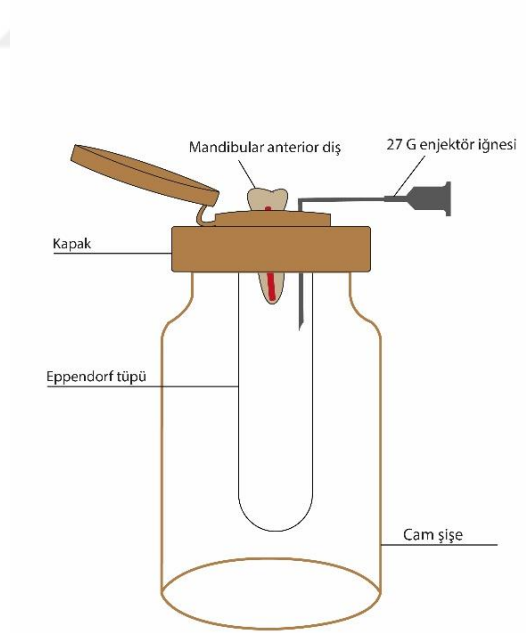


A

B

Resim 6. Çalışmada kullanılan deney düzeneğinin alüminyum folyo kaplanmadan önce (A) ve kaplandıktan sonra (B) görüntüleri

Çalışmada kullanılan deney düzeneğinin şematik hali aşağıda gösterildiği gibidir (Şekil 3).



Şekil 3. Deney düzeneğinin şematik gösterimi

3.4. Dişlerin Gruplandırılması ve Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Apikal açıklıkları, kanal eğimleri ve çalışma boyları standardize edilmiş toplam 45 adet diş, her bir deney grubunda 15 diş olacak şekilde rastgele 3 gruba ayrılmıştır.

Grup 1: TruNatomy (Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre)

Grup 2: Mtwo (VDW GmbH, Münih, Almanya)

Grup 3: Reciproc (VDW GmbH, Münih, Almanya)

Tüm diş örneklerinde, yıkama solüsyonu olarak distile su kullanılmış olup standardizasyonu sağlamak amacıyla her grup aynı yıkama protokolüne tabi tutulmuştur. Tüm gruplarda her bir diş için 10 ml distile su kullanılmıştır. Çoklu eğe sisteminde eğeler arasında, tek eğe sisteminde şekillendirme sırasında 3 mm ileri geri hareketten sonra (pecking) 2 ml distile su ile irrigasyon yapıldı. Irrigasyon yandan delikli, kapalı uçlu, 30G TruNatomy irrigasyon iğnesi (Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre) ile yapıldı (Resim 7). Bu irrigasyon iğnesi, 27 mm çalışma boyuna, %4 koniklik açısına sahip olup polimerden yapıldığı için yumuşak ve esnektir. Irrigasyon sırasında iğne atravmatik şekilde kanala yerleştirilmiş ve olabildiğince apikalde konumlandırılmıştır.



Resim 7. Çalışmada kullanılan irrigasyon iğnesi ve enjektörü





Resim 9. Çalışmada kullanılan TruNatomy eğeleri

Grup 2: Mtwo

Bu grupta Mtwo eğe sisteminin beyaz (15/0.05), sarı (20/0.06) ve kırmızı kuşak (25/0.06) 3 eğesi kullanılmıştır (Resim 10). Eğeler, kullanıcı firmanın talimatları doğrultusunda 280 rpm hızda ve 1,2 Ncm tork değerinde kullanılmıştır. Şekillendirme sırasında 10 numaralı K el eğesi ile dişlerin çalışma boyları kontrol edilmiştir. Tüm eğelerde 18 mm olan sabit çalışma boyunda çalışılmıştır. Her bir kök kanalı şekillendirme sırasında toplam 10 ml distile su ile irrije edilmiştir.



Resim 10. Çalışmada kullanılan Mtwo eğeleri

Grup 3: Reciproc

Bu diş grubunda Reciproc R25 eğesi kullanılarak şekillendirilme yapılmıştır (Resim 9). Şekillendirilme sırasında 10 K el eğesi ile dişlerin çalışma boyları kontrol edilmiştir. X-Smart Plus (Resim 8) endomotoru ‘Reciproc All’ moduna ayarlanarak kullanılmıştır. Kanal 2/3 koronal kısmına kadar genişlettikten sonra eğe çıkartılıp yivleri temizlenmiş ve kanala irrigasyon yapılmıştır. Şekillendirme sırasında eğe, 3 mm’yi aşmayacak şekilde ileri geri hareketlerle (pecking) kullanılmış ve eğe her kök kanalından çıkarıldığında distile su ile irrigasyon yapılmıştır. Bu şekilde çalışma boyuna kadar ilerleyerek şekillendirme tamamlanmıştır. Her bir kök kanalı şekillendirme sırasında toplam 10 ml distile su ile irrigate edilmiştir.



Resim 11. Çalışmada kullanılan Reciproc R25 eğeleri

Tüm gruplarda şekillendirme işlemi bittikten sonra, dişlerin kök yüzeyindeki debrisin tüp içerisine toplanması için her bir dişin kök kanalı 1 ml distile su ile yıkanmıştır.

3.5. Taşan Debris Miktarının Değerlendirilmesi

Eppendorf tüpleri kapakları açık olacak şekilde inkübatör içerisine yerleştirildi (Resim 12).



Resim 12. İnkübatör içerisine yerleştirilen örnekler

Eppendorf tüpündeki sıvının tamamen buharlaşıp sadece debrisin kalması için örnekler inkübatörde (UNB-500, Memmert GmbH, Büchenbach, Almanya) (Resim 13) 70°C’de 5 gün bekletilmiştir.



Resim 13. Çalışmada kullanılan inkübatör

Tüpler inkübatörden çıkarıldıktan sonra, her bir tüp 10^{-4} hassaslıktaki terazide 3 kez tartılmış ve değerleri kaydedilmiştir (Resim 4). Taşan debris miktarını belirlemek için tüplerin son ağırlıklarından boş iken kaydedilen ağırlık değerleri çıkarılmıştır. Bir başka ifadeyle brüt ağırlıktan dara çıkarılarak net ağırlık hesaplanmıştır.



Resim 14. İnkübatörden çıkarıldıktan sonra eppendorf tüpünde kalan debris

3.6. İstatistiksel Analiz

Bu çalışma için debris miktarı açısından ege grupları arasındaki farklılığa ilişkin örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında etki büyüklüğü 0.5, %5 hata payı (%95 güven düzeyinde), çalışmanın teorik power değeri %81 alınmış olup; her bir grupta 15 gözlem olmak üzere 3 grup için toplamda 45 gözlem ile çalışma hedeflenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen veriler lisanslı SPSS versiyon V21.0 (IBM SPSS Inc. , Armonk, NY, ABD) paket programı ile değerlendirilmiştir. Verilerin normallik testi Shapiro Wilk's testi ile incelenmiş olup, normallik varsayımları değerlendirildikten sonra, verinin normal dağılım gösterip göstermeme durumuna göre ikiden fazla grup arasındaki karşılaştırmalarda parametrik veya parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Gruplar arası karşılaştırmalarda Kruskal Wallis H testi kullanılarak yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık görülmesi durumunda da bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı çoklu karşılaştırma testleri ve/veya Post-Hoc test (Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi) yardımıyla belirlenmiştir.

Anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmış olup, $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı farklılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda anlamlı farklılığın olmadığı belirtilmiştir.



4. BULGULAR

Bu çalışmada, dahil edilme kriterlerine uyan 45 adet çekilmiş diş kullanılmış olup dişler rastgele 3 farklı gruba ayrılmıştır. Tabloda yer alan ‘n’ değeri örnek sayısını göstermektedir. Yapılan istatistik sonucunda debris miktarı bakımından eğe grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$).

Tablo 1. Taşan debris miktarı bakımından eğe grupları arasındaki farklılığa ilişkin analiz sonuçları.

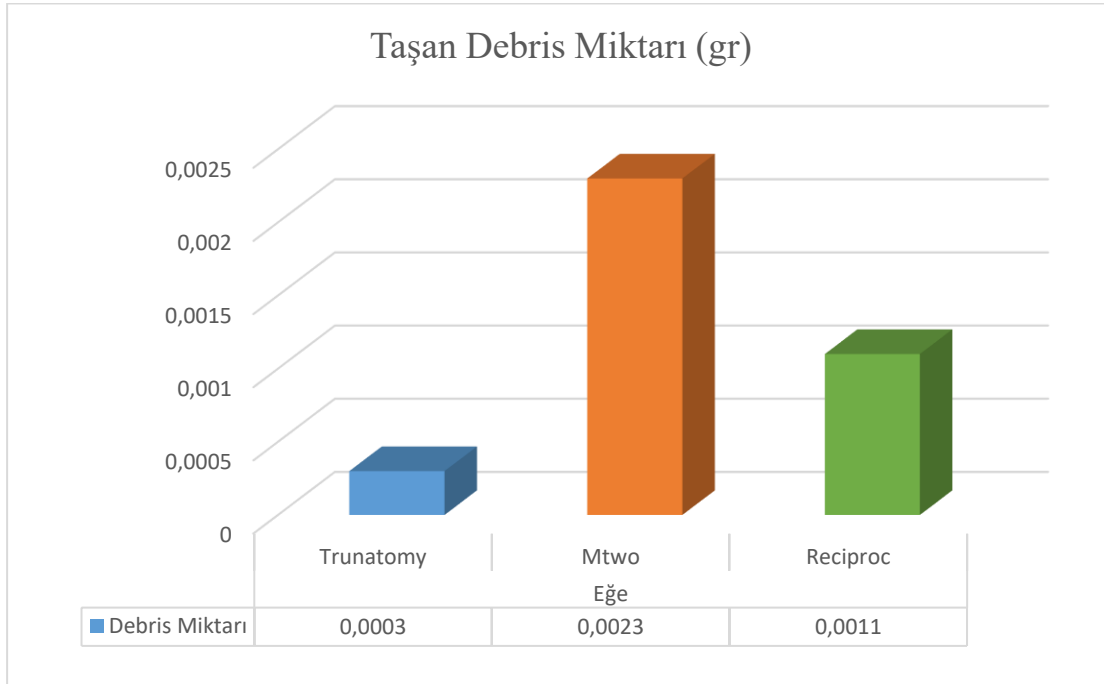
Debris Miktarı							Kruskal Wallis H testi
Eğ	n	Mean (Ortalama)	Median (Ortanca)	Min	Max	Standart Sapma(ss)	p
TruNatomy	15	0,00032 ^a	0,0002	0	0,0012	0,0003	0,001
Mtwo	15	0,00229 ^{bc}	0,0021	0,0005	0,005	0,00131	
Reciproc	15	0,00109 ^b	0,0012	0,0002	0,0019	0,00042	
Toplam	45	0,00123	0,001	0	0,005	0,00114	1-3 1-2

*Tabloda yazan farklı üst simgeli harfler (^{abc}) gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir ($p<0,05$).

Çalışmada kullanılan eğe grupları arasındaki debris miktarı açısından istatistiksel farklılık Kruskal Wallis H testi ile belirlenmiştir ve $0,001 < 0,05$ olduğundan en az bir grup debris miktarı açısından farklı bulunmuştur. Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmada Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Bu teste göre;

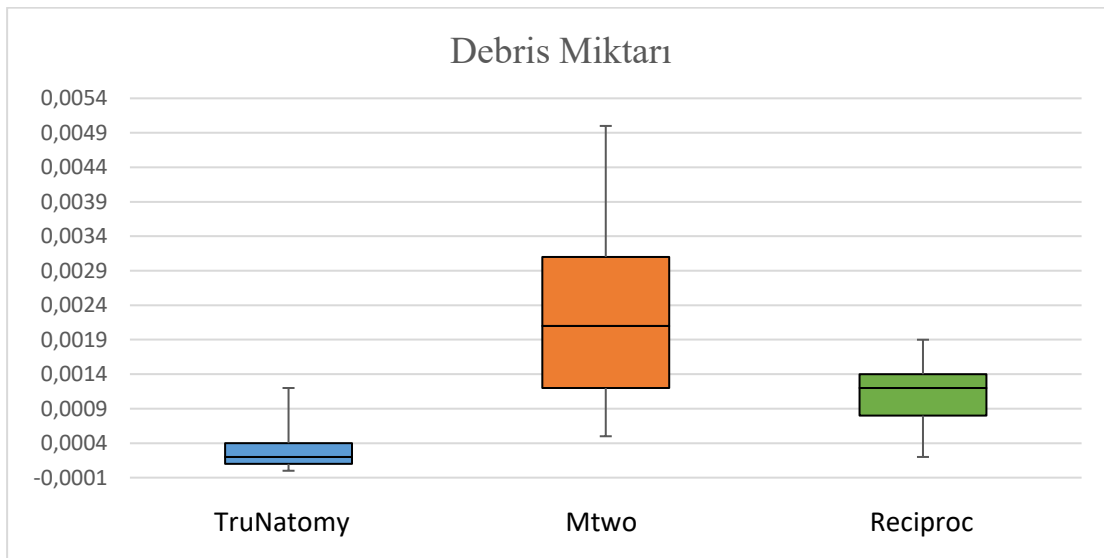
- TruNatomy (TRN) ile Mtwo (MT) arasında istatistiksel fark bulunmuştur ($p<0,05$).
- TRN ile Reciproc (RC) arasında istatistiksel fark bulunmuştur ($p<0,05$).
- RC ile MT arasında istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Kullanılan eğe sistemlerine göre taşan debrıs miktarları şekil 4’de gösterilmiştir.



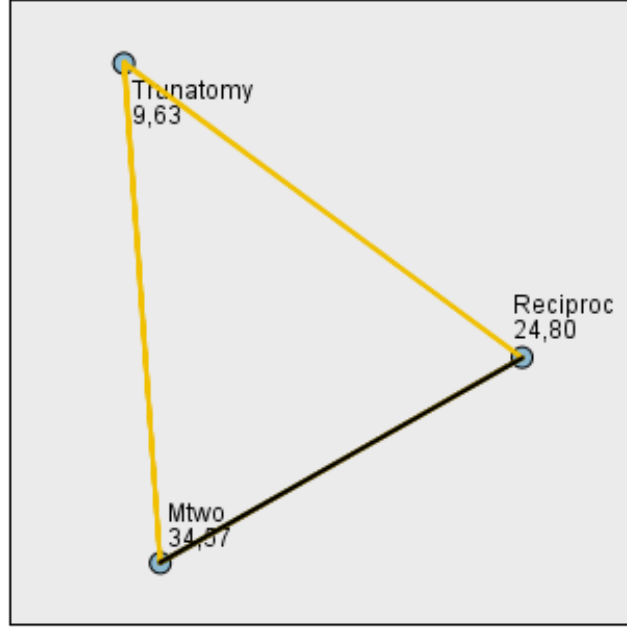
şekil 4: Kullanılan eğe sistemlerine göre taşan debrıs miktarı tablosu

Farklı eğe sistemlerine ait tüm örnekler ayrıntılı incelenmiş ve şekil 5’de grafiksel olarak gösterilmiştir.



şekil 5: Kullanılan eğe sistemlerine göre taşan debrıs miktarının grafiksel gösterimi

Eğe sistemlerinin taşan debrıs miktarı açısından sıra ortalamalarına (mean rank) göre ikili karşılaştırılması şekil 6’da verilmiştir.



şekil 6: Eğe sistemlerinin ikili karşılaştırılmasının sıra ortalamasına göre gösterimi

5. TARTIŞMA

Kemomekanik şekillendirme, kök kanalının mikroorganizmalardan mekanik olarak temizlenmesi ve irrigasyon protokollerinin uygulanması için kök kanal tedavisinin en önemli aşamalarından biridir (119). Endodontik tedavi sırasında ortaya çıkan dentin talaşı, nekrotik pulpa dokusu, mikroorganizmalar ve bunların yan ürünlerinin periapikal alana itilmesi periodontal inflamasyonun ana faktörleri arasında sayılmaktadır. (120). Bu durum periapikal iyileşmenin gecikmesine, akut alevlenme (flare-up) ve postoperatif ağrı gibi istenmeyen durumların oluşmasına neden olur (121). Apikalden taşan debris miktarını; dişin apikal çapı, şekillendirme yöntemi, eğenin tipi ve taperı, şekillendirmenin sonladığı yer, irrigasyon solüsyonları ve irrigasyon iğnesinin çapı gibi birçok faktör etkilemektedir (8, 81, 122-124). Her geçen gün yeni eğe sistemlerinin gelişmesi ile birlikte postoperatif ağrının azaltılması endodontik tedavinin amaçları arasındadır. Çalışmamızda farklı özelliklere ve hareket biçimlerine sahip tekli/çoklu eğe sistemleri kullanılmış olup apikalden taşan debris miktarları karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Çalışmanın sıfır hipotezi “Kullanılan eğe sistemleri arasında apikalden taşan debris miktarı açısından istatistiksel olarak fark yoktur” olarak belirlenmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, şekillendirme tekniklerinin ve eğe sistemlerinin hepsinin apikalden debris taşmasına neden olduğu görülmüştür (90, 120). Bu sonuçlarla uyumlu olacak şekilde, araştırmamızda kullanılan tüm eğe sistemlerinin apikalden debris taşıdığı gözlenmiştir. TRN, diğer gruplara oranla daha az debris ekstrüzyonu ile ilişkilendirilmiştir. Bu nedenle sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Apikalden taşan debrisin incelendiği çalışmalarda eğim miktarları ile ilgili farklı çalışmalar olduğu görülmektedir (125-129). Karataşlıoğlu ve ark. yapmış oldukları çalışmada hafif, orta ve şiddetli eğime sahip dişleri apikalden taşan debris açısından karşılaştırmışlardır. Yaptıkları çalışmanın sonucunda hafif ve şiddetli eğime sahip dişler arasında istatistiksel fark bulmuşlardır (130). Buna göre, kök kanal eğiminin taşan debris miktarında önemli bir rol oynadığı sonucuna varılabilir. Ancak çalışmamızda farklı eğe sistemlerinin karşılaştırılması amaçlandığından kök kanal

eğimleri 10°'den az olan dişler seçilmiştir; böylece eğimden kaynaklanan farklılıkların sonucu etkilemesinin önüne geçilmiştir.

NaOCl, kök kanal tedavisi sırasında en iyi ve en yaygın kullanılan antibakteriyel irrigasyon solüsyonlarından biri olmasına rağmen, son dönemdeki yapılan debris ekstrüzyon çalışmalarında NaOCl yerine genellikle distile su kullanılmıştır (129, 131, 132). Bunun nedeni NaOCl'nin irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldığı çalışmalarda kurutma sırasında debrisin üzerinde tuz kristalleri biriktirmesi ve bunun sonuçları etkilemesidir (88, 133, 134). Çalışmamızda da bu nedenle distile su kullanılmıştır. Fakat distile su, başarılı bir kanal tedavisi için irrigasyon solüsyonundan beklenen doku çözücü özelliğinin olmaması gibi bazı dezavantajlara da sahiptir. Ayrıca distile suyun doku çözme özelliği olmadığı için taşan debris miktarı klinik duruma göre daha az olacaktır (105, 135).

Çalışmalarda kullanılan solüsyon miktarları farklılık gösterebilmektedir. Bazı çalışmalarda her diş için toplamda aynı miktar solüsyon kullanılmışken (136, 137); bazı çalışmalarda ise her eğeden sonra eşit miktarda solüsyon kullanılmıştır (88, 95). Çalışmamızda şekillendirme işlemi sırasında; eğeler arasında ve sonrasında her bir diş için toplamda 10 ml distile su kullanılmıştır. Reciproc sistemi tek eğeden oluştuğu için her bir gagalama hareketi arasında olacak şekilde irrigasyon yapılmıştır. Şekillendirme işlemleri bittikten sonra kök yüzeyindeki debrisin tüpe birikmesi için dişlerin apikal yüzeyi 1 ml distile su ile yıkanmıştır (138, 139).

Apikalden taşan debris miktarının hesaplanmasına odaklanan çalışmalar genel olarak incelendiğinde, yöntem ve çalışma tasarımları açısından farklı teknikler olduğu görülmektedir. Bu teknikler; debrisin bir tüpe toplanması (Myers ve Montgomery yöntemi), Bilgisayarlı Tomografi (BT) ile görüntüleme, bakteriyel ekstrüzyon modeli ve nöropeptit miktarının ölçülmesidir (140). Çalışmamızda kullanılan deney düzeneği Myers ve Montgomery tarafından geliştirilen deney düzeneği esas alınarak oluşturulmuştur. Deney düzeneğinde dişlerin apikal bölgesi eppendorf tüplerinin içinde kalacak şekilde kapaklara yerleştirilmiş, tüp içindeki hava basıncını dış basınçla eşitlemek için kapaklara enjektör yerleştirilmiştir. Daha sonra tüpler cam şişelere sabitlenerek standardizasyon sağlanmıştır. Yapılan çalışmalarda debris toplama kabı olarak çoğunlukla eppendorf tüpleri (129, 141-144) kullanılsa da cam şişelerin (88,

145) kullanıldığı çalışmalar da vardır. Örnek aldığımız Myers ve Montgomery'nin oluşturduğu deney düzeneğinde debris birikimi için cam şişeler kullanılmasına rağmen hem güncel çalışmalarda hem de bizim çalışmamızda eppendorf tüpleri kullanılmıştır. Bunun nedeni hassas terazide ölçüm için eppendorf tüplerinin cam şişelerden daha hafif olması böylece hassas terazinin maksimum taşıma kapasitesinin üzerine çıkılmamış olmasıdır. Operatörün taşan debris görmemesi için eppendorf tüplerinin yerleştirildiği cam şişeler bazı çalışmalarda rubber dam (88, 97, 146) bazı çalışmalarda ise alüminyum folyo (147, 148) ile kaplanmıştır. Bizim çalışmamızda da cam şişeler alüminyum folyo ile kaplanmıştır.

Bu alandaki çalışmaların çoğu, apikalden taşan debrisin hesaplanmasında deneysel örnek olarak çekilmiş insan dişlerini kullanmıştır. Ruiz-Hubard ve ark. yaptıkları çalışmada kanal eğimi, çalışma boyu gibi faktörleri sabit tutmak amacıyla akrilik modeller kullanmıştır (149). Ancak akrilik modeller birçok yönden doğal dişlere benzememektedir ve döner aletlerle üretilen ısı akrilik malzemesini yumuşatarak deney sisteminin güvenilirliğini olumsuz etkileyebilmektedir (90, 150). Çalışmamızda da yeni çekilmiş, serum fizyolojik içinde saklanmış alt çene kesici dişler kullanılmıştır. Çekilmiş dişlerde periodontal dokuların taklit edilememesi de bu yöntemin dezavantajlarından biridir. Bu soruna çözüm olarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Altundaşar ve ark. yapmış oldukları çalışmada periodontal dokuları taklit etmek amacıyla çekilmiş dişleri çiçek köpüğüne gömerek bir düzenek hazırlamışlardır (97). Başka bir çalışmada ise Lu ve ark. periodontal dokuların taklidi için %1,5' luk ağar jel kullanmıştır (151). Çiçek köpüğünün debris ve irrigasyon solüsyonunu emmesi, ağar jelin ise uygulama zorluğu nedeniyle, sonuçlar üzerinde negatif bir etkiye sahip olabileceği düşünülmüştür (97, 151). Bu yüzden çalışmamızda sonuçları olumsuz yönde etkileyeceğini düşündüğümüzden periapikal dokuları taklit eden herhangi bir materyal kullanılmamıştır.

Şekillendirme sırasında irrigasyon için distile su kullanıldığından eppendorf tüplerinde taşan debris ile birlikte distile su da birikmektedir. Biriken irrigasyon solüsyonlarının buharlaştırılarak salt debris elde etmek amacıyla eppendorf tüpleri çeşitli sıcaklık ve sürelerde inkübatörde bekletilmektedir. Bazı çalışmalarda tüpler 5 gün boyunca 68-70 °C inkübatörde tutulurken (81, 136, 143, 152-154), bazı çalışmalar da ise 10 gün boyunca 37 °C (155, 156) gibi daha düşük ısıda tutulmuştur. Bu konuda

farklı yöntemlerin kullanıldığı başka çalışmalar da mevcuttur. Taşdemir ve ark.'nın yaptığı çalışmada sıvının buharlaştırılmasının yanında havadaki nemi de kontrol eden liyofilizasyon (kuru dondurma) yöntemi kullanılmıştır (157). Öte yandan Mustafa ve ark. büyük cam kabın tabanına sabitlenmiş, eppendorf tüpünü kaplayacak şekilde bir dış kap olarak 35–37 °C sabit sıcaklıkta su banyosuna sahip cam ampul kullanarak deney sırasında vücut sıcaklığını korumayı amaçlamıştır (129). Çalışmamızda eppendorf tüpü içinde biriken sıvının buharlaşması için tüpler 5 gün boyunca 70 °C inkübatörde tutulmuştur.

Çalışmada kullanılacak çekilmiş dişleri araştırmacılar farklı solüsyonlarda muhafaza edilebilmektedir. Kharouf ve ark. yaptıkları çalışmada çekilmiş diş üzerindeki debris temizledikten sonra, dişleri 4 °C'de %1'lik NaOCl solüsyonunda 24 saat bekletip daha sonra serum fizyolojik solüsyonuna koymuştur (144). Mohammedi ve ark. dişleri distile suya koyup çıkardıktan sonra 2 gün boyunca %0.5'lik timol solüsyonunda bekletmiştir (158). Fairbourn ve ark. ise çekilmiş dişleri oda sıcaklığında %10'luk formalin fosfat solüsyonunda bekletmiştir (89). Bu alanda her ne kadar farklı solüsyonlar kullanılsa da yapılan çalışmaların çoğunda çekilmiş dişlerin serum fizyolojik solüsyonunda saklandığı görülmüştür (137, 143, 159, 160). Dişlerin üzerindeki her türlü artık küret ile uzaklaştırılmıştır. Çalışmamızda kullandığımız çekilmiş dişler, 5 dk %5,25'lik sodyum hipoklorit içinde dezenfekte edildikten sonra serum fizyolojik solüsyonunda saklanmıştır.

Taşan debris ağırlığının ölçümünde hassas teraziler kullanılmaktadır. Çalışmalarda daha çok 10^{-4} g (117, 129, 147) ve 10^{-5} g (94, 118, 143) duyarlılığındaki hassas teraziler kullanılmıştır. Çok yüksek duyarlılıktaki hassas teraziler, eppendorf tüplerinin ağırlığı fazla geldiği için ölçüm yapmamaktadır. Düşük hassasiyetteki terazilerde ise ölçümler arasındaki fark olmaması gibi yanıltıcı bir sonuç ortaya çıkabilmektedir. Çalışmamızda bu problemler göz önüne alınarak 10^{-4} g ağırlığındaki hassas terazi kullanılmıştır.

Apikal çapın genişliğini; kökte rezorbsiyon oluşumu, apikal periodontitis varlığı, kök gelişimi sırasında dişin travmaya uğraması ve kanal tedavisi sırasında apikal daralım bölgesinin tahrip edilmesi gibi birçok etken değiştirebilir. Yetersiz bir apikal daralma şekillendirme sırasında daha fazla debris taşmasına neden olur. Tınaz ve

ark.'nın yaptığı çalışmada 0,2 ve 0,4 mm apikal açıklığa sahip dişler apikalden taşan debris açısından karşılaştırılmıştır (82). Çalışmanın sonucunda geniş apikal foramene sahip dişlerin daha fazla debris taşıdığı gözlenmiştir. Aynı çalışmada farklı apikal çapa sahip dişlerin taşıdıkları irrigasyon miktarları arasında istatistiksel fark olmadığı görülmüştür. Çalışmamızda kalsifikasyon meydana gelmemiş, kök ucu kapalı, kırık ve çatlak bulunmayan, rezorbsiyona uğramamış dişler seçilmiştir. Çalışmada kullanılan dişlerin apikal çapının standardizasyonunu sağlamak için 15 nolu K tipi el eğesinin apikal forameni 1 mm'den fazla geçmeyenleri çalışmaya dâhil edilmiştir.

Kök kanal tedavisinin başarısında doğru çalışma boyunda çalışmak önemlidir. Yapılan bazı çalışmalarda, çalışma boyunun tam apikalde ve apikalden 1 mm kısa belirlendiği dişler taşan debris miktarı açısından karşılaştırılmıştır. Çalışma boyunun apikalde belirlendiği kök kanallarında apikalden taşan debris miktarı daha fazla olmuştur (12, 161). Fakat bu alanda farklı sonuçların çıktığı çalışmalar da vardır. Moura ve ark. Reciproc ve WaveOne Gold eğeleri ile yaptığı çalışmada; dişlerin çalışma boylarını apikalde ve apikalden 1 mm kısa olarak belirlemiş, iki farklı ege sisteminde de farklı çalışma boyları arasında taşan debris miktarı açısından istatistiksel fark çıkmamıştır (162). Çalışmamızda 10 nolu K tipi el eğesi dental mikroskop altında apikalden görüne kadar ilerletilmiş ve bu boydan 1 mm çıkarılarak çalışma boyları kaydedilmiştir. Daha sonra tüm dişlerin çalışma boylarını 18 mm'ye standardize etmek için fissür frez yardımıyla dişlerin kronları dekoronize edilmiştir (88, 163).

Kök kanal tedavisinde irrigasyon yapılırken, iğne ucunun yerleştirildiği derinlik, iğnenin çapı ve türü (açık uçlu/yandan delikli) taşan debris miktarı açısından önem arz etmektedir. Yapılan çalışmalarda açık uçlu ve yandan delikli iğneler apikalden taşan debris miktarı açısından karşılaştırılmış, açık uçlu iğnelerin daha fazla debris taşıdığı belirtilmiştir (164, 165). Daha koronale yerleştirilen iğne ucunun apikalden taşan debris ve irrigasyon miktarını azalttığı, fakat bu şekilde etkin bir irrigasyon yapılamadığı gözlenmiştir (98, 166). Yapılan debris çalışmalarında irrigasyonun apikal bölgeye ulaşması için 27G (148), 29G (143) ve 30G (167) irrigasyon iğneleri kullanılmıştır. 30G irrigasyon iğnelerinin çapı daha küçük olduğu için apikal bölgeye daha rahat ulaşım sağladığı ifade edilmiştir (168). Uslu ve ark.'nın farklı ege sistemlerini apikalden taşan debris açısından karşılaştırdıkları çalışmalarında 30G irrigasyon iğnesini çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde konumlandırmışlardır

(167). Çalışmamızda çift yandan delikli (double side-vented), 30G çapında olan iğne ucu çalışma uzunluğundan 2 mm kısa olacak şekilde irrigasyon sırasında eşit basınç uygulanarak kullanılmıştır.

Çalışmamızda farklı metalürjik özelliklere sahip eğeler kullanılmıştır. TruNatomy eğeleri, süper elastik özelliklere sahip Ni-Ti metalinin birtakım mikro frezeleme (mikro milling) gibi özel termal süreçlerden geçirilmesiyle üretilmiştir (73). Reciproc eğesi M-Wire ısıtım işlem teknolojisi ile üretilmişken, Mtwo eğeleri ise geleneksel Ni-Ti metalinin özelliklerini taşımaktadır. TruNatomy eğesinin, M-wire teknolojisi ile üretilen eğelerden hafıza özelliğinin daha az olması orijinal kanal anatomisini korumaktadır (73). Literatürde eğelerin metalürjik özelliklerini apikalden taşınan debris miktarı ile doğrudan kıyaslayan şu an için bir çalışma yoktur. Bununla ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

Kök kanallarının şekillendirilmesi için resiprokasyon ve rotasyonel hareket yapan farklı hareket tarzına sahip eğe sistemleri geliştirilmiştir. Resiprokasyon hareketi yapan eğe sistemleri ile rotasyonel hareket yapan eğe sistemlerinin apikalden taşınan debris miktarı açısından farklarının olup olmadığı merak konusu olmuştur. Literatürde bununla ilgili birçok çalışma vardır. Bazı çalışmalarda resiprokasyon yapan eğe sistemlerinin rotasyon yapan eğe sistemlerinden daha fazla debris taşıdığı bulunmuştur (94, 95, 169). Fakat bazı çalışmalar bu sonuca zıt olarak, rotasyon yapan eğe sistemlerinin daha fazla debris taşıdığını gösterilmiştir (145, 156, 170). Ahmad ve ark. yapmış oldukları meta analizde, resiprokasyon hareketi yapan Reciproc ve WaveOne tek eğe sistemleri ile rotasyonel hareket yapan Neoniti ve OneShape tek eğe sistemlerine ait çalışmaları apikalden taşınan debris miktarı açısından kıyaslamış; çalışmalarda resiprokasyon hareketine sahip eğelerin daha fazla debris taşıdığı belirtilmiştir (171). Bürkeim ve ark.'nın yaptığı çalışmada dört farklı eğe sistemi (Reciproc, Mtwo, OneShape, F360) apikalden taşınan debris açısından kıyaslanmış, en fazla debris Reciproc eğe sisteminin taşıdığı bildirilmiştir. OneShape ve F360 rotasyonel hareket yapan tekli eğe sistemi, Mtwo rotasyonel hareket yapan çoklu eğe sistemi, Reciproc ise resiprokasyon hareketi yapan tekli eğe sistemidir (95). Bir başka çalışmada ise, Uzun ve ark. resiprokasyon hareketi yapan üç farklı eğe (Reciproc, WaveOne, SafeSider) ile rotasyonel hareket yapan üç farklı eğeyi (Mtwo, Protaper, Typhoon) apikalden taşınan debris açısından karşılaştırmış; rotasyonel hareket yapan

eğelerin daha fazla debris taşıdığı sonucuna varmışlardır. Ayrıca çalışmada Mtwo eğe sisteminin Reciproc'tan daha fazla debris taşıdığı görülmüştür (172). Çalışmamızda ise Reciproc ile Mtwo arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur. Çalışmamızda kullandığımız eğe sistemlerinden Reciproc, resiprokasyon hareketi yaparken; TruNatomy ve Mtwo eğe sistemleri ise rotasyonel hareketle çalışmaktadır. Literatürde TruNatomy eğe sisteminin Mtwo ve Reciproc eğe sistemleriyle apikalden taşan debris açısından karşılaştırıldığı çalışma yoktur. Çalışmamız bu üç eğe sisteminin karşılaştırıldığı ilk çalışmadır. Çalışmamızın sonucunda TruNatomy ile Reciproc arasında istatistiksel olarak fark vardır ve TruNatomy daha az debris taşımıştır. Taşan debris miktarında eğenin kinematiğinin yanı sıra; metalürjik özellikleri, tekli/çoklu eğe sistemi, taper açısı, eğe tasarımı gibi birçok faktör önem arz etmektedir.

Yapılan sistematik bir incelemede, döner aletin enine kesit tasarımının, şekillendirilme sırasında kullanılan kinematikten (hareket tipi, dönme hızı ve açısı) apikalden taşan debris miktarı üzerinde daha önemli bir etkiye sahip olduğunu bildirilmiştir (173). Taşan debris miktarı arasındaki fark, dentin duvarları arasındaki temas noktalarını etkileyen eğelerin değişen enine kesit tasarımları ile ilişkilendirilebilir (174). Yapılan çalışmalarda S enine kesite sahip eğelerin, üçgen kesitli eğelere göre daha az P maddesi (Substans P) ve kalsitonin gen ilişkili peptid (CGRP) miktarlarını arttırdığı saptanmıştır (175, 176). Üçgen kesite sahip eğelerin kesme özellikleri diğer kesite sahip eğelerden daha yüksektir. Keskin ve ark.'nın yaptığı çalışmada Reciproc Blue, Wave One Gold, R-Endo ve Protaper Next eğe sistemleri apikalden taşan debris miktarları açısından karşılaştırılmış; paralelkenar kesitli Wave One Gold ve dikdörtgen kesitli Protaper Next eğelerinin daha az debris taşıdığı gözlenmiştir (177). Bizim çalışmamızda TruNatomy paralelkenar, Mtwo ve Reciproc sistemi ise S şeklinde enine kesite sahiptir. TruNatomy eğesinin diğer eğelerden daha az debris taşıması paralelkenar kesit geometrisine bağlı olabilir.

Aynı apikal çapa sahip eğelerde koniklik açısının (taper) debris taşmasına etkisinin incelendiği çalışmalarda çeşitli sonuçlar bulunmuştur. Aksel ve ark. yaptığı çalışmada %2, %4 ve %6 tapera sahip farklı K3 eğelerini apikalden taşan bakteri miktarı açısından kıyaslanmış ve en az bakteri %2 tapera sahip eğelerde taşmıştır (178). Çalışmamızda kullanılan final eğelerin koniklik açısı TRN %4, Mtwo %6 ve Reciproc %8'dir. Çalışmamızın sonucunda en az debris TRN taşıdığı için koniklik

açısı ile taşan debris miktarı arasında bir ilişki olabileceğini düşünmekteyiz. Fakat literatürde bunun zıttı çalışmalar da mevcuttur. Roshdy ve ark. yaptığı çalışmada koniklik açısı %8 olan WaveOne Gold (WOG), %7 olan TruShape (TRS) ve %4 olan TruNatomy (TRN) eğe sistemlerini apikalden taşan debris miktarı açısından karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda en az debris en yüksek tapera sahip WOG taşımıştır (179). Eğelerin farklı tasarım ve kinematikte olması, taşan debris karşılaştırılırken sonuçların sadece koniklik açısına bağlı olmadığını göstermektedir.

Güncel ve yeni bir sistem olan TruNatomy, son dönemdeki çalışmalarda apikal debris açısından değerlendirilmiştir. Mustafa ve ark. yaptığı bir çalışmada beş farklı nikel titanyum döner eğe sistemi (TRN, Reciproc Blue, Hyflex, Hyflex EDM ve Protaper Next) eğimli kök kanallarında apikalden taşan debris açısından karşılaştırılmış, TRN sisteminin en az debris taşmasına neden olduğu bildirilmiştir (129). Çırakoğlu ve ark. apikalden taşan debris miktarı açısından TruNatomy, Protaper Gold ve Protaper Next eğelerini karşılaştırmış; en az debris TruNatomy eğe sisteminin taşırdığını belirtmişlerdir (180). Yine başka bir çalışmada, Falakaloğlu ve ark. yaptığı çalışmada, Protaper Gold ile TruNatomy eğe sistemini apikalden taşan debris açısından karşılaştırmış; TruNatomy'nin istatistiksel olarak daha az debris taşırdığını bildirmişlerdir (181). Bu çalışmaların sonuçları bizim çalışmamızın sonucu ile benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda TruNatomy eğe sistemi istatistiksel olarak Mtwo ve Reciproc'dan daha az debris taşımıştır. TruNatomy eğesinin, Reciproc ve Mtwo eğelerine kıyasla daha az debris taşırmasının nedenlerinin geleneksel Ni-Ti eğelerin 1,2 mm çapta olmasına karşın TruNatomy eğesinin 0,8 mm çapa sahip olması ve gerileyen taper açısına sahip olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Djuric ve ark.'nın yaptığı başka bir çalışmada farklı hareket sistemlerine ait (resiprokasyon/rotasyon) eğeler saat yönünde ve saat yönünün tersinde kullanılarak apikalden taşan debris miktarı açısından karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda TruNatomy saat yönünde ve resiprokasyon hareketi ile birlikte kullanıldığında en az debris taşırdığı görülmüştür (182). Çalışmamızda TruNatomy eğesi üretici firmanın talimatıyla rotasyon hareketi ile kullanılmıştır. Bu eğenin resiprokasyon hareketi ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Çalışmalarda kullanılan eğe sistemleri her zaman aynı sayıda eğeden oluşmamaktadır. Mustafa ve ark.'nın yaptığı çalışmada TRN (3 eğe), Reciproc Blue (1 eğe), Hyflex (3 eğe), Hyflex EDM (1 eğe) ve Protaper Next (2 eğe) karşılaştırıldığında en az debris üç eğeden oluşun TRN sistemi taşırmıştır (129). Çalışmamızda da üç eğeden oluşun TRN, tek eğeli Reciproc ve üç eğeden oluşun Mtwo'dan daha az debris taşırmıştır. TRN ile Mtwo aynı eğe sayısına sahip olmasına rağmen istatistiksel sonuçları arasında anlamlı bir fark vardır. Hem bizim çalışmamıza hem de literatürdeki diğer çalışmalara bakıldığında kullanılan eğe sayısı ile taşun debris arasında doğrudan bir ilişki olmadığı görölmektedir.



6. SONUÇLAR

Bu çalışmada, farklı eğe sistemlerinin apikalden taşırdıkları debris miktarları karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler değerdendirildiğinde çıkan sonuçlar ve öneriler şu şekildedir:

1. Çalışmamızda kullandığımız farklı kinematiklere, metalürjik özelliklere ve tasarıma sahip TruNatomy, Mtwo ve Reciproc eğe sistemlerinin hepsi apikalden debris taşırmıştır.
2. TruNatomy ile Reciproc ve Mtwo eğe sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0.05$). Apikalden en az debris TruNatomy eğe sistemi taşırmıştır.
3. Reciproc ile Mtwo eğe sistemleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Mtwo, Reciproc eğe sisteminden daha fazla debris taşırmıştır.
4. Gruplar arasında en az debris TruNatomy, en çok debris Mtwo eğe sistemi taşırmıştır. TruNatomy eğesinin diğer eğelere göre daha iyi performans göstermesini, sahip olduğu ısıtıl işlem teknolojisi ve kesitsel özelliklerinin farklı olmasından kaynaklandığı kanaatindeyiz.
5. Resiprokasyon ve rotasyonel hareket yapan eğe sistemleri kıyaslandığında eğenin kinematiği taşan debris doğrudan etkilememiştir. Resiprokasyon hareketi yapan Reciproc, rotasyonel hareket yapan TruNatomy'den fazla debris taşıırken Mtwo'dan daha az taşırmıştır.
6. Tekli ve çoklu eğe sistemleri kıyaslandığında, eğe sayısı taşan debris doğrudan etkilememiştir.
7. Debris çalışlarında uygulanan metod, eğelerin farklı kinematik ve metalürjik yapıda olması, tekli çoklu eğe sistemleri sonuçlar üzerinde farklılıklara neden olabileceğinden bu alanda yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of endodontics*. 2004;30(8):559-67.
2. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic topics*. 2005;10(1):77-102.
3. Saunders W, Saunders E. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Dental Traumatology*. 1994;10(3):105-8.
4. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic topics*. 2005;10(1):30-76.
5. Uzun I, GÜLER B, ÖZYÜREK T, Ucarli O, Bodrumlu E, Menek N. Assessment of the nickel ion releases from the broken stainless steel and nickel titanium endodontic instruments. *Int J Electrochem Sci*. 2014;9:5812-9.
6. Siqueira Jr JF. Microbial causes of endodontic flare-ups. *International endodontic journal*. 2003;36(7):453-63.
7. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *Journal of endodontics*. 1985;11(11):472-8.
8. Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *Journal of endodontics*. 1998;24(3):180-3.
9. Martins JN, Silva EJ, Marques D, Pereira MR, Vieira VT, Arantes-Oliveira S, et al. Design, metallurgical features, and mechanical behaviour of NiTi endodontic instruments from five different heat-treated rotary systems. *Materials*. 2022;15(3):1009.
10. Kustarci A, Akdemir N, Siso SH, Altunbas D. Apical extrusion of intracanal debris using two engine driven and step-back instrumentation techniques: an in-vitro study. *European journal of dentistry*. 2008;2(04):233-9.
11. Al-Omari M, Dummer P. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *Journal of endodontics*. 1995;21(3):154-8.
12. Beeson T, Hartwell G, Thornton J, Gunsolley J. Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus profile. 04 Taper series 29. *Journal of endodontics*. 1998;24(1):18-22.
13. Pawar AM, Pawar MG, Metzger Z, Kokate SR. The self-adjusting file instrumentation results in less debris extrusion apically when compared to WaveOne and ProTaper NEXT. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2015;18(2):89.

14. Pawar AM, Pawar M, Metzger Z, Thakur B. Apical extrusion of debris by supplementary files used for retreatment: An ex vivo comparative study. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*. 2016;19(2):125.
15. Garlapati R, Venigalla BS, Patil JD, Raju R, Rammohan C. Quantitative evaluation of apical extrusion of intracanal bacteria using K3, Mtwo, RaCe and protaper rotary systems: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2013;16(4):300.
16. Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. *Journal of endodontics*. 1992;18(12):625-7.
17. Peters OA, Laib A, Göhring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *Journal of endodontics*. 2001;27(1):1-6.
18. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International endodontic journal*. 2001;34(3):221-30.
19. Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *International endodontic journal*. 1997;30(5):297-306.
20. Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? *Journal of endodontics*. 1992;18(7):332-5.
21. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dental clinics of north America*. 1974;18(2):269-96.
22. Elizabeth M S. Hand instrumentation in root canal preparation. *Endodontic Topics*. 2005;10(1):163-7.
23. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *Journal of endodontics*. 1988;14(7):346-51.
24. Peters OA, Peters CI, Basrani B. Cleaning and shaping of the root canal system. 2021.
25. Gambarini G. Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation. *Dental Traumatology: Review article*. 2000;16(3):95-100.
26. Walsch H. The hybrid concept of nickel–titanium rotary instrumentation. *Dental Clinics*. 2004;48(1):183-202.
27. Young G, Parashos P, Messer H. The principles of techniques for cleaning root canals. *Australian dental journal*. 2007;52:S52-S63.

28. Buehler WJ, Gilfrich JV, Wiley R. Effect of low-temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition TiNi. *Journal of applied physics*. 1963;34(5):1475-7.
29. Civjan S, Huget EF, DeSimon LB. Potential applications of certain nickel-titanium (nitinol) alloys. *Journal of dental research*. 1975;54(1):89-96.
30. Andreasen GF, Morrow RE. Laboratory and clinical analyses of nitinol wire. *American journal of orthodontics*. 1978;73(2):142-51.
31. Gambill JM, Alder M, Carlos E. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *Journal of endodontics*. 1996;22(7):369-75.
32. Glickman GN, Koch KA. 21st-century endodontics. *The Journal of the American Dental Association*. 2000;131:39S-46S.
33. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *Journal of endodontics*. 1975;1(8):255-62.
34. Mizrahi SI, Tucker JW, Seltzer S. A scanning electron microscopic study of the efficacy of various endodontic instruments. *Journal of endodontics*. 1975;1(10):324-33.
35. Walton RE. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *Journal of endodontics*. 1976;2(10):304-11.
36. Bishop K, Dummer P. A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. *International Endodontic Journal*. 1997;30(1):25-34.
37. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *Journal of endodontics*. 2000;26(3):161-5.
38. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. *Am J Dent*. 2001;14(5):324-33.
39. Plotino G, Grande NM, Bellido MM, Testarelli L, Gambarini G. Influence of temperature on cyclic fatigue resistance of ProTaper Gold and ProTaper Universal rotary files. *Journal of endodontics*. 2017;43(2):200-2.
40. Ye J, Gao Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *Journal of endodontics*. 2012;38(1):105-7.
41. Hieawy A, Haapasalo M, Zhou H, Wang Z-j, Shen Y. Phase transformation behavior and resistance to bending and cyclic fatigue of ProTaper Gold and ProTaper Universal instruments. *Journal of endodontics*. 2015;41(7):1134-8.

42. Uygun A, Kol E, Topcu M, Seckin F, Ersoy I, Tanriver M. Variations in cyclic fatigue resistance among ProTaper Gold, ProTaper Next and ProTaper Universal instruments at different levels. *International endodontic journal*. 2016;49(5):494-9.
43. Otsuka K, Ren X. Physical metallurgy of Ti–Ni-based shape memory alloys. *Progress in materials science*. 2005;50(5):511-678.
44. Buehler WJ, Wang FE. A summary of recent research on the nitinol alloys and their potential application in ocean engineering. *Ocean Engineering*. 1968;1(1):105-20.
45. Otsuka K, Wayman CM. Shape memory materials: Cambridge university press; 1999.
46. Shen Y, Zhou H-m, Zheng Y-f, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *Journal of endodontics*. 2013;39(2):163-72.
47. Thompson S. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *International endodontic journal*. 2000;33(4):297-310.
48. Bryant S, Dummer P, Pitoni C, Bourba M, Moghal S. Shaping ability of. 04 and. 06 taper ProFile rotary nickel–titanium instruments in simulated root canals. *International Endodontic Journal*. 1999;32(3):155-64.
49. Haapasalo M, Shen Y. Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. *Endodontic topics*. 2013;29(1):3-17.
50. Deepak J, Ashish M, Patil N, Kadam N, Yadav V, Jagdale H. Shaping Ability of 5 (th) Generation Ni-Ti Rotary Systems for Root Canal Preparation in Curved Root Canals using CBCT: An In Vitro Study. *Journal of International Oral Health: JIOH*. 2015;7(Suppl 1):57-61.
51. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel–titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *International endodontic journal*. 2004;37(4):239-48.
52. Javaheri HH, Javaheri GH. A comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation. *Journal of endodontics*. 2007;33(3):284-6.
53. Azar M-R, Mokhtare M. Rotary Mtwo system versus manual K-file instruments: efficacy in preparing primary and permanent molar root canals. *Indian Journal of Dental Research*. 2011;22(2):363.
54. Zhou H-m, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng Y-f, Haapasalo M. Mechanical properties of controlled memory and superelastic nickel-titanium wires used in the

manufacture of rotary endodontic instruments. *Journal of endodontics*. 2012;38(11):1535-40.

55. Peters OA, Gluskin A, Weiss R, Han J. An in vitro assessment of the physical properties of novel Hyflex nickel–titanium rotary instruments. *International endodontic journal*. 2012;45(11):1027-34.

56. McCormick P, Liu Y. Thermodynamic analysis of the martensitic transformation in NiTi—II. Effect of transformation cycling. *Acta Metallurgica et Materialia*. 1994;42(7):2407-13.

57. Shen Y, Zhou H-m, Wang Z, Campbell L, Zheng Y-f, Haapasalo M. Phase transformation behavior and mechanical properties of thermomechanically treated K3XF nickel-titanium instruments. *Journal of endodontics*. 2013;39(7):919-23.

58. Ha J-H, Kim SK, Cohenca N, Kim H-C. Effect of R-phase heat treatment on torsional resistance and cyclic fatigue fracture. *Journal of endodontics*. 2013;39(3):389-93.

59. Ninan E, Berzins DW. Torsion and bending properties of shape memory and superelastic nickel-titanium rotary instruments. *Journal of endodontics*. 2013;39(1):101-4.

60. Hou X, Yahata Y, Hayashi Y, Ebihara A, Hanawa T, Suda H. Phase transformation behaviour and bending property of twisted nickel–titanium endodontic instruments. *International endodontic journal*. 2011;44(3):253-8.

61. Wu S-K, Lin H, Chou T. A study of electrical resistivity, internal friction and shear modulus on an aged Ti49Ni51 alloy. *Acta Metallurgica et Materialia*. 1990;38(1):95-102.

62. Cheung GS, Shen Y, Darvell BW. Does electropolishing improve the low-cycle fatigue behavior of a nickel–titanium rotary instrument in hypochlorite? *Journal of endodontics*. 2007;33(10):1217-21.

63. Elnaghy A, Elsaka S. Torsional resistance of XP-endo Shaper at body temperature compared with several nickel-titanium rotary instruments. *International Endodontic Journal*. 2018;51(5):572-6.

64. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys—a review. *International endodontic journal*. 2018;51(10):1088-103.

65. Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Rapisarda E. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. *Journal of endodontics*. 2013;39(2):258-61.

66. Nabeshima CK, Caballero-Flores H, Cai S, Aranguren J, Britto MLB, de Lima Machado ME. Bacterial removal promoted by 2 single-file systems: Wave One and One Shape. *Journal of endodontics*. 2014;40(12):1995-8.
67. Hashem AAR, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GAF. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *Journal of endodontics*. 2012;38(7):996-1000.
68. Yared G. Reciproc blue: the new generation of reciprocation. *Giornale italiano di endodonzia*. 2017;31(2):96-101.
69. Fidler A. Kinematics of 2 reciprocating endodontic motors: the difference between actual and set values. *Journal of Endodontics*. 2014;40(7):990-4.
70. Plotino G, Grande NM, Sorci E, Malagnino V, Somma F. A comparison of cyclic fatigue between used and new Mtwo Ni–Ti rotary instruments. *International Endodontic Journal*. 2006;39(9):716-23.
71. Riyahi AM, Bashiri A, Alshahrani K, Alshahrani S, Alamri HM, Al-Sudani D. Cyclic fatigue comparison of TruNatomy, twisted file, and ProTaper next rotary systems. *International Journal of Dentistry*. 2020;2020.
72. Melo M, Pereira E, Viana A, Fonseca A, Buono V, Bahia M. Dimensional characterization and mechanical behaviour of K3 rotary instruments. *International Endodontic Journal*. 2008;41(4):329-38.
73. Van der Vyver PJ, Vorster M, Peters OA. Minimally invasive endodontics using a new single-file rotary system. *Int Dent–African ed*. 2019;9(4):6-20.
74. Zinge PR, Patil J. Comparative evaluation of effect of rotary and reciprocating single-file systems on pericervical dentin: A cone-beam computed tomography study. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2017;20(6):424.
75. Peters OA, Arias A, Choi A. Mechanical properties of a novel nickel-titanium root canal instrument: stationary and dynamic tests. *Journal of Endodontics*. 2020;46(7):994-1001.
76. Kabil E, Katić M, Anić I, Bago I. Micro-computed Evaluation of Canal Transportation and Centering Ability of 5 Rotary and Reciprocating Systems with Different Metallurgical Properties and Surface Treatments in Curved Root Canals. *Journal of Endodontics*. 2021;47(3):477-84.
77. Chapman C, Collee J, Beagrie G. A preliminary report on the correlation between apical infection and instrumentation in endodontics. *International endodontic journal*. 1968;2(1):7-11.
78. Brilliant J, Vandevisse J. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *JOE*. 1975;7:243-6.

79. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *Journal of endodontics*. 2004;30(7):476-81.
80. Wittgow Jr WC, Sabiston Jr CB. Microorganisms from pulpal chambers of intact teeth with necrotic pulps. *Journal of endodontics*. 1975;1(5):168-71.
81. Ferraz C, Gomes N, Gomes B, Zaia A, Teixeira F, Souza-Filho F. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *International endodontic journal*. 2001;34(5):354-8.
82. Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *Journal of endodontics*. 2005;31(7):533-5.
83. Block RM, Bushell A, Rodrigues H, Langeland K. A histopathologic, histobacteriologic, and radiographic study of periapical endodontic surgical specimens. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1976;42(5):656-78.
84. Isermann GT, Kaminski EJ. Pulpal response to bacteria in the dog. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1979;48(4):353-7.
85. Lin L. Light and electron microscopic study of teeth with carious pulp exposures. 1981.
86. Naidorf IJ. Endodontic flare-ups: bacteriological and immunological mechanisms. *Journal of endodontics*. 1985;11(11):462-4.
87. Debelian G, Olsen I, Tronstad L. Bacteremia in conjunction with endodontic therapy. *Dental Traumatology*. 1995;11(3):142-9.
88. Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *Journal of endodontics*. 1991;17(6):275-9.
89. Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *Journal of endodontics*. 1987;13(3):102-8.
90. Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *International endodontic journal*. 2014;47(3):211-21.
91. Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G. Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. *Brazilian dental journal*. 2007;18:16-9.
92. Borges MFdA, Miranda CES, Silva SRCd, Marchesan M. Influence of apical enlargement in cleaning and extrusion in canals with mild and moderate curvatures. *Brazilian Dental Journal*. 2011;22:212-7.

93. Elmsallati EA, Wadachi R, Suda H. Extrusion of debris after use of rotary nickel-titanium files with different pitch: a pilot study. *Australian Endodontic Journal*. 2009;35(2):65-9.
94. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *Journal of endodontics*. 2012;38(6):850-2.
95. Bürklein S, Benten S, Schäfer E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: R eciproc, F 360 and O ne S hape versus M two. *International endodontic journal*. 2014;47(5):405-9.
96. Boutsoukias C, Lambrianidis T, Kastrinakis E. Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: a computational fluid dynamics study. *International Endodontic Journal*. 2009;42(2):144-55.
97. Altundasar E, Nagas E, Uyanik O, Serper A. Debris and irrigant extrusion potential of 2 rotary systems and irrigation needles. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2011;112(4):e31-e5.
98. Brown DC, Moore BK, Brown Jr CE, Newton CW. An in vitro study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. *Journal of endodontics*. 1995;21(12):587-91.
99. Fukumoto Y, Kikuchi I, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. An ex vivo evaluation of a new root canal irrigation technique with intracanal aspiration. *International Endodontic Journal*. 2006;39(2):93-9.
100. Uzunoglu-Özyürek E, Karaaslan H, Türker SA, Özçelik B. Influence of size and insertion depth of irrigation needle on debris extrusion and sealer penetration. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 2018;43(1).
101. 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. *Journal of Endodontics*. 2010;36(8):1295-301.
102. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *Journal of endodontics*. 2009;35(4):545-9.
103. Mitchell RP, Yang S-E, Baumgartner JC. Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *Journal of endodontics*. 2010;36(2):338-41.
104. Mitchell RP, Baumgartner JC, Sedgley CM. Apical extrusion of sodium hypochlorite using different root canal irrigation systems. *Journal of endodontics*. 2011;37(12):1677-81.

105. Parirokh M, Jalali S, Haghdoost AA, Abbott PV. Comparison of the effect of various irrigants on apically extruded debris after root canal preparation. *Journal of endodontics*. 2012;38(2):196-9.
106. Bassam S, El-Ahmar R, Salloum S, Ayoub S. Endodontic postoperative flare-up: An update. *The Saudi Dental Journal*. 2021;33(7):386-94.
107. Naoum H, Chandler NP. Temporization for endodontics. *International endodontic journal*. 2002;35(12):964-78.
108. Siqueira Jr J, Barnett F. Interappointment pain: mechanisms, diagnosis, and treatment. *Endodontic Topics*. 2004;7(1):93-109.
109. Stashenko P, Teles R, d'Souza R. Periapical inflammatory responses and their modulation. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*. 1998;9(4):498-521.
110. Walton R, Fouad A. Endodontic interappointment flare-ups: a prospective study of incidence and related factors. *Journal of endodontics*. 1992;18(4):172-7.
111. Siqueira Jr JF, Rôças IN, Souto R, de Uzeda M, Colombo AP. Microbiological evaluation of acute periradicular abscesses by DNA-DNA hybridization. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2001;92(4):451-7.
112. Siqueira Jr JF. Endodontic infections: concepts, paradigms, and perspectives. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2002;94(3):281-93.
113. Iqbal M, Kurtz E, Kohli M. Incidence and factors related to flare-ups in a graduate endodontic programme. *International endodontic journal*. 2009;42(2):99-104.
114. Harrison JW, Baumgartner JC, Svec TA. Incidence of pain associated with clinical factors during and after root canal therapy. Part 1. Interappointment pain. *Journal of endodontics*. 1983;9(9):384-7.
115. Pak JG, White SN. Pain prevalence and severity before, during, and after root canal treatment: a systematic review. *Journal of endodontics*. 2011;37(4):429-38.
116. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral surgery, Oral medicine, Oral pathology*. 1971;32(2):271-5.
117. 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. *Journal of endodontics*. 2013;39(10):1278-80.
118. Topçuoğlu H, Düzgün S, Akpek F, Topçuoğlu G, Aktı A. Influence of a glide path on apical extrusion of debris during canal preparation using single-file systems in curved canals. *International endodontic journal*. 2016;49(6):599-603.

- 119.Torabinejad M, Walton RE. Managing Endodontic Emergencis. The Journal of the American Dental Association. 1991;122(5):99-103.
- 120.Silva EJNL, Sá L, Belladonna FG, Neves AA, Accorsi-Mendonça T, Vieira VT, et al. Reciprocating versus rotary systems for root filling removal: assessment of the apically extruded material. Journal of Endodontics. 2014;40(12):2077-80.
- 121.Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature–Part 2. Influence of clinical factors. International endodontic journal. 2008;41(1):6-31.
- 122.McKendry DJ. Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. Journal of endodontics. 1990;16(1):24-7.
- 123.Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayırlı G. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 2006;101(2):250-7.
- 124.Huang X, Ling J, Wei X, Gu L. Quantitative evaluation of debris extruded apically by using ProTaper Universal Tulsa rotary system in endodontic retreatment. Journal of endodontics. 2007;33(9):1102-5.
- 125.Topçuoğlu HS, Aktı A, Tuncay Ö, Dinçer AN, Düzgün S, Topçuoğlu G. Evaluation of debris extruded apically during the removal of root canal filling material using ProTaper, D-RaCe, and R-Endo rotary nickel-titanium retreatment instruments and hand files. Journal of endodontics. 2014;40(12):2066-9.
- 126.Topçuoğlu H, Zangeneh R, Akpek F, Topçuoğlu G, Ulusoy Ö, Aktı A, et al. Apically extruded debris during root canal preparation using Vortex Blue, K3 XF, ProTaper Next and Reciproc instruments. International endodontic journal. 2016;49(12):1183-7.
- 127.AlOmari T, Mustafa R, Al-Fodeh R, El-Farraj H, Khaled W, Jamleh A. Debris extrusion using reciproc blue and XP Endo Shaper systems in root canal retreatment. International Journal of Dentistry. 2021;2021.
- 128.Arruda-Vasconcelos R, Barbosa-Ribeiro M, Louzada LM, Mantovani GD, Gomes BP. Apically extruded debris using passive ultrasonic irrigation associated with different root canal irrigants. Brazilian dental journal. 2019;30:363-7.
- 129.Mustafa R, Al Omari T, Al-Nasrawi S, Al Fodeh R, Dkmal A, Haider J. Evaluating in vitro performance of novel nickel-titanium rotary system (TruNatomy) based on debris extrusion and preparation time from severely curved canals. Journal of Endodontics. 2021;47(6):976-81.

- 130.Karataslioglu E, Arslan H, Er G, Avci E. Influence of canal curvature on the amount of apically extruded debris determined by using three-dimensional determination method. *Australian Endodontic Journal*. 2019;45(2):216-24.
- 131.Gunes B, Yeter KY. Effects of different glide path files on apical debris extrusion in curved root canals. *Journal of endodontics*. 2018;44(7):1191-4.
- 132.Elashiry M, Saber S, Elashry S. Apical extrusion of debris after canal shaping with three single-file systems. *Niger J Clin Pract*. 2020;23(1):79-83.
- 133.Hinrichs RE, Walker III WA, Schindler WG. A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. *Journal of endodontics*. 1998;24(2):102-6.
- 134.Zarrabi MH, Bidar M, Jafarzadeh H. An in vitro comparative study of apically extruded debris resulting from conventional and three rotary (Profile, Race, FlexMaster) instrumentation techniques. *Journal of oral science*. 2006;48(2):85-8.
- 135.Ozlek E, Neelakantan P, Khan K, Cheung GS, Rossi-Fedele G. Debris extrusion during root canal preparation with nickel-titanium instruments using liquid and gel formulations of sodium hypochlorite in vitro. *Australian Endodontic Journal*. 2021;47(2):130-6.
- 136.Doğanay Yıldız E, Arslan H. The effect of blue thermal treatment on endodontic instruments and apical debris extrusion during retreatment procedures. *International Endodontic Journal*. 2019;52(11):1629-34.
- 137.Düzgün S, Topçuoğlu HS, Kahraman Ö. Evaluation of apically extruded debris during the canal preparation using new heat-treated nickel-titanium files in curved canals. *Australian Endodontic Journal*. 2021;47(1):54-8.
- 138.Çırakoglu NY, Özbay Y. Apically extruded debris associated with ProTaper Next, ProTaper Gold and TruNatomy systems: An in vitro study. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*. 2021;15(1):30.
- 139.Maheswari D, Mallick RR, Shandilya A, Solanki H, Panda S, Sarangi P. Quantitative evaluation of apically extruded debris during biomechanical preparation using hand K-file, protaper next, and waveone—An In Vitro study. *Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences*. 2022;14(5):802.
- 140.Tanalp J. A critical analysis of research methods and experimental models to study apical extrusion of debris and irrigants. *International Endodontic Journal*. 2022;55:153-77.
- 141.Tüfenkçi P, Yılmaz K, Adigüzel M. Effects of the endodontic access cavity on apical debris extrusion during root canal preparation using different single-file systems. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 2020;45(3).

142. Ince Yusufoglu S, Keskin NB, Saricam E, Bozkurt DA. Comparison of apical debris extrusion using EDDY, passive ultrasonic activation and photon-initiated photoacoustic streaming irrigation activation devices. *Australian Endodontic Journal*. 2020;46(3):400-4.
143. 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. *Journal of endodontics*. 2018;44(8):1289-92.
144. Kharouf N, Pedullà E, Nehme W, Akarma K, Mercey A, Gros CI, et al. Apically extruded debris in curved root canals using a new reciprocating single-file shaping system. *Journal of Endodontics*. 2022;48(1):117-22.
145. De-Deus G, Neves A, Silva EJ, Mendonça TA, Lourenço C, Calixto C, et al. Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clinical oral investigations*. 2015;19(2):357-61.
146. Keskin C, Sivas Yilmaz Ö, Inan U. Apically extruded debris produced during glide path preparation using R-Pilot, WaveOne Gold Glider and ProGlider in curved root canals. *Australian Endodontic Journal*. 2020;46(3):439-44.
147. Kirchhoff AL, Fariniuk LF, Mello I. Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *Journal of endodontics*. 2015;41(2):237-41.
148. Koçak M, Çiçek E, Koçak S, Sağlam B, Furuncuoğlu F. Comparison of ProTaper Next and HyFlex instruments on apical debris extrusion in curved canals. *International endodontic journal*. 2016;49(10):996-1000.
149. Ruiz-Hubard EE, Gutmann JL, Wagner MJ. A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques. *Journal of endodontics*. 1987;13(12):554-8.
150. Kum K-Y, Spängberg L, Cha BY, Il-Young J, Seung-Jong L, Chan-Young L. Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *Journal of endodontics*. 2000;26(12):719-23.
151. Lu Y, Wang R, Zhang L, Li H, Zheng Q, Zhou X, et al. Apically extruded debris and irrigant with two Ni-Ti systems and hand files when removing root fillings: a laboratory study. *International endodontic journal*. 2013;46(12):1125-30.
152. Çanakçı BC, Ustun Y, Er O, Sen OG. Evaluation of apically extruded debris from curved root canal filling removal using 5 nickel-titanium systems. *Journal of Endodontics*. 2016;42(7):1101-4.
153. Dincer AN, Guneser MB, Arslan D. Apical extrusion of debris during root canal preparation using a novel nickel-titanium file system: WaveOne gold. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2017;20(5):322.

- 154.Doğanay Yıldız E, Dincer B, Fidan ME. Effect of different laser-assisted irrigation activation techniques on apical debris extrusion. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2020;78(5):332-6.
- 155.Arslan H, Doğanay E, Alsancak M, Çapar I, Karataş E, Gündüz H. Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc® instruments with various kinematics. *International endodontic journal*. 2016;49(3):307-10.
- 156.Ozsu D, Karatas E, Arslan H, Topcu MC. Quantitative evaluation of apically extruded debris during root canal instrumentation with ProTaper Universal, ProTaper Next, WaveOne, and self-adjusting file systems. *European journal of dentistry*. 2014;8(04):504-8.
- 157.Tasdemir T, Er K, Çelik D, Aydemir H. An in vitro comparison of apically extruded debris using three rotary nickel-titanium instruments. *Journal of dental sciences*. 2010;5(3):121-5.
- 158.Mohammadi D, Mehran M, Frankenberger R, BabeveyNejad N, Banakar M, Haghighoo R. Comparison of apical debris extrusion during root canal preparation in primary molars using different file systems: an in vitro study. *Australian Endodontic Journal*. 2021.
- 159.Al Omari T, El-Farraj H, Arıcan B, Atav Ateş A. Apical debris extrusion of full-sequenced rotary systems in narrow ribbon-shaped canals. *Australian Endodontic Journal*. 2022;48(2):245-50.
- 160.Mittal R, Singla MG, Garg A, Dhawan A. A comparison of apical bacterial extrusion in manual, ProTaper rotary, and one shape rotary instrumentation techniques. *Journal of endodontics*. 2015;41(12):2040-4.
- 161.Martin H, Cunningham WT. The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1982;53(6):611-3.
- 162.de Moura JDM, da Silveira Bueno CE, Fontana CE, Pelegri RA. Extrusion of debris from curved root canals instrumented up to different working lengths using different reciprocating systems. *Journal of endodontics*. 2019;45(7):930-4.
- 163.Topçuoğlu H, Demirbuga S, Topçuoğlu G. Evaluation of apically extruded debris during the removal of canal filling material using three different Ni-Ti systems and hand files in teeth with simulated apical root resorption. *International Endodontic Journal*. 2020;53(3):403-9.
- 164.Yeter K, Evcil M, Ayrancı L, Ersoy I. Weight of apically extruded debris following use of two canal instrumentation techniques and two designs of irrigation needles. *International Endodontic Journal*. 2013;46(9):795-9.

- 165.Silva PB, Krolow AM, Pilownic KJ, Casarin RP, Lima RKP, Leonardo RdT, et al. Apical extrusion of debris and irrigants using different irrigation needles. *Brazilian dental journal*. 2016;27:192-5.
- 166.Boutsioukis C, Psimma Z, Kastrinakis E. The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo. *International Endodontic Journal*. 2014;47(5):487-96.
- 167.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. *Journal of endodontics*. 2018;44(5):856-9.
- 168.Park E, Shen Y, Khakpour M, Haapasalo M. Apical pressure and extent of irrigant flow beyond the needle tip during positive-pressure irrigation in an in vitro root canal model. *Journal of endodontics*. 2013;39(4):511-5.
- 169.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. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*. 2014;11(3):302.
- 170.Tinoco J, De-Deus G, Tinoco E, Saavedra F, Fidel R, Sassone L. Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multifile instrumentation systems. *International Endodontic Journal*. 2014;47(6):560-6.
- 171.Ahmad MZ, Sadaf D, MacBain MM, Merdad KA. Effect of mode of rotation on apical extrusion of debris with four different single-file endodontic instrumentation systems: Systematic review and meta-analysis. *Australian Endodontic Journal*. 2022;48(1):202-18.
- 172.Uzun I, Güler B, Özyürek T, Tunc T. Apical extrusion of debris using reciprocating files and rotary instrumentation systems. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 2016;19(1):71-5.
- 173.Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, Ulate E, Munoz H. The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*. 2016;49(3):255-70.
- 174.Bürklein S, Hinschitzka K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *International endodontic journal*. 2012;45(5):449-61.
- 175.Caviedes-Bucheli J, Azuero-Holguin MM, Gutierrez-Sanchez L, Higuerey-Bermudez F, Pereira-Nava V, Lombana N, et al. The effect of three different rotary instrumentation systems on substance P and calcitonin gene-related peptide expression in human periodontal ligament. *Journal of Endodontics*. 2010;36(12):1938-42.

176. Caviades-Bucheli J, Moreno J, Carreno C, Delgado R, Garcia D, Solano J, et al. The effect of single-file reciprocating systems on Substance P and Calcitonin gene-related peptide expression in human periodontal ligament. *International endodontic journal*. 2013;46(5):419-26.
177. 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. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*. 2018;12(4):272.
178. Aksel H, Eren SK, Çakar A, Serper A, Özkuyumcu C, Azim AA. Effect of instrumentation techniques and preparation taper on apical extrusion of bacteria. *Journal of Endodontics*. 2017;43(6):1008-10.
179. Roshdy NN, Hassan R. Quantitative evaluation of apically extruded debris using TRUShape, TruNatomy, and WaveOne Gold in curved canals. *BDJ open*. 2022;8(1):1-5.
180. Çirakoglu NNY, Özbay Y. Evaluation of apical crack formation associated with root canal preparation with ProTaper Next, ProTaper Gold, and TruNatomy systems. *Endodontology*. 2021;33(4):191.
181. Falakaloglu S, Özata MY, İriboz E. Apically extruded debris and irrigants during root canal instrumentation with TruNatomy and ProTaper Gold rotary file systems. *Giornale Italiano di Endodonzia*. 2021;35(2).
182. Predin Djuric N, Van Der Vyver P, Vorster M, Vally ZI. Comparison of apical debris extrusion using clockwise and counter-clockwise single-file reciprocation of rotary and reciprocating systems. *Australian Endodontic Journal*. 2021;47(3):394-400.

8. EKLER

Ek-1. Etik kurul kararı



DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
YEREL ETİK KURUL KARARLARI



Protokol No: 2022-21
Tarih: 30.03.2022

TANIMLAYICI BİLGİLER	
Sorumlu Araştırmacı Unvanı / Adı	Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL
Kurumu / Anabilim / Bilim Dalı	Endodonti Anabilim Dalı
Araştırmacı (Protokol) Kodu	2022-21
Yürüttüğü Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL' yaptığı "Resiprokal Ve Rotasyonel Hareket Yapan Farklı Nikel Titanyum Kök Kanal Eğelerinin Apikalden Taşan Debris Miktarına Etkisinin Değerlendirilmesi" başlıklı, 2022-21 Protokol no.lu çalışma Etik Kurulumuz tarafından görüşülmüş olup, Etik Kurallara UYGUN OLDUĞUNA , Oy Çokluğu –Oy Birliği ile karar verilmiştir.	

DİĞER ARAŞTIRMACILAR

No	Unvanı	Adı / Soyadı
1	Dt./ Araştırma Görevlisi	Nevzat KOÇ

Görevi	Adı Soyadı	Birimi	Evet	Hayır
Başkan	Prof. Dr. Köksal BEYDEMİR	Diş.Hek.Fak. Protetik Diş Tedavisi A.D.	✓	
Başkan Yrd.	Prof. Dr. Seher Gündüz ARSLAN	Diş.Hek.Fak. Ortodonti A.D.	✓	
Raportör	Dr. Öğretim Üyesi Nedim GÜNEŞ	Diş.Hek.Fak. Ağız, Diş Ve Çene Cerrahisi A.D	✓	
Üye	Prof. Dr. Ahmet DAĞ	Diş. Hek.Fak. Periodontoloji A.D.		
Üye	Prof. Dr. Sema ÇELENK	Diş.Hek. Fak. Çocuk Diş Kliniği A.D.	✓	
Üye	Prof. Dr. Selahattin ATMACA	Tıp Fak. Mikrobiyoloji A.D		
Üye	Prof. Dr. M. Zülküf AKDAĞ	Tıp Fak. Biyofizik A.D.	✓	
Üye	Prof. Dr. Hasan AKKOÇ	Tıp Fak. Farmakoloji A.D.	✓	
Üye	Dr. Öğretim Üyesi Ersin UYSAL	D.Ü. Teknik Bilimler Meslek Yük. Okulu	✓	
Üye	Dr. Öğretim Üyesi Elif Pınar BAKIR	Diş.Hek.Fak. Restoratif Diş Tedavisi A.D	✓	
Üye	Av. Evin DAŞ	D.Ü Hukuk Müşavirliği	✓	

9. ORJİNALLİK RAPORU

RESİPROKAL ve ROTASYONEL HAREKET YAPAN FARKLI NİKEL
TİTANYUM KÖK KANAL EĞELERİNİN APİKALDEN TAŞAN DEBRİS
MİKTARINA ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

%6

BENZERLİK ENDEKSİ

%5

İNTERNET KAYNAKLARI

%2

YAYINLAR

%1

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

acikerisim.dicle.edu.tr

İnternet Kaynağı

%1

2

dspace.akdeniz.edu.tr

İnternet Kaynağı

%1

3

academicworks.livredelyon.com

İnternet Kaynağı

%1

4

acikbilim.yok.gov.tr

İnternet Kaynağı

%1

5

Submitted to Recep Tayyip Erdogan University

Öğrenci Ödevi

<%1

6

Submitted to Baskent University

Öğrenci Ödevi

<%1

7

Submitted to Mansoura University

Öğrenci Ödevi

<%1

8

www.ncbi.nlm.nih.gov

İnternet Kaynağı

<%1

10.ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı: Nevzat KOÇ

Yabancı Dil: İngilizce

Eğitim Durumu

<u>Derece</u>	<u>Kurum</u>
Lise	Seyhan Rotary Anadolu Lisesi (2008-2012)
Lisans	Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2013-2018)
Uzmanlık Eğitimi	Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı (2020- 2023)