

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

**FARKLI DÖNER EĞE SİSTEMLERİ  
KULLANILARAK YAPILAN KÖK KANAL  
PREPARASYONU SIRASINDA APİKALDEN  
TAŞAN DEBRİS MİKTARININ  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Özge ÇİLOĞLU

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Öznur GÜÇLÜER

2019-ANTALYA

**T.C.**  
**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**  
**ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI DÖNER EĞE SİSTEMLERİ**  
**KULLANILARAK YAPILAN KÖK KANAL**  
**PREPARASYONU SIRASINDA APİKALDEN**  
**TAŞAN DEBRİS MİKTARININ**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dt. Özge ÇİLOĞLU**

**DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Dr. Öğr. Üyesi Öznur GÜÇLÜER**

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından TDH-2018-3047 proje numarası ile desteklenmiştir.

**2019-ANTALYA**

## ONAY SAYFASI

Özge ÇİLOĞLU tarafından sunulan bu çalışma jürimiz tarafından **oy birliği/oy çokluğu** ile ENDODONTİ Anabilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.  
19/04/2019

İmza

Üye : Prof. Dr. Kürşat ER Akdeniz Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. H. Sinan TOPÇUOĞLU Erciyes Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Öznur GÜÇLÜER Akdeniz Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Damla KIRICI Akdeniz Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi C. Neslihan EROĞLU Akdeniz Üniversitesi

Bu tez, 03./04./2019 tarih ve 14./.../55 sayılı Yönetim Kurulu kararıyla belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

**Diş Hekimliği Fakültesi**

**Kurum Yöneticisi**

## ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurullar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

**Özge ÇİLOĞLU**

İmza

Tez Danışmanı

**Dr. Öğr. Üyesi**

**Öznur GÜÇLÜER**

İmza

## TEŞEKKÜRLER

Uzmanlık eğitimim ve uzmanlık tezimin hazırlanması boyunca bilgi birikimini, tecrübelerini ve desteğini esirgemeyen, bana yol gösteren, hayatım boyunca saygı ve sevgi ile hatırlayacağım değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Öznur GÜÇLÜER başta olmak üzere, uzmanlık eğitimim boyunca benden bilgi ve deneyimlerini eksik etmeyen, iyi niyeti ve desteklerinden dolayı sayın Prof. Dr. Kürşat ER, Prof. Dr. Alper KUŞTARCI ve Dr. Öğr. Üyesi Damla KIRICI'ya teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Dostluklarını her zaman hissettiğim, tecrübelerini ve yardımlarını benden esirgemeyen değerli kıdemlilerim Dt. Hatice HARORLI'ya, Uzm. Dt. Berna TAT'a, Uzm. Dt. Begüm HASEKİ GÜLDAŞ'a, hayatım boyunca her zaman yanımda olan ve asla sevgilerini esirmeyen aileme, uzmanlık tezi süresince benimle birlikte sosyal hayatından vazgeçerek hiçbir zaman desteğini ve sevgisini esirgemeyen canım arkadaşım Gülen SUNA'ya, büyük bir keyif ile uzmanlık eğitimim boyunca beraber çalıştığım iş arkadaşlarıma, tüm Endodonti kliniği çalışanlarına ve bu süreçte bana her türlü desteği gösteren aileme ve dostlarıma tüm kalbimle teşekkür ederim.

Özge ÇİLOĞLU

## ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, çekilmiş tek köklü insan alt çene premolar dişlerinin kanal şekillendirmesi sırasında, farklı Ni-Ti döner ege sistemlerinin apikalden taşan debris miktarının ve çalışma zamanlarının karşılaştırılmasıdır.

**Yöntem:** Bu çalışmada, 60 adet çekilmiş tek köklü insan alt çene premolar dişi kullanılmıştır (n:15). Kök kanalları ProTaper Gold, HyFlex EDM, iRace ege sistemleri ve el eğeleri kullanılarak şekillendirilmiştir. Deney düzeneğinde apikalden taşan debris, daha önceden ağırlığı hassas terazi ile tartılmış Eppendorf tüplerinde toplanmıştır. Tüpler içindeki distile suyun buharlaşması için 70 °C'de 5 gün boyunca inkübatörde bekletilmiş, kalan debris ağırlıkları hassas terazi ile tartılarak hesaplanmıştır. Preparasyon sırasında eğelerin toplam çalışma süresini belirlemek için dijital kronometre kullanılmıştır. Ege sistemlerinin apikalden taşan debris değerlerine ilişkin ortalamalar arasındaki fark Kruskal-Wallis testi kullanılarak incelenmiş; ikişerli karşılaştırmalar Dunn-Bonferroni düzeltme yöntemiyle değerlendirilmiştir. Ege sistemlerinin çalışma zamanı değerlerine ilişkin ortalamalar Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) testi kullanılarak incelenmiştir.

ANOVA sonrası ikili karşılaştırmalar Post Hoc testlerinden Dunnett's T3 testiyle yapılmıştır. Anlamlılık  $p < 0,05$  düzeyinde değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Elde edilen verilerle tüm gruplar arasında en az debris taşıyan sistemin iRace ( $P < 0.05$ ), en kısa çalışma zamanı gerektiren eğelerin ise iRace ve HyFlex EDM sistemleri olduğu gözlenmiştir ( $P < 0.05$ ).

**Sonuç:** Bu çalışma sonucunda bütün ege sistemleri apikalden debris taşmasına neden olmuştur. iRace ege sisteminin apikalden daha az miktarda debris taşıdığı ve çalışma zamanı açısından avantajlı olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kök kanal şekillendirmesi, Ni-Ti döner ege, debris taşması

## ABSTRACT

**Objective:** The purpose of this in vitro study was to evaluate working time and the weight of debris extruded apically from canal shaping of single-rooted human mandible premolar teeth using different Ni-Ti rotating file systems.

**Method:** In this study, 60 pieces of single-rooted human mandible premolar teeth were used. When choosing the teeth, the root growth was completed, the root end closed, single rooted and flat canals were preferred. The teeth were randomly divided into four groups (n=15). Root canals were produced using ProTaper Gold, HyFlex EDM, iRace file systems and hand files according to the manufacturer's instructions. The apically extruded debris was collected in preweighted Eppendorf tubes with an analytical balance. The Eppendorf tubes were then stored in an incubator at 70 °C for 5 days in order to evaporate the distilled water before weighing the dry debris. The amount of extruded debris was assessed with an analytical balance. To determine the total time for root canal preparation was recorded using a digital chronometer. The amount of extruded debris were analyzed statistically using Kruskal Wallis test and Dunn-Bonferroni correction method used for multiwise comparison. The working times were analyzed statistically using one-way ANOVA and post-hoc Dunnett's T3 tests at a significance level of  $P < 0.05$ .

**Results:** The results show that the least apically extruded debris associated with iRace among all other groups ( $P < 0.05$ ). Instrumentation performance was significantly better using iRace and HyFlex EDM groups than with all other instruments ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** In this study, it was determined that regardless of the instrumentation system used, apical extrusion of debris was induced at some level. Consequently, iRace was associated with the least amount of debris extrusion and more advantageous working time compared with all other instruments which used.

**Keywords:** Root canal preparation, Ni-Ti instrumentation, apically extruded debris

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b>	i
<b>ABSTRACT</b>	ii
<b>İÇİNDEKİLER</b>	iii
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b>	v
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	vii
<b>TABLolar</b>	viii
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	3
<b>2.1. Pulpa ve Periradiküler Doku Hastalıkları</b>	3
<b>2.1.1. Pulpa Enflamasyonu ve Nekroz</b>	3
<b>2.1.2. Apikal Periodontitis</b>	3
<b>2.1.3. Kök Kanal Enfeksiyonları</b>	5
<b>2.1.4. Endodontik Mikrobiyotika</b>	5
<b>2.2. Pulpa ve Periradiküler Hastalıkların Tedavisi</b>	7
<b>2.2.1. Kök Kanal Tedavisi</b>	8
<b>2.3. Flare-Up</b>	8
<b>2.3.1. Flare-Up Sıklığı</b>	9
<b>2.3.2. Flare-Up'a Etki Eden Faktörler</b>	9
<b>2.3.3. Flare-Up Oluşması Durumunda Yapılması Gerekenler</b>	12
<b>2.4. Apikal Debris Taşkınlığı</b>	15
<b>2.5. Kök Kanal Tedavisinde Yıkamanın Önemi</b>	15
<b>2.5.1. Geleneksel Kök Kanal Tedavisinde Kullanılan Yıkama Solüsyonları</b>	16
<b>2.6. Kök Kanal Şekillendirilmesi</b>	18
<b>2.6.1. Çalışma Uzunluğunun Belirlenmesi</b>	18
<b>2.6.2. Kök Kanallarının Şekillendirilme Yöntemleri</b>	20
<b>2.6.3. Döner Eğelerin Tasarım Özellikleri</b>	21
<b>2.7. Çalışmada Kullanılacak Eğe Sistemleri</b>	23
<b>2.7.1. Hyflex EDM</b>	23



2.7.2. iRace	27
2.7.3. Protaper Gold	27
<b>3. GEREÇ ve YÖNTEM</b>	<b>30</b>
3.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması	30
3.2. Deney Düzeneginin Oluşturulması	30
3.3. Grupların Oluşturulması ve Kanalların Şekillendirilmesi	33
3.4. Çalışma Zamanının Belirlenmesi	38
<b>4. BULGULAR</b>	<b>40</b>
4.1. Apikal Taşan Debrisin Miktarının Değerlendirilmesi	40
4.2. Çalışma Zamanının Değerlendirilmesi	42
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>44</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>56</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>57</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>76</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

ark.	Arkadaşları
<i>B. denticola</i>	<i>Bacteriodes denticola</i>
<i>B. forsythus</i>	<i>Bacteriodes forsythus</i>
<i>B. gingivalis</i>	<i>Bacteriodes gingivalis</i>
<i>B. oralis</i>	<i>Bacteriodes oralis</i>
<i>B. intermedius</i>	<i>Bacteriodes intermedius</i>
<i>F. nucleatum</i>	<i>Fusobacterium nucleatum</i>
CDJ	Sementodental Birleşim
CM	Controlled Memory Wire
E	El Eğesi
EDM	Elektriksel Boşaltım İşleme
EDTA	Etilen Diamin Tetraasetik Asit
EPS	Ekstrasellüler Polimerik Madde
<i>E. faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
G	Gauge
g	Gram
H	HyFlex EDM
ISO	Uluslararası Standartlar Örgütü
İ	iRace
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
n	Örnek Sayısı
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
Ni-Ti	Nikel Titanyum
NSAİİ	Non steroidal Anti İnflamatuar İlaç
N/cm	Newton/ santimetre
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PTG	Protaper Gold
rpm	Revolutions per minute
SAF	Self Adjusting File

TEM	Tarama Elektron Mikroskobu
sn	Saniye
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
<i>S. anginosus</i>	<i>Streptococcus Anginosus</i>
<sup>0</sup> C	Santigrat derece
%	Yüzde

## ŞEKİL LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 2.1.</b> Akış şeması, <i>in vivo</i> olarak enfekte olmuş kök kanalından izole edilen yaygın bakteriyel fenotiplerin gösterilmesi	6
<b>Şekil 2.2.</b> Elektriksel boşaltım makinesi ve EDM'nin temel parçaları	24
<b>Şekil 2.3.</b> Kıvılcımın, elektrot ve işlenecek parça arasındaki en yakın noktalarda meydana gelmesi	24
<b>Şekil 2.4.</b> Bir sonraki kıvılcımın elektrot ve işlenecek parça arasındaki en yakın noktalarda meydana gelmesi	25
<b>Şekil 2.5.</b> HyFlex EDM'nin krater benzeri yüzeyi	25
<b>Şekil 2.6.</b> iRace eğe seti	27
<b>Şekil 2.7.</b> ProTaper Gold eğe sistemi	28
<b>Şekil 2.8.</b> ProTaper Gold'un konveks üçgen kesiti	29
<b>Şekil 2.9.</b> Protaper Gold'un kesici olmayan uç kısmı	29
<b>Şekil 3.1.</b> Ağırlık ölçümleri için kullanılan Precisa XB 220A hassas terazi	31
<b>Şekil 3.2.</b> Çalışmada kullanılan gingival bariyer	31
<b>Şekil 3.3.</b> Taşan debrisin toplanması için kurulan deney düzeneği	32
<b>Şekil 3.4.</b> Diş kökünün görünmesini önlemek için lastik örtü kullanımı	32
<b>Şekil 3.5.</b> Fizyodispenser	34
<b>Şekil 3.6.</b> X Smart Plus endodontik motor	34
<b>Şekil 3.7.</b> Diş örneklerin şekillendirilmesinde kullanılan Hyflex EDM eğeleri	35
<b>Şekil 3.8.</b> Diş örneklerin şekillendirilmesinde kullanılan ProTaper Gold eğeleri	36
<b>Şekil 3.9.</b> Diş örneklerin şekillendirilmesinde kullanılan Prerace ve iRace eğeleri	37
<b>Şekil 3.10.</b> Diş örneklerin bekletildiği inkübatör	37
<b>Şekil 3.11.</b> Tüp içinde biriken debris	38
<b>Şekil 3.12.</b> Süre ölçümünde kullanılan kronometre	38

## TABLULAR

		<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 2.1.</b>	Eğe jenerasyonlarının özellikleri	22
<b>Tablo 4.1.</b>	Kullanılan yöntemlere göre taşan debrıs miktarının değerlendirilmesi	40
<b>Tablo 4.2.</b>	Kullanılan yöntemlere göre çalışma süresinin değerlendirilmesi	43

## 1. GİRİŞ

Endodontik tedavi, hastaların kendi doğal dişlerinin fonksiyon ve estetiğini koruyarak kök kanal sisteminden muhtemel zararlı uyaranların etkili olarak uzaklaştırılması ve sızdırmaz bir şekilde üç boyutlu olarak doldurulmasıdır (1-3). Geleneksel olarak bu durum, çeşitli kemomekanik preparasyon ve irrigasyon yöntemleri kullanılarak kök kanal sisteminin dezenfekte edilmesi (4) ve kalıcı bir kök dolgusu ile koronal restorasyon yapılarak dişin tekrardan enfekte olmasının önlenmesi yoluyla sağlanır (5-7). Eğe ve yıkama solüsyonlarının birlikte kullanıldığı kemomekanik şekillendirme sırasında dentin talaşları, pulpa parçaları, nekrotik artıklar, yıkama solüsyonları ve mikroorganizmalar kök kanalından periapikal dokulara itilebilir ve bu durum postoperatif ağrı ve periapikal iyileşmenin gecikmesi gibi istenmeyen sonuçlara neden olan enflamatuvar reaksiyona neden olabilir (8).

Yapılan birçok çalışmada (9-18), kök kanalının temizlenmesi ve şekillendirmesi sırasında çeşitli şekillendirme teknikleri ve enstrümanlar kullanılsa da kanal içi debrisin periapikal bölgeye taşıdığı gösterilmiştir. Apikalden taşan debrisin miktarının kullanılan eğenin kesitine, çalışma prensibine ve şekillendirme tekniğine göre değişebileceği bildirilmiştir (12, 13, 19-21).

Kanalın doğal şeklini ve anatomisini bozmadan apikal foramenin yerini koruyarak kök kanallarının şekillendirmesini tamamlamak önemli bir konudur (7). Paslanmaz çelik eğelerin kullanıldığı birçok çalışmada (22-25) şekillendirme esnasında çalışma boyu kaybı, apikal transportasyon, basamak ve zipping gibi istenmeyen problemlerle karşılaşmıştır. Günümüzde sıklıkla kullanılan Ni-Ti döner eğe sistemleri, paslanmaz çelik eğelere göre esnek olmaları sayesinde bu tür komplikasyonların önlenmesinde fayda sağlamışlardır (26). Ayrıca, bu eğe sistemleri paslanmaz çelik eğelere göre daha kısa sürede şekillendirmeyi tamamlayarak hasta ve hekimin daha az yorulmasını ve zamandan tasarruf edilmesini sağlamaktadır (27-30).

Firmalar daha etkili bir temizleme ve şekillendirme elde edebilmek için ürettikleri sistemlere her geçen gün yeni teknolojiler eklemektedir. Günümüzde piyasaya çıkan yeni Ni-Ti eğeler de şüphesiz apikalden debris çıkışına sebep olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, endodontide güncel olarak kullanılan ProTaper Gold (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre), iRace (FKG, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) ve Hyflex EDM (Coltene/Whaledent, Altstätten, İsviçre) eğe sistemleri ile şekillendirme sırasında, apikalden taşan debris miktarı ve çalışma zamanının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir. Çalışmanın sıfır hipotezi '*Kullanılan sistemler arasında taşan debris miktarı ve çalışma zamanı açısından istatistiksel fark yoktur.*' olarak belirlenmiştir.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1.Pulpa ve Periradiküler Doku Hastalıkları**

#### **2.1.1. Pulpa Enflamasyonu ve Nekroz**

Pulpitis, genellikle bakteri veya tahriş edici bir maddenin kök kanal sistemine invazyonundan kaynaklanan ve pulpal doku enflamasyonunu anlatan genel bir terimdir (31, 32). Enflamasyonun ciddiyetine bağlı olarak, artan kan akımı ve damar geçirgenliği, sert bir dentin duvarı ile sınırlı olan pulpal dokunun genişlemesine yer olmadığı için intrapulpal basıncı artırır (33) ve olumsuz koşullar altında kısmi veya tam doku nekrozu ile sonuçlanır (32).

#### **2.1.2. Apikal Periodontitis**

Apikal periodontitis terimi, mikroorganizmaların kök kanal boşluğundan vücudun geri kalanına yayılmasını engellemek için konağın immün yanıt başlattığı enflamatuvar reaksiyonu tanımlamak için kullanılmaktadır. Pulpa dokusu nekrozunun bir sonucu olarak periradiküler dokuları etkileyen dental orijinli akut veya kronik mikrobiyal enfeksiyondur (34, 35). Alveolar kemik, periodontal ligament ve sementte patolojik değişiklikler meydana gelir (36).

Kakehashi ve ark.'nın (37) yaptığı çalışma, normal oral mikrofloraya sahip ratlarda molar pulparları ekspoz olduğunda periradiküler enflamasyon ve pulpa nekrozu gelişirken germ-free ratlarda apikal periodontitis gelişmediğini göstermişlerdir. Benzer sonuçlara insan olmayan primatlarda da ulaşılmıştır (38). Araştırmacılar (39) bakteriyel kontaminasyonu olmayan, nekrotik pulpalı, kronları sağlam, travmaya uğramış insan dişlerini incelediklerinde radyografik olarak periapikal kemik yıkımı bulguları bildirmezlerken; nekrotik pulpalı kuronu sağlam olan travma görmüş dişlerde bakteri izole edildiğinde periapikal kemik yıkımı gözlemlenmiştir.

Apikal periodontitisin kapalı kök kanal sistemindeki etiyolojik faktörleri, çoğunlukla geleneksel antimikrobiyal konak cevaplarına ulaşamaz. Bu nedenle, apikal periodontitis, kendi kendini sınırlayan bir süreç değildir. İlerlemesi ve şiddeti, konak yanıtı ile hakim olan mikrobiyal flora arasındaki karmaşık etkileşime bağlıdır (40).

Periapikal enfeksiyon ve flare-up, bakterilerle kontamine olmuş debrisin



periapikal alana itilmesine veya mikroorganizmaların elimine edilme sürecinde kök kanal sistemindeki ortamın değiştirilmesine bağlı olarak gelişebilir (41).

Apikal periodontitis, özellikle kompleks kök kanal anatomisinin bazı kısımlarında ulaşılması zor alanlar nedeniyle eğeler, yıkama solüsyonları ve kanal içi ilaçların dezenfeksiyonu sağlamada yetersiz kalması sonucu ortaya çıkabilir (42, 43).

### **Apikal Periodontitis ile Biyofilm İlişkisi**

Biyofilm, biyotik veya abiyotik bir yüzey üzerinde hidratlanmış polimerik yapıdaki (ekstrasellüler polimerik madde, EPS) mikrobiyal hücrelerin durağan birikimidir (44). Biyofilmdeki enzimler, EPS matrisin sindirimi ve parçalanması ile mikroorganizmaların yayılmasına yardımcı olur (45). Biyofilm yapısı temel olarak mikrokanallarda dolaşan sudan (%50-97), yapı bütünlüğü ile stabilitesini kontrol eden geniş bir enzim yelpazesi ve polisakkarit, lipit, protein gibi mikrobiyal hücre dışı ürünlerden oluşur. Bu ürünler normal ve zorlu koşullar altında yaşanabilir uygun bir çevrede bakteri, mantar veya protozoaları tutan dinamik bir matris görevi görür (45).

Biyofilmdeki mikrobiyal hücreler, antimikrobiyal maddelere veya konak savunma yanıtlarına planktonik bakterilerden daha dirençlidir (45). EPS matrisin, dirençli fenotiplerin gelişmesinde yeterli süreye izin veren biyofilm kütlesi aracılığıyla antibiyotik penetrasyonunu geciktirdiği bulunmuştur (46).

Bazı çalışmalar (42,47) apikal periodontitis ile enfekte olmuş kök kanallarında tipik bir biyofilm yapısını ortaya koymuştur. Biyofilm, kök kanal sisteminin tüm anatomik alanlarında gram negatif anaerobların hakim olduğu tek veya polimikrobiyal topluluklar halinde toplanmıştır. Periapikal lezyon varlığı nedeniyle çekilmiş 15 diş üzerinde yapılan TEM çalışması kök kanal yüzeyinin bütün üçlülerinde karışık türlerin biyofilmini içeren yoğun bir kolonizasyonun olduğunu göstermiştir. Türler çoğunlukla kok ve rodlardan oluşurken, tek örnekte maya benzeri hücreler gözlemlenebilmiştir (47). Nair ve arkadaşları (42), apikal periodontitisli çekilmiş dişler üzerinde yaptıkları bir çalışmada %5,25 NaOCl ve %17 EDTA ile kanal yıkaması yapılmasına rağmen 14 dişin ana kanalının enfekte olduğunu, 10 kökün istmus ve aksesuar kanallarında biyofilme sahip olduğunu

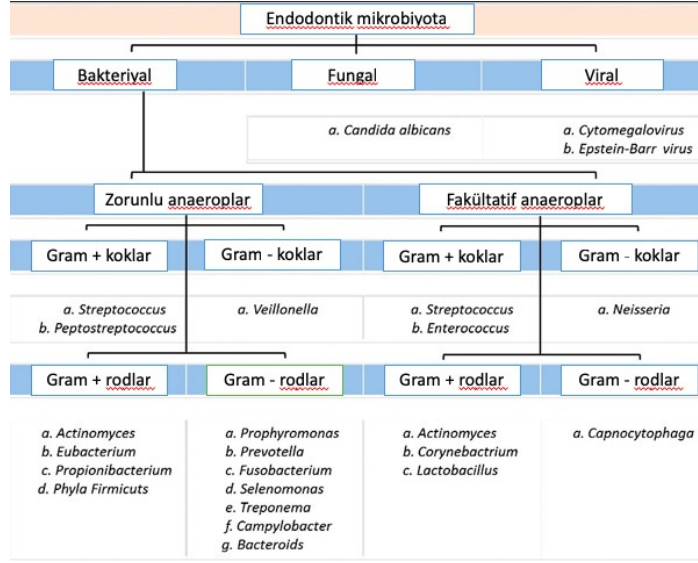
göstermiştir. Klinik olarak 16 dişin kök kanallarının dış yüzeyinde biyofilm varlığını araştıran bir çalışmada; TEM ile değerlendirildikten sonra kök yüzeyindeki biyofilm ve periapikal lezyon varlığı arasında yakın bir ilişki olduğu gösterilmiştir (48). Biyofilm TEM görüntülerinde biyofilm yapısında baskın olarak *cocci*, *bacilli* ve *filamentler* bulunmuşlardır. Floresan *in situ* hibridizasyon (FISH) yöntemi ayrıca periapikal lezyonları olan asemptomatik tedavi edilmiş dişlerdeki farklı bakteri türlerini saptamak için konfokal lazer tarama mikroskobu ile birlikte kullanılmıştır. Lezyonlar cerrahi olarak uzaklaştırıldıktan sonra mikroskop altında incelenecek farklı bakteriyel problemlerle etiketlenmiştir. Sonuçlar, normalde *T. forsythensis*, *P. gingivalis* ve *P. intermedia* gibi periodontal hastalıklarda bulunan gram negatif anaerobik çubuklardan oluşan bir mikro koloni agregasyonunun olduğunu göstermiştir (49).

### **2.1.3. Kök Kanal Enfeksiyonları**

Kök kanal enfeksiyonlarının sınıflandırılması lokalizasyonlarına göre 2 ana gruba ayrılır; birincisi mikroorganizmaların kök kanal sisteminde kolonize olduğu intraradiküler enfeksiyonlar (50), ikincisi ise kök apeksini çevreleyen periradiküler dokular içinde bakteriyel invazyon ile proliferasyonla karakterize olan ekstraradiküler enfeksiyonlardır (51, 52). Bakterilerin pulpa dokusuna ulaşabilecekleri esas yollar; dentin tübülleri, direkt pulpa ekspozürleri, periodontitis ve kan veya lenfatik damarlar yoluyla mikroorganizmaların zarar görmüş dokuya ulaştığı bir süreç olan anakorezistir (50).

### **2.1.4. Endodontik Mikrobiyaya**

Normal olarak ağız boşluğunda bulunan tüm mikrobiyal floralar ekspoz olmuş kök kanallarını istila edebilmesine rağmen, yalnızca sınırlı türler (%90 anaerobik bakteri) enfekte olmuş kanallardan izole edilebilmiştir (Şekil:2.1).



**Şekil 2.1:** Akış şeması, *in vivo* olarak enfekte olmuş kök kanalından izole edilen yaygın bakteriyel fenotiplerin gösterilmesi (53-59).

Bazı mikroorganizma türlerinin enfeksiyona neden olması kanalların içindeki beslenme ihtiyacı ve ortak yaşam gibi özel bir çevreye bağlanmıştır (60). Primer kök kanal enfeksiyonuna sahip 53 diş üzerinde DNA-DNA hibridizasyonu ve polimeraz zincir reaksiyonu testi kullanılarak incelenen kök kanallarının %22,6'sında *streptokok*, %9,4'ünde *actinomyces* ve %7,5'in de *enterekok* türleri saptanmıştır (55).

Bir çalışmada toz haline getirilmiş dişlerden elde edilen nükleik asitler üzerinde yapılan moleküler PCR testi, periapikal lezyonlu kök kanallarında *S. milleri* ve *S. constellatus* 'un nükleik asitlerini tespit ederken derin periodontal ceplere sahip kök kanallarında *Bacteroid forsythus*'u tespit etmiştir (61).

Akut periapikal apsisi olan enfekte kök kanallarına sahip dişlerde ise *bakteroid* türleri baskın bulunmuştur. Anaerobik bakteri kültürü kullanılarak 78 *bakteroid* suşu izole edilmiş, en sık görülen suşlar *B. gingivalis*, *B. oris*, *B. oralis*, *B. intermedius* ve *B. denticola* bulunmuştur (62). qPCR kullanan bir başka çalışma da (47), periapikal apseli olguların %7,1'inde *B. forsythus*, %16,7'sinde *S. anginosus* ve %14,3'ünde *F. nucleatum* bakterilerinin olduğu gösterilmiştir (47). Nóbrega ve ark. (58), apikal periodontitisli kök kanallarında bir qPCR analizi kullanarak ekilebilir 59 bakteri tanımlamışlardır. *Firmicutes* ve *bacteroidetes*'in

çoğunluğu oluşturduğu anaerobik gram-negatif bakteriler baskın türlerdir. Shah ve ark. (59) primer enfeksiyonlu kök kanallarının %8'inde *C. albicans*'ın varlığını doğrulamışlardır. Jakovljevic ve ark. (57) ile Ozbek ve ark. (56) endodontik kaynaklı apikal periodontitisli lezyonlardan *cytomegalovirus* ve *Epstein-Barr* virüsü izole etmişlerdir. Kist ve apse gibi periapikal lezyona sahip tek köklü 79 dişin kök kanal tedavisi (KKT) yapıldıktan sonra 2-5 yıllık uzun dönem değerlendirmesinde KKT başarısızlıklarında *A. israelii*, *A. naeslundii* ve *A. propionicca* gibi bakteriler sorumlu bulunmuştur (53).

## **2.2.Pulpal ve Periradiküler Hastalıkların Tedavisi**

Pulpal ve periradiküler hastalıkların biyolojik nedenleri olsa da, tedavi esas olarak etkilenen dokuların mekanik ve kimyasal olarak uzaklaştırılmasına dayanır. Dört ana tedavi prosedürü vardır. Bunlar; pulpa kaplaması (kuafaj), pulpotomi (parsiyel ampütasyon), pulpektomi (ampütasyon) ve kök kanal tedavisidir (34). Her tedavinin seçimi belirli klinik ve radyografik parametrelere bağlıdır. Pulpa kaplama işlemi, bir alkalın kaplama patı kullanarak rejeneratif dentin oluşumunu uyarmaya dayanır (63). Pulpa kaplama kategorilere ayrılabilir; indirekt pulpa kaplaması pulpaya en yakın olduğu düşünülen, kavitenin en derin kısmına kaplama materyalinin yerleştirildiği işlemdir. Amaç pulpanın kendini koruması için tersiyer dentin oluşumunu uyarmaktır (64). Buna karşılık direkt pulpa kaplamasının, kavite preparasyonu veya travmatik yaralanma sırasında pulpanın ekspozite olduğu, kanamanın çok az veya hiç olmadığı durumlarda yapılan işlem olduğu belirtilmiştir (63). Biyomateryal teknolojisindeki son gelişmelerle, hem pulpal hem de dentinal doku onarımını geliştiren MTA ve Biodentine gibi yeni kaplama materyalleri tanıtılmıştır (65).

### 2.2.1. Kök Kanal Tedavisi

KKT'nin amacı, vital/nekrotik yumuşak/sert dokunun uzaklaştırılmasının yanı sıra farklı eğerler ve kimyasal yıkama solüsyonları kullanarak kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesidir (66). Bu prosedür biyomekanik şekillendirme olarak adlandırılır (67). Bu terim daha sonra mekanokimyasal şekillendirme olarak değiştirilmiştir (68). Ege ve tekniklerin yetersizliği, karmaşık kanal anatomisi gibi bazı kısıtlamalar nedeniyle, kök kanal sistemi her zaman ideal şekilde dezenfekte edilemeyebilir. Kök kanallarının içinde, bakterilerin yeniden kolonileşmesine ve tedavinin başarısız olmasına neden olabilecek bir miktar debris ve temizlenmemiş yüzeyler kalabilir (69). Mekanokimyasal şekillendirmeyi genellikle periapikal dokulara ve kök kanal sistemine mikroorganizmaların ve sıvıların sızmasını engellemek için dentin tübülleri ve apikal foramenin uygun materyal ile doldurulması takip eder (66).

### 2.3. Flare-Up

Kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında konak ve mikrobiyal flora arasındaki dengeyi bozarak periapikal dokularda istenmeyen biyolojik yanıtların ortaya çıkmasına neden olan; dentin talaşları, pulpa artıkları, yıkama solüsyonları, bakteri veya bakteri ürünlerinin apikal foramenin periapikal bölgeye itilmesiyle (10, 12, 13, 70) oluşan akut alevlenme reaksiyonuna flare-up adı verilir (8, 71, 72). Flare-up'ın etiyolojisi çok yönlüdür ve konağın immünolojik yanıtı, enfeksiyon ve fiziksel hasar arasındaki etkileşime bağlıdır (73-75).

Flare-up genellikle anestezinin etkisi geçtikten hemen sonra veya tedaviden 1-2 gün sonra, ağrı veya şişlik ya da her ikisinin birleşimi şeklinde görülebilir (8, 75). Bu durum şiddetine göre planlanmamış ek bir randevu gerektirebilir. Tedavinin amacı mümkün olan en kısa sürede ağrı ve şişliği azaltmaktır. Randevu esnasında apse drenajı, kanal içi pansuman, uygun ilaç reçetelenmesi gibi işlemler gerekebilir (76).

Flare-up gelişiminin endodontik tedavi sonucuna önemli bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (77). Fakat hem hasta hem de hekim için son derece istenmeyen bir durumdur ve hasta hekim ilişkisini zayıflatabilir (41).

Tedavi seyrini belirlemeden önce klinisyen sorunun patogenezi anlamalıdır.

Alevlenme ne zaman olursa olsun, tedavinin amacı mümkün olan en kısa sürede ağrı ve şişliği azaltmaktır.

### **2.3.1. Flare-Up Sıklığı (İnsidansı)**

KKT’i sırasında ortaya çıkabilecek flare-up sıklığının yaklaşık %2-20 arasında değişebileceği bildirilmiştir (51). Bulgulardaki farklılığın bu denli büyük olmasının sebebi araştırma metodolojilerdeki farklılığa, klinik yöntemlere ve örnek sayısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yüksek prevalans, genellikle klasik temizleme ve şekillendirme teknikleri kullanılarak yapılan eski çalışmalarda bildirilmiştir (75, 78, 79).

Flare-up insidansı, hastanın işlem öncesi ağrı ve mekanik allodini (mekanik ağrı eşiği ve perküsyon duyarlılığının azalması olarak tanımlanır) varlığı gibi patolojik bulgularının şiddeti ve belirtileri ile doğrudan ilişkili olarak artabilir. Özellikle periapikal lezyonu, akut apikal periodontitisi, şiddetli ağrı ve şişliği olan hastalarla (77, 80, 81) periapikal patolojisi olmayan vital pulpaya sahip hastalar karşılaştırıldığında flare-up görülme sıklığı oldukça yüksektir (75).

### **2.3.2. Flare-Up’a Etki Eden Faktörler**

Flare-up’ın kesin bir nedeni olmamakla birlikte etiyolojisi çok yönlüdür ve immünolojik yanıt, enfeksiyon ve fiziksel hasar arasındaki etkileşime bağlıdır (73-75). Başlıca nedensel faktör, mikrobiyal kaynak olarak tanımlanmıştır (80).

#### **Mikrobiyolojik Faktörler**

KKT’nin amaçlarından en önemlisi, apikal periodontitisi önlemek veya tedavi etmek için kök kanallarındaki mikroorganizmaların ve debrisin azaltılması veya tamamen yok edilmesidir (82). Endodontik tedaviden sonra inatçı mikroorganizmaların varlığını sürdürdüğü dişlerde, enfeksiyon ve ağrı semptomları oluşabilir. Mikroorganizmalar tedavi öncesi ve tedavi sonrası periradiküler enflamasyonda önemli rol oynamaktadırlar.

Yapılan bir çalışmada (83) *prevotella* ve *porphyromonas* türleri ile bir arada bulunan *F. nucleatum*’un endodontik flare-up için bir risk faktörü olduğu gösterilmiştir. Bu mikroorganizmaların, sinerji içinde periradiküler enflamatuvar

bir lezyonu kötüleştirebildikleri gösterilmiştir (83). Ayrıca *S. milleri*, *P. anaerobis*, *B. oralis* ve *F. necrophorum*'un bir araya gelmesiyle oluşan biyofilm varlığı en güçlü ve şiddetli lezyonların nedeni olabilmektedir. Bu mikroorganizmaların planktonik halde kalması veya başka tür bakterilerle oluşturdukları biyofilmin daha az enflamatuvar reaksiyona neden olduğu bildirilmiştir. Bu durum, endodontik enfeksiyonlarda bakteri sinerjisinin önemli bir rolü olduğunu desteklemektedir (60, 84).

### **Konak Kaynaklı Risk Faktörleri**

Birçok çalışmada tedavi sonrası ağrı ve flare-up gelişiminin kadınlarda daha fazla görüldüğü bildirilse de bu durumun istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı belirsizdir ve bu çalışmaların verilerini birleştiren bir meta-analiz henüz yapılmamıştır. Kadınlarda belirgin semptomların görülmesinde tedaviye gitme yatkınlığının daha fazla olmasının etkili olabileceği bildirilmiştir (73, 76, 80). Flare-up gelişiminde yaşın bir risk faktörü olduğu bulgusuna yapılan çalışmalarda (76,85) rastlanmamıştır.

Hastanın sistemik durumu ile flare-up gelişmesi arasında bağlantı olduğu düşünülmektedir. Sağlıklı hastalar ile insülin kullanan diyabet hastaları arasında yapılan bir çalışmada (86) periapikal lezyonlu dişlerde endodontik tedavi sonrasında oluşan ağrı durumu karşılaştırılmıştır. Bu çalışmaya göre diyabetli hastalarda daha fazla ağrı olduğu görülmüş ve flare-up gelişme sıklığının da iki kat fazla olduğu bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada (80) hastada alerji varlığının flare-up oluşumu ile anlamlı olarak ilişkili olduğu bildirilirken, başka bir çalışmada (76) böyle bir ilişki bulunmamıştır.

Flare-up gelişimi açısından ilgili dişlerin işlem öncesi tanı bulguları oldukça önemlidir. Vital pulpalı dişlerde flare-up gelişimi nispeten daha az görülürken; nekrotik pulpalı dişlerin flare-up insidansı ise daha yüksektir. Amerikan Endodontistler Birliği flare-up'ı 'kök kanal tedavisinin başlamasından veya devam etmesinden sonra asemptomatik bir pulpal ve/veya periradiküler patolojinin akut bir şekilde alevlenmesi' olarak tanımlamıştır. Bu tanımlı kullanan birkaç çalışma, flare-up oluşumunda predispozan klinik durumun tedavi öncesi

ağrı öyküsü olduğunu belirtmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda periapikal lezyonlu asemptomatik pulpa, periapikal apse, akut apikal periodontitis ve tedavi öncesi ağrı / şişlik varlığının flare-up gelişimi için risk faktörü olduğunu göstermiştir (73, 77-81). Bu bulgular, periradiküler dokunun immünolojik durumunun endodontik tedavi sonrası flare-up gelişiminde en önemli etkenlerden olduğunu göstermektedir (76).

alışmalar flare-up insidansının periapikal patolojisi olmayan veya fistül mevcut olan hastalarda en düşük olduğunu bildirmiştir (80). Fistül, drenaja izin verdiğinden periapikal doku basıncındaki artışı ve enflamatuvar mediyatörlerin seviyesini azaltarak ani ağrı oluşumunun önüne geçebilmektedir (76, 80).

### **Tedavi Yöntemi ile İlgili Faktörler**

Flare-up gelişimine neden olan mikroorganizmaların türü ve virülansı gibi faktörler hekimin elinde olmasa da; hekimin tedavi planı ve yaklaşımında önemli rol oynar (41). Tedavi planı olarak; işlemin geleneksel KKT ya da retreatment olması, işlemin tek seans veya birden fazla seansta tamamlanması ya da kısmi veya tam kanal temizliğinin sağlanması sayılabilir. Yapılan çalışmalarda (76,87-91) kullanılan şekillendirme tekniğinin işlem sonrası ağrı ve flare-up oluşumunda kesin rol oynadığı kanıtlanamamıştır. Alevlenmelerle ilişkili iyatrojenik faktörler arasında tam olmayan erişim, kök boyunun yanlış ölçümü, kök boyunun doğru ölçümünün sürdürülememesi, tüm enfekte dokuların kanaldan çıkarılmaması, aşırı şekillendirme, uygun vakalarda oklüzyonun azaltılmaması ve apikal debris ve/veya yıkama solüsyonunun periapikal dokulara taşması yer almaktadır.

KKT işlemi sırasında enfekte debrisin periradiküler dokulara apikal taşkınlığının bir sonucu olarak ortaya çıkan en önemli komplikasyonlardan biri, hem hasta hem de diş hekimi açısından istenmeyen bir olay olan flare-up gelişimi ve tedavi sonrası ağrıdır (8, 92, 93). Siqueira (41), asemptomatik kronik periradiküler lezyonlarda mikrobiyal süreç ve konak savunması arasında bir tür denge bulunduğuna dikkat çekmiştir. Araştırmacı ayrıca, mikroorganizmaların kemomekanik preparasyon sırasında apikal olarak itilmesi durumunda, daha fazla irritan nedeniyle periradiküler dokularda dengenin bozulacağını ve dengenin



yeniden kurulması için akut bir reaksiyonun ortaya çıkacağını vurgulamıştır (41).

İyatrojenik taşkın şekillendirme sırasında apikal foramenin aşırı genişlemesiyle kanın ve eksudanın kök kanalının içine sızmasına yol açan süreç kök kanalındaki mikroorganizmalara besin sağlayarak mikroorganizmaların çoğalmasına ve kronik periradiküler lezyonun alevlenmesine neden olabilir (83). Taşkın şekillendirme sonucunda görülen alevlenmelerin oluşumunda periradiküler dokuların mekanik yaralanmaları etken olmasına rağmen şekillendirme sırasında apikalden taşan enfekte debrisin de büyük etkisi vardır (41).

### **2.3.3. Flare-up Oluşması Durumunda Yapılması Gerekenler**

Okluzal redüksiyon yapılması, drenaj sağlanması, kanal içi ve sistemik ilaç uygulaması gibi pek çok yöntem ile flare-up vakaları kontrol altına alınabilmektedir.

#### ***Drenaj Uygulanması***

İltihap olgularında giriş kavitesi ile kök kanal yolu açılarak sağlanan drenaj ağrı ve şişliği azaltabilmektedir. Kök kanalı ile drenajın sağlanamadığı durumlarda temizleme ve şekillendirme prosedürlerini takiben yumuşak doku insizyonları ile drenajın sağlanması önerilmektedir (94).

Şekillendirme, yıkama, kanal içi ilaç uygulaması ve giriş kavitesinin geçici bir restorasyon ile kapatılması kanaldaki kontamine maddelerin seviyesinin azaltılmasında veya eliminasyonunda önemlidir. Bu prosedürler, periapikal enflamasyonun devam etmesine neden mikroorganizmaların kanal boşluğundan ve ağız içi mikrofloradan kök kanallarına daha fazla girmesini önler (22). Gerektiğinde sistemik antibiyotiklerin kullanımı kanal şekillendirmesi, yıkama, pansuman ve geçici dolgu ile restorasyonun ardından daha etkili olması beklenir. Antibiyotikler eşlik eden kemomekanik şekillendirme yapılmadan kullanılmamalıdır (95).

### ***Okluzal Redüksiyon***

Bir dizi klinik çalışma (96-99) okluzal redüksiyonun ağrı önleyici etkisini değerlendirmiştir. Bazı araştırmacılar tüm KKT'den önce dişlerin okluzyondan düşürülmesi gerektiğini belirtirken diğerleri tedavi öncesi perküsyon ağrısı olan enflamasyonun periapikal bölgeye kadar ilerlediği dişlerde okluzal redüksiyonun tedavi sonrası ağrıyı azalttığını göstermiştir. Bu durum, periodontal ligamentten okluzal stresin azaltılması ile ilişkili olabilir.

### ***Kortikosteroidler***

KKT'den sonra ağrı veya flare-up periradiküler dokulardaki enflamasyon, enfeksiyon veya her ikisine de bağlanabilir. Apikal açıklığın oluşturulması ve daha sonra kök kanal sisteminin şekillendirilmesi periradiküler dokularda irritasyona neden olabilir. Apikal foramen yoluyla kostik irrigasyon solüsyonları, nekrotik pulpa dokusu, bakteri ve bakteri ürünleri periradiküler dokulara istenmeden itilebilir.

Bu irritasyona cevap olarak enflamatuar mediyatörler (prostaglandinler, lökotrienler, bradikinin, platelet aktive edici faktör, P maddesi gibi) dişin apikal bölgesini çevreleyen dokulara salınır. Sonuç olarak ağrı lifleri direkt olarak uyarılır veya hassaslaşır. Vasküler dilatasyon ve permeabilite artışı, ödem ve interstisyel doku basıncına neden olur. Glukokortikosteroidlerin; vazodilatasyon, fagositoz ve polimorfonükleer lökositlerin migrasyonunu baskılayarak akut enflamatuar cevabı azalttığı bilinmektedir (100).

Birçok çalışma kanal içi steroid uygulamasını değerlendirmiştir. Yapılan araştırmalarda vital dişlerin enstrümantasyonu bittikten sonra ara seans kanal içi ilaç olarak steroid içerikli pat kullanıldığında postoperatif ağrıyı azaltmada önemli etkileri olduğunu gösterilmektedir (101-104). Marshall ve Walton (105) yaptıkları çalışmada 4 mg/mL deksametazonun kas içine enjeksiyonundan sonra plaseboya kıyasla ilk 4 sa. ağrı insidansı ve şiddetinin anlamlı ölçüde azaldığını bildirmişlerdir.

Endodontik tedavide kortikosteroid kullanımının dezavantajı, kortikosteroidlerin fagositoz, yaygın enfeksiyon ve onarım bozukluklarına sebep olan protein sentezi ile etkileşime girmesidir. Bununla birlikte, steroidler ile NSAİİ arasındaki nispi

güvenlik/etkinlik ilişkisi göz önüne alındığında, çoğu araştırmacı, tedavi sonrası ağrı kontrolü için ilk tercih olarak NSAİİ seçmektedir (106).

### ***Sistemik İlaçlar***

Yapılan kontrollü klinik çalışmalar, antibiyotiklerin sistemik enfeksiyon bulguları olmayan, vestibülde lokalize şişliğin bulunduğu bağışıklık sistemi sağlam hastalarda ağrı azaltmada çok az fayda sağladığını veya hiç fayda sağlamadığını göstermektedir. Ancak, immün sistemi baskılanmış veya sistemik bulguları olan, baş ve boynun fasiyal alanlarına yayılmış enfeksiyon belirtileri olan hastalarda antibiyotik kullanımı endikedir (107).

Zayıf ve orta şiddetli ağrının azaltılmasında aspirin gibi non-narkotik analjezikler kullanılabilirken; pentazosin, kodein ve morfin gibi narkotik analjeziklerin çok ciddi ağrıların önlenmesinde kullanımı önerilmektedir (108).

### ***İrrigasyon***

Harrison ve ark. (109) yapmış oldukları çalışmada, kök kanalı yıkama ajanları ile hiç yıkanmamış ya da normal salin ile yıkanmış hastalarda, %5'lik NaOCl ve %3'lük hidrojen peroksit, hatta %0,5'lik NaOCl ile kök kanalları yıkanan hastalara göre daha fazla ağrı görüldüğünü belirtmişler. Ancak, buna karşın KKT'deki ağrının yalnızca yıkama solüsyonları ile ilişkilendirilmesi doğru bulunmamıştır (109).

## ***Trepinasyon***

Trepinasyon, intraosseöz basıncı azaltmak için önerilen klinik bir tekniktir. Kortikal trepinasyon, toplanan periradiküler doku eksüdasını boşaltmak için alveolar kemiğin cerrahi perforasyonu olarak tanımlanır (110).

Her ne kadar trepinasyon KKT’i sırasında veya sonrasında ağrıyı azaltmanın bir yolu olarak önerilse de birçok randomize klinik çalışma, pulpektomili trepinasyonun etkisi ile sadece pulpektominin etkisi arasında anlamlı bir fark göstermemiştir (111-113).

### **2.4. Apikal Debris Taşkınlığı**

Chapman ve ark. (114), şekillendirme sırasında enfektif materyalin kök kanal sisteminden periapikal bölgeye itildiğini kanıtlayan, Van de Visse ve Brilliant (115) şekillendirme sırasında apikalden çıkan debris miktarını hesaplayan ilk kişilerdir.

Günümüzde bütün kök kanalı şekillendirme teknikleri ve eğeleri apikal sınırdan kısa çalışıldığında bile debris çıkışına neden olabilmektedir. Ayrıca, manuel tekniklerin, motorla çalışan tekniklere göre daha fazla miktarda debris çıkışına neden olduğu da belirtilmektedir (16, 116). Apikal ekstrüzyon üzerine yapılan çalışmalarda (9-18,116-119) kanal içi debrisin, kök ucundan dışarıya çıkışı ölçülerek karşılaştırılmaktadır. Bu konu hakkında yapılan birçok çalışma sonucunda gelinen durum, kanal şekillendirilmesi sırasında apikal ekstrüzyonun kaçınılmaz olduğu ancak; kullanılan şekillendirme teknikleri, eğelerin uç yapısı, taper açısı, genişlik ve enine kesit gibi özellikleri, apikal şekillendirmenin bitiş noktası ve irrigasyon gibi çok çeşitli faktörlere bağlı olarak taşma miktarının değişebileceği bildirilmiştir.

### **2.5. Kök Kanalı Tedavisinde Yıkamanın Önemi**

Yıkama, cerrahi olmayan KKT’de kemomekanik şekillendirmenin en önemli elemanlarından bir tanesidir (4). İdeal bir kök kanal yıkama solüsyonunda olması gereken en önemli özelliklerden biri, pulpa dokusunun ve dentin debrisinin çıkarılmasını sağlamanın yanı sıra; enfeksiyona neden olan mikroorganizmaları elimine edebilmesidir. Bu antimikrobiyal etki direkt olarak kimyasal temizleme

ile sağlanırken; indirekt olarak da lubrikasyon, ile dokuları çözme ve preparasyon sırasında oluşan dentin talaşlarını yıkama ile mekanik dezenfeksiyonunu kolaylaştırarak sağlanmaktadır (1). Tedavi prosedürü kök kanal morfolojisi karmaşık olan enfekte kök kanallarında oldukça zordur. Özellikle istmus, ramifikasyon, kanal içi düzensizlikler ve dentin tübüllerinde lokalize bakteriler sadece mekaniksel preparasyonla elimine edilememektedir (1). Yapılan çalışma mekanik enstrümantasyon sonucu, kök kanal sisteminin %35'inden fazlasında hiç dokunulmamış alanlar olduğunu ortaya koymuştur (120). Bu nedenle kök kanallarının irrigasyonu enfekte dokuların uzaklaştırılmasında ve kök kanal sisteminin dezenfeksiyonunda oldukça önemlidir (120).

### **2.5.1. Geleneksel Kök Kanal Tedavisinde Kullanılan Yıkama Solüsyonları**

#### ***NaOCl***

NaOCl, günümüzde endodontik uygulamalarda oldukça geniş kabul gören, %0,5-6 arasında değişen konsantrasyonlarda kullanılan bir irrigasyon ajanıdır (121-123). Yüksek konsantrasyonlarda doku çözücü etkisi daha iyidir fakat; doğru orantılı olarak toksisitesi oldukça artmaktadır. Genel olarak, kanal içi yıkama için düşük konsantrasyonda kullanılacaksa yüksek hacimde ve sık aralıklarla kullanılması önerilmektedir (124). NaOCl'nin etkinliği solüsyonun ısısının yükseltilmesiyle, aktivasyonu veya çalışma süresinin uzatılmasıyla artırılabilir (123).

Stojicic ve ark. (125), aktivasyon ile NaOCl'nin yenilenmesinin solüsyonun etkinliğini önemli ölçüde arttırdığını bulmuşlardır. Enflamatuvar eksuda, doku artıkları, mikrobiyal kitle gibi yapıların varlığı NaOCl'nin etkinliğini azaltmaktadır. Bu sebeple, NaOCl'nin etkinliği için sürekli ve uzun süreli yıkama oldukça önemlidir (123). Günümüzde döner ege sistemleri ile gerçekleştirilen şekillendirme yöntemlerinin egeleme ve şekillendirme sürecini hızlandırdığı düşünüldüğünde, bu durum göz önünde bulundurulması gereken bir konudur. Belirli bir konsantrasyondaki NaOCl solüsyonunun kök kanal sisteminde optimal kalma süresi hakkında henüz bir fikir birliği yoktur (122).

### ***Klorheksidin Glukonat***

Klorheksidin düşük konsantrasyonlarda (%0,2) fosfor gibi düşük molekül ağırlıklı maddelerin hücre dışına çıkması sonucu bakteriyostatik etki, yüksek konsantrasyonlarda (%2) ise proteinin çapraz bağı sonucu sitoplazmanın koagülasyonu nedeniyle bakterisid etki göstermektedir. Klorheksidin jel ve likid formunun tüm konsantrasyonlarının (%0,2'lik, %1'lik, %2'lik) test edildiği bir çalışmada *E. faecalis*'in eliminasyonunda %5,25'lik NaOCl kadar etkili olduğu bildirilmiştir (126). Ancak, Estrela ve ark. (127) her 2 irrigasyon solüsyonunun da *E. faecalis*'in eliminasyonunda düşük etki gösterdiğini bildirmiştir. Klorheksidin düşük toksisiteye sahip etkili bir antimikrobiyal ajan olmakla birlikte, en önemli dezavantajı doku artıklarını çözme yeteneğinin bulunmamasıdır.

### ***EDTA***

EDTA, kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında kullanılan dekalsifiye edici bir şelasyon ajanıdır. EDTA'nın sınırlı da olsa belli bir antibakteriyel aktivitesi vardır. EDTA'nın antibakteriyel etkisinin ancak bakteri ile uzun süre direkt temas sonucu meydana geldiği ve EDTA'nın bu etkisinin bakterilerin hücre duvarındaki kationların şelasyonu nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda EDTA veya sitrik asit kullanılarak smear tabakasının uzaklaştırılmasıyla dentinin derin tabakalarında, kullanılan lokal antiseptiklerin etkisinin arttığı da gösterilmiştir (128). Siqueira ve ark. (129) agar diffüzyon testi kullanarak yaptıkları çalışmada EDTA'nın siyah pigmentli bazı anaerop ve *E. faecalis* gibi bazı fakültatif bakterilere karşı antibakteriyel etkinliğinin olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, EDTA'nın antibakteriyel etkisinin esas olarak kontamine smear tabakasının kaldırılması ile alakalı olduğunu da ileri sürmüşlerdir. Şen ve ark. (130) agar diffüzyon testi kullanarak yaptıkları *in vitro* araştırmada EDTA'nın *C. albicans* üzerine çeşitli antifungal ajanlara göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

NaOCl çok kullanılan bir yıkama solüsyonu olmasına rağmen inorganik dentin parçalarını çözemediği için kök kanalı şekillendirilmesinde oluşan smear tabakasını kaldırmak için EDTA ile kombinasyonu tercih edilmektedir (131).

## 2.6. Kök Kanal Şekillendirmesi

Başarılı bir endodontik tedavi birçok faktöre bağlı olmakla birlikte en önemli adımlarından bir tanesi kök kanallarının şekillendirilmesidir. Kök kanal sisteminin tam olarak şekillendirilmesi; yıkama solüsyonları ve kanal içi ilaçlar için yeterli boşluk sağlanmasında, kök kanalının etkili bir biçimde doldurulmasında ve dişin mikrobiyal enfeksiyonlarda odak haline gelmesini önlemede önemli bir role sahiptir (2).

Hülsmann ve ark.'na (68) göre, kök kanal şekillendirilmesinin 7 amacı vardır:

- 1) Vital ve nekrotik dokunun kök kanal boşluğundan çıkartılması
- 2) Yıkama ve kanal içi ilaçlar için yeterli alanın yaratılması
- 3) Apikal anatominin bütünlüğünün ve yerinin korunması
- 4) Kanal sisteminde ve kök yapısında iyatrojenik hatalardan kaçınılması
- 5) Kanal dolununun kolaylaştırılması
- 6) Periradiküler dokuların daha fazla irritasyonu ve/veya enfeksiyonunun önlenmesi
- 7) Dişin uzun dönem fonksiyonda kalmasını sağlamak için kök dentinin bozulmadan korunmasıdır.

Kanal alanı içindeki tüm organik materyalin şekillendirme ve yıkama ile uzaklaştırılmasının yanı sıra; kanal sisteminin final tıkanmasında kullanılacak teknik ve materyale uygun şekillendirmenin gerekliliği de vurgulanmıştır (7).

### 2.6.1. Çalışma Uzunluğunun Belirlenmesi

Kök kanal sisteminin temizlenmesi, şekillendirilmesi ve tıkanması (doldurulması) için çalışma uzunluğunun doğru ve tutarlı bir şekilde hesaplanması başarılı endodontik tedavinin en önemli unsurlarından biridir. Çalışma uzunluğunun belirlenmesi apeks bulucuların kullanımı, anatomik ortalamaları kullanmak, parmak duyarlılığı, kağıt kon değerlendirmeleri ve radyografi dahil olmak üzere birçok yöntem ile gerçekleştirilir (132).

KKT'nin başarısı, kök kanal sisteminin tamamen temizlenmesi ve

biçimlendirilmesine bağlıdır. Bu nedenle klinisyenin şekillendirmenin biteceği noktayı tam olarak belirlemesi ve pulpa dokusunun sonlanıp apikal dokunun nerede başladığını bilmesi kritik bir öneme sahiptir.

Yapılan çalışmalarda kanal şekillendirmesi ve apikal tıkamanın kanalın en dar çapı olan apikal daralmanda sona ermesi gerektiği belirtilir ve bu noktanın CDJ çakıştığına inanılmaktadır. Bu nokta histolojik kesitlere göre tanımlanmıştır ve CDJ 'nin pozisyonu ve anatomisi dişten dişe, kökten köke ve her kanalda referans noktasına göre önemli ölçüde değişir. Ayrıca CDJ'nin tam yeri radyografide kesin olarak saptanamayabilir. Bu sebeple bazı araştırmacılar nekrotik vakalarda şekillendirmenin radyografik apekten 0,5-1 mm kısa sonlandırılmasını, irreversibl pulpitisli vakalarda ise 1-2 mm kısa sonlandırılarak vital pulpa kökünün korunmasıyla beklenen iyileşme prosedürlerini arttırabildiğini savunmuşlardır. Böylece şekillendirme kanal içinde bitirilmiş olup taşkın şekillendirme önlenmiş olur (133, 134).

Yanlış belirlenen çalışma uzunluğu taşkın şekillendirmeye ve devamında dolumun taşkın olmasına neden olabilir (116). Kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında dentin talaşları, pulpa dokusu, mikroorganizmalar ve yıkama solüsyonları periapikal dokulara itilebilir. Çalışma uzunluğunun doğru tespiti bu riski azaltır. Periapikal dokuların mekanik ve kimyasal irritasyonu nedeniyle oluşabilecek işlem sonrası ağrı ve flare-up oluşumunun da önüne geçilebilir (8). Ancak, tüm kök kanalı şekillendirme tekniklerinin apikal sınırdan kısa çalışıldığı durumda bile debris çıkışına neden olabildiği belirtilmektedir (16, 116). Elektronik apeks bulucular, apikal foramene 0,5 mm uzaklığa kadar ölçme yetenekleriyle klinisyenlerin foramenin pozisyonunu daha doğru bir şekilde belirlemelerine yardımcı olabilmektedir (135).



## 2.6.2. Kök Kanallarının Şekillendirilme Yöntemleri

### *El ile Şekillendirme*

Endodontik el eğesi ilk kez 1800'lerin başlarında Edward Maynard tarafından pulpa dokusunu uzaklaştırmak için saat yaylarında çentikler oluşturularak yapılmıştır. 1915 yılında Kerr Dental tarafından geleneksel K tipi eğelerin üretilmesiyle bu eğeler kullanılmaya başlanmıştır (136). Weine ve ark. (22) geleneksel çelik el eğeleri ile yapılan şekillendirme sırasında apikal periodontitisin iyileşmesini etkileyebilecek zipping, basamak, strip perforasyon ve transportasyon gibi birkaç potansiyel iyatrojenik hata olabileceğini vurgulamışlardır.

### *El ile Şekillendirme-Crown-Down tekniği*

Bu teknik step-back yaklaşımından farklıdır. Kanalın koronal üçlüsünün konikliği H-tipi eğelerinin kullanımını takiben Gates-Glidden enstrümanlarının kullanılmasıyla sağlanır (137). Kanalın geri kalan kısmı, apikal daralıma ulaşana kadar çalışma uzunluğuna doğru ilerleyen eğenin boyutu azaltılarak prepare edilir (138). Bu tekniğin avantajları şu şekilde özetlenebilir: koronal bölgedeki düzensizliklerin ve kanal kurvatürünün şekillendirilmesi apikal üçlüdeki debris tıkaçının azaltılmasına (139), yıkama solüsyonlarının kanalın derin kısımlarına daha erken nüfuz etmesine yardımcı olur (140). Çalışmamızda da el eğesi grubunda crown-down tekniği kullanılmıştır.

### *Nikel Titanyum Döner Eğe ile Şekillendirme*

Ni-Ti eğeleri, 1988 yılında kök kanal şekillendirmesi için ilk kez kullanıldığında benzer boyut, kesit tasarımı ve konikliğe sahip paslanmaz çelik eğeler ile karşılaştırılmıştır. Ni-Ti'nin paslanmaz çelik eğelerden 2-3 kat daha esnek olduğu ve torsiyonel fraktüre karşı daha yüksek dirence sahip olduğu gösterilmiştir (141). 1990'lı yılların başında Ni-Ti eğeleri, tahmin edilebilir kök kanalı şekillendirmelerinden (142), uygulayıcının daha az yorulmasından ve tedavi sonrası minimum hassasiyetten dolayı döner eğe sistemleri için önerilmiştir (27). Kök kanal şekillendirmesinde el ve döner eğelerinin birlikte kullanıldığı teknik, kök kanal şekillendirmesinde şu anda yaygın bir prosedürdür. Bu teknikte el

eğeleri, kök kanal sistemini anlamak ve döner eğeler için düzgün bir giriş yolu yaratmak için kullanılmaktadır (143, 144).

### 2.6.3. Ni-Ti Alaşımının Özellikleri

Ni-Ti alaşımı ilk kez W.F. Buehler tarafından (145) 1963 yılında ABD deniz kuvvetlerinde çalışırken tanımlanmıştır. Orijinal adı Nitinoldür. Endodontik eğelerin imalatında kullanılan nikel titanyum alaşımları, yaklaşık %56 (ağırlık) nikel ve %44 (ağırlık) titanyumdan oluşur. Bazı alaşımlar nikelin yerine yaklaşık %2 kobalt içerir (146). Üretim süreci ana bileşenlerin eş eksenli bir oranıdır ve alaşımın çoklu kristalografik formlarda var olmasını sağlar. Ni-Ti'nin klinik diş hekimliği ile ilgili iki özelliğini ortaya çıkaran austenit ve martensit faz arasındaki dönüşümdür. Austenit stabil, merkez atomlu küp, martensit ise kapalı bir altıgen kafes şeklindedir (147). Çoğu metalde, bir dış kuvvet belirli bir miktarı aştığında, kafes içinde kalıcı deformasyona neden olan mekanik kayma meydana gelir; bununla birlikte Ni-Ti alaşımlarında, kayma yerine, stres kaynaklı bir martensitik dönüşüm meydana gelir. Ni-Ti, yapı içindeki tüm atomların küçük yer değiştirmeleri ile karakterize edilen faz dönüşümüne uğrar. Austenit, martensite dönüşürken, birim hücre volümetrik değişimi, düşük etkili elastik bir modül veren etkili gerilme eğrisine karşı strese neden olur. Bu fenomen “*süper esneklik*” olarak adlandırılır (146, 147). Ni-Ti'nin süper elastikliği %8'e kadar tamamen tekrar kazanılabilen gerilme deformasyonlarına izin verirken paslanmaz çelik gibi diğer alaşımlar maksimum %1'den az deformasyona izin verir (146). Stres kalıcı deformasyon olmadan azaldığında veya durduğunda martensit, ana austenit yapısına geri döner. Ni-Ti bu “*süper esneklik*” fenomenine sahip tek alaşım değil, aynı zamanda bu alaşım sınıfının biyouyumlu ve aşınmaya karşı en dayanıklısıdır (148). Ni-Ti martensit fazındayken kolayca bükülebilir. Alaşım, austenit oluşum sıcaklığı olarak bilinen bir sıcaklığın üzerine ısıtıldığında orijinal şekline döner ve ‘*şekil belleği*’ olarak adlandırılır (146).

### Ni-Ti Eğelerin Sınıflandırılması

Ni-Ti eğelerin üretimlerinden bu yana tasarımlarında başarılı değişiklikler yapılmıştır ve bunlar farklı kuşaklara göre sınıflandırılmıştır. Tablo 2.1, her nesil için ege tasarımlarındaki değişikliklere genel bir bakış sunmaktadır. Birinci

kuşağa ait eğelerin karakteristik özellikleri; kesici kenar alanı, nötr veya negatif rake açısı, U şeklinde kesit ve sabit taperdır (138, 149). ProFile Vortex ve Quantec (Tycom Corp., Irvine, CA, ABD) sistemleri, son tasarıma ulaşmak için birçok eğe dizisi gerektiren bu kuşağın örnekleridir (150). Birinci nesil eğelerin vidalanma etkisi ve kesici kenar alanı nedeniyle aşırı stres birikimine neden olan sabit taper tasarımını nedeniyle 2. nesil eğeler üretilmiştir.

**Tablo 2.1:** Eğe Jenerasyonlarının Özellikleri: eğe tasarımı, materyal ve enstrümantasyon hareketindeki değişikliklere göre sınıflandırılmış beş eğe jenerasyonunun temel karakteristik özellikleri.

	<b>Karakteristik Özellikleri</b>	<b>Eğe Sistemleri Örnekleri</b>
Birinci Nesil	Kesici kenar alanı, nötr veya negatif rake açısı, U-şeklinde kesit ve sabit taper	ProFile ve Quantec
İkinci Nesil	Kesici olmayan kenarlar, pozitif rake açısı, değişken taper, ve kanal duvarına değişken noktalarda temas	ProTaper Universal ve Endosequence
Üçüncü Nesil	Özel ısıtma ve soğutma protokollerine dayanan yeni NiTi alaşımı	ProFile GTX, Twisted file, ProTaper Gold
Dördüncü Nesil	Resiprokal hareket ve tek eğe teknolojisi	Reciproc, Self-adjustable file (SAF) ve Waveone
Beşinci Nesil	Asimetrik kesitsel dizayn, aktif kesici kenarlar, değişken taper	Revo-S, ProTaper Next, HyFlex EDM

Geleneksel Ni-Ti alaşımının atomik yapısı, austenik (sert / kırılğan) ve martensitik (yumuşak) kristal kafeslerden oluşur. Sertten yumuşak yapıya dönüşüm, dış gerilim altında farklı ısıtma ve soğutma protokolleri sayesinde teknik olarak mümkündür (151). Bu teknolojiye yararlanmak, ProFile GTX (Denstply, Tulsa) ve Twisted file (TF, Sybron Dental Specialties, Orange, CA, ABD) gibi yeni eğe sistemlerinin (3. nesil) geliştirilmesini sağlamıştır (152). Resiprokal hareketin torsiyonel stresi ve saat yönünde rotasyonu sırasında eğenin dentine saplanmasını önleyerek eğe fraktürünü önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir. (153). Hem

resiprokal hareket hem de tek eğe teknolojisi, dördüncü kuşanın temel karakteristik özelliğidir. Resiprokasyon 1) SAF'daki gibi yukarı ve aşağı (154) veya 2) WaveOne (155) eğesindeki gibi saat yönü ve saat yönünün tersine hareket şeklinde olabilir.

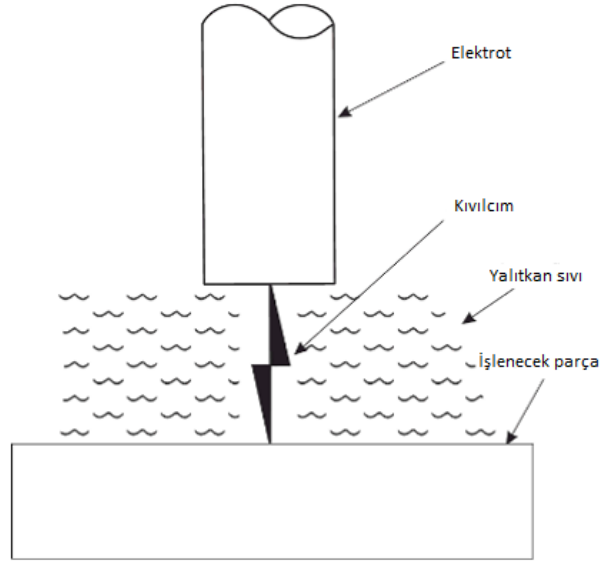
Son zamanlarda beşinci nesil eğeler, dentin ile etkileşimi en aza indirerek eğe üzerindeki baskıyı azaltmak için asimetrik enine kesitli olarak üretilmektedir. Bu tasarımın debrisin uzaklaştırılmasını kolaylaştırdığı iddiası vardır (156). Diemer ve ark. (157) rezinden yapılmış kök kanallarının şekillendirmesi sırasında asimetrik tasarıma sahip eğelerin simetrik tasarıma sahip eğelerden anlamlı derecede daha az aksiyel stres oluşturduğunu bulmuşlardır. Hem Revo- S hem de ProTaper Next asimetrik tasarım kullanan eğe örnekleridir. Revo-S, asimetrik üçgen şekilli kesitsel tasarımlı eğelere ve farklı yarıçaplarda yer alan 3 kesme kenarına sahiptir. ProTaper Next, asimetrik dikdörtgen kesite sahiptir ve bu da hareket halindeyken herhangi bir zamanda kanal duvarının sadece 2 yüzeyine temas edeceği anlamına gelir (158).

## **2.7. Çalışmada Kullanılacak Eğe Sistemleri**

### **2.7.1. Hyflex EDM**

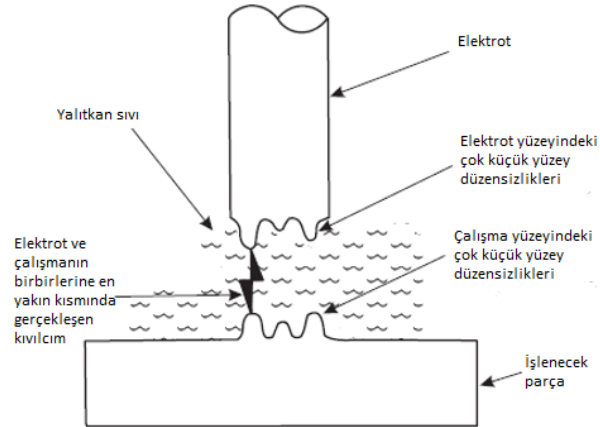
HyFlex EDM yeni bir eğe sistemidir. İlk örneği HyFlex CM ile aynı CM teli kullanılan Ni-Ti alaşımından yapılmıştır. HyFlex EDM'nin ana özelliği üretiminde elektriksel boşaltım işleme yöntemi (EDM) ile oluşturulmasıdır. Bu şekilde üretilen tek eğe sistemidir (159).

EDM, elektrik akımının işlenecek parçadan geçtiği ve yalıtkan bir sıvıya daldırılmış bir elektrottan geçen bir üretim işlemidir (Şekil 2.2).



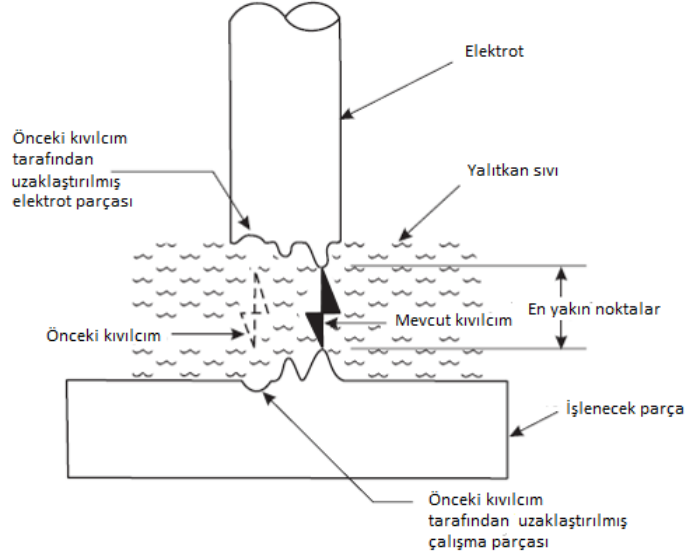
Şekil2.2 Elektriksel Boşaltım Makinesi ve EDM'nin temel parçaları (160)

İşlenecek parçanın metal yüzeyinin erimesine ve buharlaşmasına neden olan dikkatlice kontrol edilen kıvılcımlar yaratır. Bir seferde bir kıvılcım oluşturarak, işlenecek parçayı gereken yerde yavaşça keser (Şekil 2.3.).



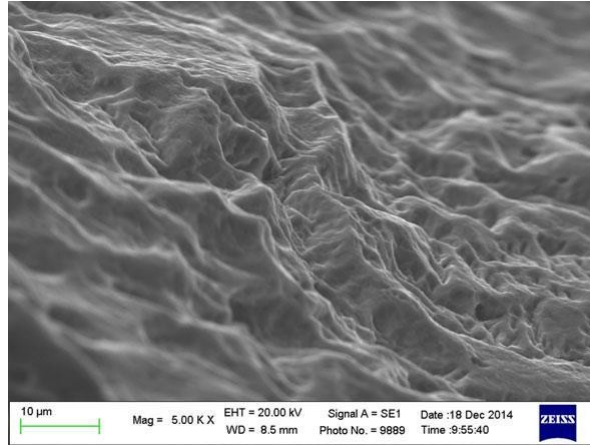
Şekil 2.3.Kıvılcımın elektrot ve işlenecek parça arasındaki en yakın noktalarda meydana gelmesi (160).

Kıvılcım, elektrot ve işlenecek parçanın en yakın olduğu yerde üretilir (Şekil 2.4.). Metal buharlaşır ve sonra yalıtkan sıvı tarafından soğutulur (160).



Şekil 2.4. Bir sonraki kıvılcımın elektrot ve işlenecek parça arasındaki en yakın noktalarda meydana gelmesi (160).

Pirani ve ark. (159) yüksek büyütme altında kullanılmış ve kullanılmamış HyFlex EDM eğelerinin kırılma direncini incelemiştir. Kullanılmamış eğelerde elektriksel boşaltım işleme sürecinde çok sayıda krater bulunan pürüzlü bir yüzey oluşumu gözlemlenirken (Şekil 2.5.); eğeler 10 kanalda kullanıldıktan sonra, krater benzeri yüzey ve kesme kenarlarının bütünlüğü korunmuştur. Mikro çatlaklar ve spiral bozulmalar gözlenmemiştir (159).



Şekil 2.5. HyFlex EDM'nin krater benzeri yüzeyi (159).

Elektriksel boşaltım işleminde bir başka avantaj, kompleks ege tasarımına sahip eğerler üretme yeteneğidir. Kıvılcım pozisyonunun hassas ve tam kontrolü, bir eğin geleneksel mekanik işlemi ile karşılaştırıldığında, egeye son şeklini verme konusunda üreticiye daha fazla avantaj sağlar. HyFlex EDM eğerleri kanalın anatomisinin takip edilmesini ve orijinal kanal anatomisinin korunmasını sağlar. Transportasyon ve perforasyon riskini önemli ölçüde azaltabilen güvenilir kontrollü bellek rejeneratif özellikleri gösterir (161). HyFlex EDM çalışma kısmında kırılma direncini ve kesme etkinliğini arttıran 3 farklı kesit alanına sahiptir (162). Eğin ucunda, eğin kesiti dikdörtgendir, gövdesine (sapına) doğru, kesit daha üçgen hale gelir. Üreticiye göre, bu durum eğin kırılma direncini arttırmaktadır.

HyFlex EDM ege sistemi tek bir ege sistemi olarak pazarlanmaktadır. Ana eğin boyutu #25'dir ve değişken açılıdır: uç kısmından itibaren ilk 5 mm .08 açılı ve eğin kalan kısmı değişken açılıdır. Ana ege bütün vakalarda kullanılabilir. Klinisyen gerekli gördüğü takdirde erişim açıklığı sağlayıcı (#25/.12), glide path egesi (#10/.05) ve bitim egesi (#40/.04; #50/.03; #60/.02) mevcuttur.

Pirani ve ark. (159) yaptıkları bir çalışmada HyFlex EDM'nin döngüsel yorulmaya karşı direncini değerlendirmiş ve HyFlex EDM'nin döngüsel yorulmaya bağlı kırılma direncinin HyFlex CM'ye göre %683 daha fazla olduğunu bildirmiştir. Kırılma direncindeki bu gelişmenin HyFlex EDM'nin üretiminde kullanılan elektriksel boşaltım işleminden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır (159). Benzer şekilde, Pedullà ve ark (163) da HyFlex EDM eğerleri (#25/.08), Recipro (#25/.08) ve WaveOne eğerleri (#25/0.08) ile karşılaştırıldığında torsiyonel fraktürde daha yüksek distorsiyon açısına ve daha yüksek döngüsel yorulma direncine sahip olduğunu bulmuşlardır. Üreticinin talimatlarını izleyen normal bir otoklavlama işlemi, eğerleri orijinal şekillerine ve yorulma direncine döndürmek için yeterlidir (164). Ege ısı işleminden sonra şeklini geri kazanmazsa, kırılma riski artar ve görsel incelemeden sonra ege kullanılmamalıdır (165).

### 2.7.2. iRace

Sürekli rotasyon hareketi yapan iRace Ni-Ti döner eğeleri, 2011 yılında Race sisteminin basitleştirilmiş bir dizisi olarak tanıtılmış ve geleneksel Ni-Ti telinden yapılmıştır (161). Bu eğelerin sabit ve azalan açıları, keskin kenarlı üçgen kesiti, alternatif kesme kenarları ve yuvarlak güvenli uçları nedeniyle özellikle eğimli kanallarda kullanım için avantajlı olduğuna inanılmaktadır. Ayrıca, yorulma ve korozyona karşı gelişmiş bir direnç sağlayan elektrokimyasal cilalama da sunarlar (166). Bu eğe sisteminin ISO boyutları (büyük halka) ve konikliğini (ince halka, sarı: %2, kırmızı: %4, mavi: %6) kolay bir şekilde sınıflandıran sisteminin yanı sıra yorgunluk ve kullanım sayısını belirlemeye yarayan güvenli hafıza diskleri vardır. Üretici firma tarafından bu yeni dizinin eğimli kök kanallarının hazırlanması için hızlı, güvenli ve etkili bir protokol sağladığı iddia edilmektedir. iRace sistemi, vakaların çoğunu (düz, hafif eğimli veya geniş kanallar) 3 eğe dizisi ile tedavi etmek için üretilmiştir (Şekil 2.6.). Tüm eğelerin farklı uzunlukları vardır (21/25/31 mm): R1 ( #15/.06), R2 (#25/.04), R3 (#30/.04).



Şekil2.6. iRace eğe seti

### 2.7.3. ProTaper Gold

Yakın zamanda piyasaya sunulan ProTaper Gold'un atası ProTaper Universal'e göre metalurjisinin ve esnekliğinin; tescilli ısıtma işlemi sayesinde geliştirildiği iddia edilmektedir (167). Protaper Universal eğelerinin 1 aşamalı faz dönüşümü varken; ProTaper Gold, bir ara R fazı ve yüksek bir Af sıcaklığıyla 2 aşamalı bir faz dönüşümü sergiler ve oral sıcaklıklarda daha çok martensit fazdadır (168). Uygun ve ark. (169) ProTaper Universal ve M-Wire teknolojisi ile üretilmiş ProTaper



Next ile karşılaştırıldığında ProTaper Gold'un daha üstün döngüsel yorgunluk sergilediğini göstermişlerdir. Elnaghy ve ark. (168) döngüsel yorgunlukta benzer sonuçlara ulaşırken torsiyonel kuvvet ve mikrosertlikte ProTaper Universal'in ProTaper Gold'dan daha üstün olduğunu bulmuşlardır. Bu bulgular, diğer kontrollü bellek ısıtma işlem görmüş enstrüman değerleriyle uyumludur.

ProTaper Gold, ProTaper Universal ile aynı geometrilere sahip bir dizi "şekillendirme" ve "bitirme" eğelerini içerir; üretici firma bu yeni döner eğelerin daha fazla esnekliğe sahip olduğunu iddia etmektedir.

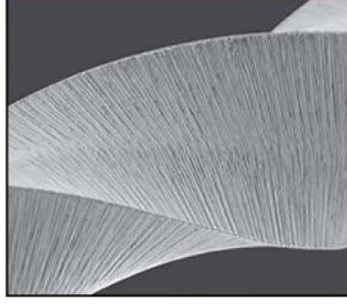
ProTaper Gold, dişe daha kolay erişilebilmesini sağlayan daha kısa bir sapa (Universal 13 mm-Gold 11 mm) sahiptir. Set, şekilde gösterilen 3 adet "şekillendirme" ve 5 adet "bitirme" eğesini içermektedir (Şekil 2.7). Şekillendirme eğeleri sırasıyla mor ve beyaz renkleri olan S1 (#18/.02) ve S2 (#20/.04) olarak adlandırılır. Kanal sisteminin koronal ve orta üçlü kısmını fırçalama hareketleriyle şekillendirmek için kullanılırlar. Gerekliğinde kök kanalına daha iyi erişim sağlamak için aksesuar "şekillendirme" eğesi SX (#19/.04) mevcuttur. Sırasıyla sarı, kırmızı, mavi, çift siyah ve çift sarı renkleri olan F1 (#20/.07), F2 (#25/.08), F3 (#30/.09), F4 (#40/.09), F5 (#50/.05) bitirme eğeleri vardır.



**Şekil 2.7.** ProTaper Gold sistem, yedi (7) döner eğesi; soldan sağa doğru: Sx, S1, S2, F1, F2, F3, F4, F5

Bir konveks üçgen kesit ve ilerleyici taper, dentin ve eğe bıçağı arasında dönme sürtünmesini azaltırken kesme etkisini artırır. Kesici olmayan uç tasarımı her bir eğenin kanalın şeklini güvenli bir şekilde takip etmesine izin verirken; uçtaki küçük düz alan yumuşak doku ve debrisin yolunu bulma kabiliyetini artırır (Şekil

2.8. ve Şekil 2.9.).



Şekil 2.8. Konveks (dışbükey) üçgen kesit



Şekil 2.9. Kesici olmayan uç

ProTaper Universal ile ProTaper Gold arasındaki diğeri bir fark ise ProTaper Gold'un artan maliyetlere sahip tek kullanımlık eğe seti olmasıdır (170).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Çalışmamızda 60 adet periodontal veya ortodontik nedenlerle yeni çekilmiş alt premolar insan dişi kullanılmıştır. Diş örnekleri arasında standardizasyonu sağlamak için benzer boy ve ebatlardaki dişler seçilmiştir. Çalışmaya dahil edilen dişlerin tek kök ve tek apikal foramene sahip, çürüksüz, restorasyonsuz ve apikal gelişimlerini tamamlamış olmalarına dikkat edilmiştir. Tüm dişler radyografilerle incelenerek dişlerin rezorbsiyon ve kalsifikasyon içermediği, tek ve düz bir kanala sahip oldukları teyit edilmiştir. Çalışmada kullanılacak olan dişlerin kök eğimleri alınan radyografilerle incelenmiştir. Kök eğimleri düz olan dişler çalışmaya dahil edilmiştir.

Tüm dişlerin dış yüzeyindeki yumuşak ve sert doku artıkları mekanik olarak uzaklaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan çekilmiş dişler deneyin yapılacağı zamana kadar, serum fizyolojik solüsyonu içerisinde +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

Şekillendirme sırasında kök kanallarının çalışma uzunluğu debris miktarını etkileyen önemli bir faktördür. Tüm dişlerin çalışma uzunlukları 19 mm'de eşitlemek için gerekli görüldüğü takdirde su soğutması altında fissür elmas frez kullanılarak okluzal aşındırma yapılmıştır. Elmas rond frez ile su soğutması altında giriş kavimleri açıldıktan sonra #10 K tipi el eğesi ile kanal ağzları lokalize edilmiştir. Ek olarak diş kök yüzeyi tırnak cilası (119) ile boyanmıştır. Çalışma uzunluğu belirlenirken 15# K-tipi el eğesi kullanılmıştır. Eğe apikal foramende gözükcüye kadar ilerletilmiş, daha sonra ölçülen bu boydan 1 mm çıkarılarak çalışma uzunluğu belirlenmiştir.

#### 3.2. Deney Düzenekinin Oluşturulması

Deney düzenekleri Myers ve Montgomery (12) tarafından geliştirilen yöntem esas alınarak hazırlanmıştır. Deneyde taşan debris ağırlığını ölçmek için hassaslık derecesi 10<sup>-4</sup> gram olan hassas terazi (Precisa XB 220A, Precisa, Dietikon, İsviçre) kullanılmıştır (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1.** Ağırlık ölçümleri için kullanılan Precisa XB 220A hassas terazi

Deney düzeneği oluşturulmadan önce kapaklarından ayrılmış boş Eppendorf tüplerinin ağırlıkları ardışık olarak 3 kez hassas terazide tartılmış, değerlerin ortalamaları alınmış ve kaydedilmiştir. Kalem izinin tüpler üzerinde ağırlık yapmaması için numaralandırılmış cam tüpler içerisine yerleştirilmiştir. Hazırlanan ve çalışma uzunluğu belirlenen diş örnekleri, üzerinde delik açılan Eppendorf tüpü kapaklarına parmak basıncıyla yerleştirilmiştir. Diş ile kapak arasındaki boşluk gingival bariyer (Ultradent, South Jordan, ABD) yardımıyla sızdırmaz bir şekilde doldurulmuş ve diş sabitlenmiştir (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2.** Gingival bariyer

Dış ortamın hava basıncı ile tüp içindeki basıncı dengelemek amacıyla, ucu tüp içerisinde kalacak şekilde 27 G enjektör iğnesi kapaklara yerleştirilmiştir. Hazırlanan tüplerin sabitlenmesi ve dış etkenlerden korunması için numaralandırılmış cam şişelere yerleştirilmiştir (Şekil 3.3.).



**Şekil 3.3.** Taşan debrisin toplanması için kurulan deney düzeneği

Bu şekilde deney düzeneği elde edilmiştir. Operatörün tarafsızlığını sağlamak için mantar blok üzerine oturtulan cam şişelerin etrafı lastik örtü ile kapatılarak dış kökünün gözlenmesi engellenmiştir (Şekil 3.4.)



**Şekil 3.4.** Dış kökünün görünmesini önlemek için lastik örtü kullanılmıştır.

### **3.3. Grupların Oluşturulması ve Kanalların Şekillendirilmesi**

Apikal daralımları, çalışma uzunlukları ve kök eğimleri açısından olabildiğince standardize edilmiş dişler, her bir grupta 15 diş olacak Şekilde rastgele 4 gruba ayrılmıştır.

Her birinde farklı bir eğe sisteminin kullanıldığı 4 grup oluşturulmuştur:

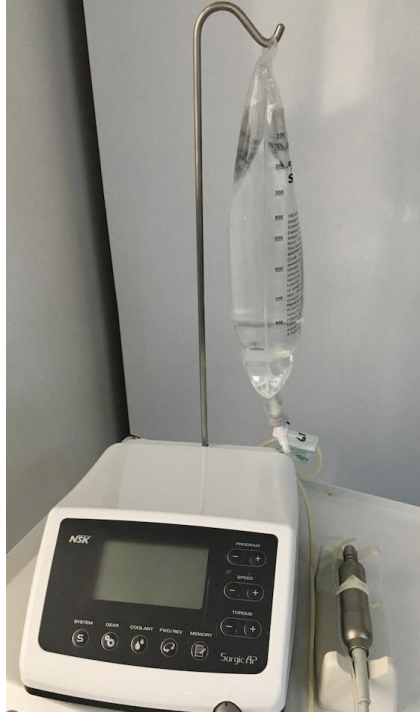
Grup 1. El eğesi grubu

Grup 2. HyFlex EDM grubu

Grup 3. ProTaper Gold grubu

Grup 4. iRace grubu

Yıkama solüsyonu olarak bütün gruplarda distile su kullanılmıştır. Yıkama protokollerini standardize edebilmek amacıyla, her sistem için aynı yıkama protokolü uygulanmıştır. Tüm diş örnekleri her eğe arasında veya her 3 ileri geri hareketten sonra; kanallar sn'de 0,15 mL hızla çalışan fizyodispenser (NSK, Tokyo, Japonya) aracılığıyla 14 sn boyunca 2 mL distile su ile yıkanmıştır (Şekil 3.5.). Yıkama esnasında 27 G yandan delikli iğne (Covidien, Dublin, İrlanda) kullanılmıştır. İğnenin uzunluğu sıkışmadan olabildiğince apikal üçlüde konumlanacak Şekilde ayarlanmıştır.



**Şekil 3.5.** Fizyodispenser

Tüm gruplarda kök kanal şekillendirmesi tek bir operatör tarafından gerçekleştirilmiştir. Tüm gruplarda şekillendirme işlemi üretici firmanın talimatlarına uygun olarak X-Smart Plus (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) endodontik motoru kullanılarak şekillendirmeler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6.).



**Şekil 3.6.** X Smart Plus endodontik motor

## Grup 1. El Eğesi Grubu

Diş örneklerinin crown-down prensibine göre koronal genişlemesini standardize etmek için koronal 2/3'ü #3 Gates Glidden frez kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her dişin kök kanalında yeni bir eğe kullanılmıştır. Daha sonra sırasıyla çalışma uzunluğundan mesafe olarak 5 mm'de #50, 4 mm'de #45, 3 mm'de #40, 2 mm'de #35, 1 mm'de #30 ve en son çalışma uzunluğunda #25 numaralı K tipi el eğeleri kullanılmıştır. Rekapitülasyon işlemi için her eğenin ardından #10 K-tipi el eğesi kullanılmıştır.

## Grup 2. HyFlex EDM Grubu

HyFlex EDM eğe sistemi ile şekillendirme yapılırken üretici firma tavsiyesi doğrultusunda 500 rpm devir ve 2,5 Ncm tork torka ayarlanmış endodontik motor kullanılarak (X-Smart) sırasıyla erişim açıklığı sağlayıcı (25/.12) /çalışma uzunluğunun 1/2'si ve HyFlex onefile (25/~) ile şekillendirme gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7.). Onefile eğe çalışma boyunda kullanılmıştır.



Şekil 3.7. Örneklerin şekillendirilmesinde kullanılan HyFlex EDM eğeleri



### Grup 3. ProTaper Gold Grubu

ProTaper Gold serisinden sırasıyla SX (#19/.04) /çalışma uzunluğunun 2/3, S1 (#18/.02) ve S2 (#20/.04) /çalışma uzunluğunda, F1 (#20/.07) ve F2 (#25/.08) /çalışma uzunluğunda kullanılmıştır (Şekil 3.8.). Tüm eğeler tork kontrollü endodontik bir motorla (X-Smart) SX ve S1 eğeleri için 5,1 Ncm torkla 300 rpm hızda, S2 ve F1 eğeleri 1,5 Ncm torkla 300 rpm hızda F2 ise 3,1 Ncm torkla 300 rpm hızda kullanılmıştır. SX, S1 ve S2 eğeleri ile fırçalama hareketi ile, F1 ve F2 eğeleri ile de fırçalama hareketi yapılmadan ileri-geri hareketle kullanılmıştır. İrrigasyon ve rekapitülasyon prosedürleri el eğesi grubunda uygulandığı şekilde uygulanmıştır.



Şekil 3.8. Örneklerin şekillendirilmesinde kullanılan ProTaper Gold eğeleri

### Grup 4. iRace Grubu

Çalışmamızda kullanılan iRace serisi (FKG) 3 egeden oluşmaktadır. Çalışmamızda apikal açıklığın standardizasyonunu sağlamak için #R3 eğe kullanılmamıştır. iRace setinde erişim açıklığı sağlayıcı olmadığı için; diğer gruplarla standardizasyonu sağlamak adına Prerace eğesi kullanılmıştır. Kanal şekillendirmesi sırasında sırasıyla Prerace (#30/.06) /çalışma uzunluğunun 1/2'si,

R1 (#15/.06) /çalışma uzunluğunda ve R2 (#25/.04)/çalışma uzunluğunda kullanılmıştır (Şekil 3.9.). Tüm eğeler şekillendirme sırasında üretici talimatlarına göre tork kontrollü endodontik bir motorla (X-Smart) 600 rpm hızda 1,5 Ncm torkta kullanılmıştır.



**Şekil 3.9.** Örneklerin şekillendirilmesinde kullanılan Prerace ve iRace (R1/R2)

Her grupta şekillendirme işlemi tamamlandıktan sonra Eppendorf tüplerinin kapakları açılmış ve kök yüzeylerine yapışan debris artıkları tüpün içinde toplanacak şekilde kök ucu 1 mL distile suyla yıkanmıştır. Daha sonra tüpler inkübatör içine ağızları açık bir şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 3.10.).



**Şekil 3.10.** Örneklerin bekletildiği inkübatör

Sıvının tamamının buharlaşıp tüp içerisinde sadece debris artıklarının kalması için 70 °C'de 5 gün bekletilmiştir (171-173) (Şekil 3.11.). Sonrasında her bir tüp

hassas terazide tekrar 3 kez tartılmış ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır. Bu yapılan son ölçümden tüplerin içi boşken kaydedilen ağırlık değerleri çıkartılmıştır. Böylece, apikalden taşan debris ağırlığı elde edilmiş ve değerler kaydedilmiştir.



Şekil 3.11. Tüp içinde biriken debris

#### 3.4. Çalışma Zamanının Belirlenmesi

Kök kanalı şekillendirilmesinde kullanılan eğelerle toplam çalışma süresini belirlemek için; eğelerin kanalda kaldıkları süre, irrigasyon süresi, ege değişimi ve eğelerin temizlenmesi sırasında dijital kronometre çalıştırılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Süre ölçümünde kullanılan kronometre

## **Verilerin İstatistiksel Analizi**

Bu çalışma 4 gruptan oluşmaktadır ve her grupta 15 adet çekilmiş diş örneği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçların istatistik analizleri SPSS 21 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı ile yapılmıştır. Kullanılacak olan testin parametrik veya parametrik olmayan test olduğunu saptamak amacıyla Kolmogrov-Smirnov normallik testi uygulanmıştır. Bunun sonucunda normal dağılım göstermeyen 4 farklı eğe sisteminin apikalden taşan debris miktarı arasındaki fark ise Kruskal Wallis testi kullanılarak incelenmiştir. İkişerli gruplar arasındaki karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi kullanılarak yapılmış ve Dunn-Bonferroni düzeltme yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Dört farklı eğe sisteminin normal dağılım gösteren çalışma zamanı değerlerine ilişkin ortalamalar arasındaki fark Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) testi kullanılarak incelenmiştir. ANOVA sonrası ikili kıyaslamalar Post Hoc testlerinden Dunnett's T3 testi ile yapılmıştır. Anlamlılık  $P<0,05$  düzeyinde değerlendirilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Apikalden Taşan Debris Miktarının Değerlendirilmesi

Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda genel olarak, ege sistemlerinde apikalden taşan debris miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Tablolarda yer alan 'n' değerleri alt grup ve gruplardaki diş örneği sayısını ifade etmektedir.

**Tablo 4.1.** Kullanılan yöntemlere göre taşan debris miktarının değerlendirilmesi

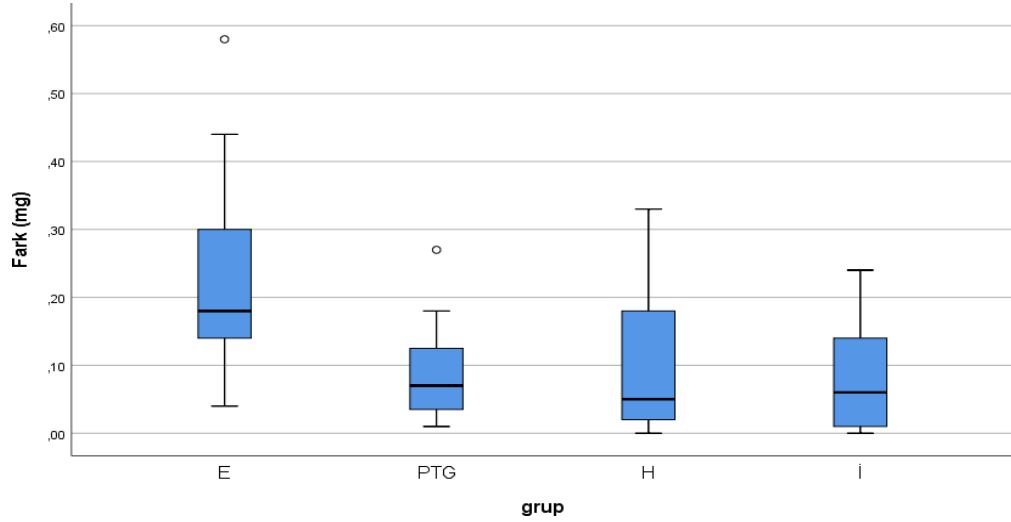
Grup	Sayı (n)	Ortalama ± Standart		Minimum (Min)	Maximum (Max)
		Sapma (Ort ±SS)	Medyan		
El Egesi	15	0,23 ± 0,16	0,18 <sup>a</sup>	0,04	0,58
ProTaper Gold	15	0,09 ± 0,07	0,07 <sup>b</sup>	0,01	0,27
Hyflex EDM	15	0,12 ± 0,11	0,05 <sup>a,b</sup>	0,02	0,33
iRace	15	0,08 ± 0,08	0,06 <sup>b</sup>	0,01	0,24

\*Kruskal Wallis testi ( $p=0.01$ ), ikili karşılaştırmalar için Dunn-Bonferroni düzeltme yöntemi kullanılmıştır.

\*Farklı üst harf ifadeleri (<sup>a,b,c</sup>), gruplar arası istatistiksel farklı ifade etmektedir ( $p<0.05$ ).

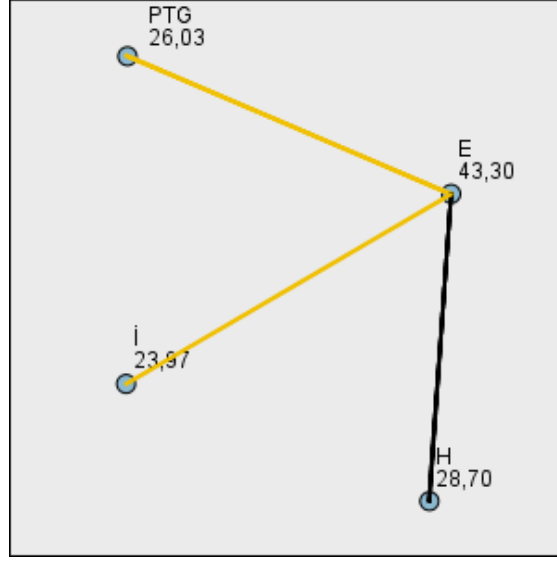
Kullanılan ege sistemlerinin neden olduğu taşan debris miktarı farklılığını ortaya koymak için Kruskal-Wallis testi yapılmış, sonucunda  $P=0,01<0,05$  olduğundan en az bir grubun debris miktarı farklı bulunmuştur. Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar için Dunn-Bonferroni düzeltme yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan ege sistemleri birbiri arasında kıyaslandığında en fazla taşan debris miktarının el egesi (E), en az taşan debris miktarının ise iRace (İ) ege sistemi ile ilişkili olduğu bulunmuştur (Tablo 4.1.). Diğer sistemlerin Dunn-Bonferroni düzeltmesine göre apikalden taşan debris miktarının birbirleri ile ikili karşılaştırmaları şu şekildedir; el egesi grubu ile iRace ve ProTaper Gold (PTG) grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ( $P<0.05$ ); el egesi grubu ile Hyflex EDM (H) grubu arasında anlamlı istatistiksel fark bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). ProTaper Gold grubu ile el egesi grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ( $P<0.05$ ), ProTaper Gold grubu ile Hyflex EDM ve iRace grubu arasında anlamlı istatistiksel fark bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). HyFlex EDM

grubu ile el eğesi, ProTaper Gold ve iRace grubu arasında anlamlı istatistiksel fark bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). iRace ile el eğesi grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ProTaper Gold ve Hyflex EDM grubu arasında anlamlı istatistiksel fark bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Eğe sistemlerine göre apikalden taşan debris miktarı dağılımı Şekil 4.1.'de grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Eğe sistemlerine göre taşan debris miktarı dağılımının grafiksel gösterimi

Eğe sistemlerinin apikalden taşan debris miktarlarının ikili karşılaştırmaları Şekil 4.2.'de sıra ortalamaları (mean rank) ile gösterilmiştir.



Şekil 4.2: Grupların ikili karşılaştırmasının sıra ortalamaları ile gösterilmesi

#### 4.2. Çalışma Zamanının Değerlendirilmesi

Eğre sistemlerinin çalışma zamanları sn üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan eğre sistemlerinin zaman açısından farklılığını ortaya koymak için ANOVA testi yapılmış, sonucunda en az bir grubun çalışma zamanı farklı bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar için yapılan Post hoc testlerinden Dunnett's T3 testi uygulanmış, el eğresi ile yapılan enstrümantasyonu tamamlamak için gereken süre, diğer eğre sistemleri için gereken süre ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak daha uzun bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Hyflex EDM ve iRace enstrümantasyonu için gereken süre diğer gruplar ile karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak çalışma zamanının en kısa olduğu gözlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Ancak, Hyflex EDM ile iRace çalışma zamanı açısından karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $P > 0.05$ ) (Tablo 4.2.).

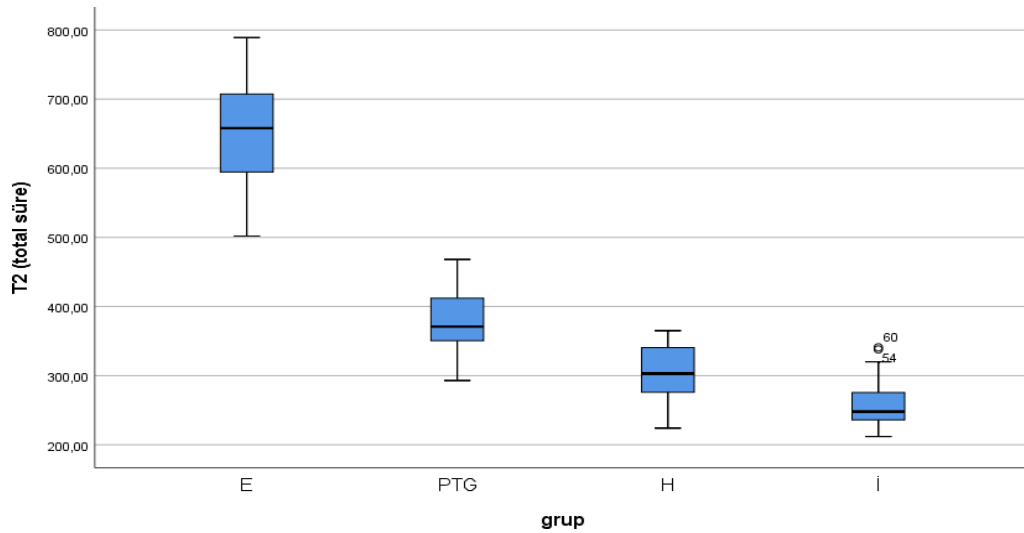
**Tablo 4.2.** Kullanılan yöntemlere göre çalışma süresinin değerlendirilmesi

Çalışma süresi (sn)	n	Ort ± SS	Medyan	Min	Max
El eğesi	15	659,67 ± 80,98 <sup>a</sup>	658,00	502,00	789,00
ProTaper Gold	15	379,73 ± 45,26 <sup>b</sup>	371,00	293,00	468,00
HyFlex EDM	15	302,60 ± 44,85 <sup>c</sup>	303,00	224,00	365,00
İrace	15	261,27 ± 40,97 <sup>c</sup>	248,00	212,00	341,00

\*ANOVA, ikili karşılaştırmalar için post hoc Dunnett's T3 testi kullanılmıştır.

\*Farklı üst harf ifadeleri (<sup>a,b,c</sup>), gruplar arası istatistiksel farkı ifade etmektedir ( $p < 0.05$ ).

Eğes sistemlerinin birbirleri ile çalışma zamanı arasındaki ilişkileri şu şekildedir ve Şekil 4.3.'te grafiksel olarak gösterilmiştir: En uzun çalışma zamanı el eğesi grubunda bulunurken ( $P < 0.05$ ), en kısa çalışma zamanı Hyflex EDM ve iRace grubunda bulunmuştur ( $P < 0.05$ ) (Çalışma zamanları arasındaki ilişki: El eğesi > ProTaper Gold > Hyflex EDM > iRace).



**Şekil 4.3:** Bütün grupların çalışma zamanı dağılımının grafiksel gösterimi



## 5. TARTIŞMA

Kök kanal sisteminin kemomekanik preparasyonu günümüz kök kanal tedavisinin en önemli aşamalarından birisidir. Prosedür sadece kök kanalının şekillendirmesini değil aynı zamanda kök kanal sistemi içinde en ideal temizlik ve dezenfeksiyonu sağlamak için kanal içi yıkama solüsyonlarının kullanımını da kapsamaktadır. Kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirmesi sırasında periapikal bölgeye dentin talaşları, nekrotik pulpa dokusu, irrigasyon solüsyonları veya mikroorganizmaların kök kanalından çıkışı engellenmemektedir. Apikalden taşan debris enflamatuar reaksiyonu tetiklemekte ve bunun sonucunda postoperatif komplikasyonlara veya ağrıya neden olabilmektedir (88, 174-177).

Şekillendirme sırasında apikal bölgeye itilen mikroorganizmaların sayısı ve virülansı periradiküler reaksiyonun derecesini belirleyen kritik faktörlerdir. Virülan mikroorganizmaların varlığı, flare-up gelişiminde kritik bir etken faktör olmasına rağmen; enfekte olmayan dentin ve pulpa dokusunun da enflamatuar reaksiyonu başlatma potansiyeline sahip olduğu kabul edilmektedir. Seltzer ve ark.'nın (178) yaptığı çalışmada apikal bölgeye itilen enfekte olmayan dentin talaşları periodontal ligamentin apikal kollajen fibrillerinde gerilmeye neden olmuştur. Torneck (179) ratların subkutanöz dokusuna yerleştirilen steril bağ dokusu parçalarının enflamatuar reaksiyonu başlattığını göstermiştir. Kök kanal tedavisi sırasında niteliğe bağlı faktörlere müdahale edilemese de; doğru çalışma boyutu, doğru şekillendirme yöntemi ve eğe sistemi kullanılarak apikalden taşan debris miktarı azaltılabilir (180). Bu çalışmanın amacı; güncel olarak endodontide kullanılan HyFlex EDM, ProTaper Gold ve iRace eğe sistemlerinin şekillendirme esnasında kök ucundan taşan debris miktarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir. Çalışmanın sıfır hipotezi 'Kullanılan eğe sistemleri arasında apikalden taşan debris miktarı bakımından istatistiksel olarak fark yoktur.' olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları, tüm şekillendirme sistemlerinin apikalden debris taşmasına neden olduğunu ve farklı eğe sistemlerinin farklı miktarlarda taşkınlığa neden olduğunu bildiren önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (19, 181, 182). Bu nedenle çalışmanın sıfır hipotezi reddedilebilir.

Apikalden taşan kanal içi materyalin miktarını diş, şekillendirme tekniği, eğe tipi/boyutu, şekillendirmenin sonlandığı nokta ve yıkama solüsyonları gibi çeşitli faktörler etkileyebilir (11, 16, 18, 116, 118, 119, 183). Apikal ekstrüzyon çalışmaları çoğunlukla çekilmiş insan dişleri üzerinde gerçekleştirilmiştir (12). Fairbourn ve ark. (10) debris çıkışı ile kök kanallarının genişliği arasında ters orantılı bir ilişki olduğunu fakat bunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde McKendry (11) apikalden taşan debris miktarı ile çeşitli diş numaraları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmiştir. Yapılan çalışmaların az miktarda olmasından dolayı benzer dişlerin seçilmesinin deneyin hata oranını en az seviyeye indirebileceği düşünülmüştür. Bu nedenle çalışmamızda tek köklü mandibular premolar diş örnekleri kullanılmıştır. Dişler apikal çap, çalışma uzunluğu ve kanal eğimine göre dikkatlice seçilmiştir.

Ekstrüzyon çalışmalarında, çoğunlukla, 5-10 veya daha altında değişen derecelerde kanal eğimine sahip tek köklü dişler kullanılsa da klinikte daha fazla kök eğimine sahip dişler de karşımıza çıkmaktadır. Leonardi ve ark. (184) 15 ile 30<sup>0</sup> arasında değişen kök eğimine sahip dişlerde el eğelerinin ve mekanik enstrümanların kullanıldığı çalışmada apikalden taşan debris miktarı farkını incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda kök eğim farklılıklarının debris çıkışı açısından anlamlı bir fark yaratmadığı bulunmuştur. Çalışmamızda farklı eğe sistemlerinin apikal debris taşkınlığının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlandığından kanal eğimleri olabildiğince düz olan mandibular premolar dişler çalışmaya dahil edilmiştir. Böylelikle kök kanal eğiminden kaynaklanabilecek olası farklılıklar ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Çekilmiş dişler çeşitli araştırmacılar tarafından %10'luk formol, %0,1'lik timol, NaOCl, serum fizyolojik, distile su gibi farklı solüsyonlarda muhafaza edilmiştir (10, 13, 185). Çalışmamızda kullanılan diş örnekleri üzerinde bulunan organik artıklar ve diş taşları çalışma sırasında kök yüzeyinden ayrılabilmesi ve hassas terazi ile yapılan ölçümü etkileyebileceği için işlem öncesinde bu artıklar temizlenmiştir. Ardından dişler çalışmada kullanılacağı güne kadar serum fizyolojik solüsyonu içerisinde muhafaza edilmiştir.

Tanalp ve ark. (118) kök kanalı içindeki dentin dokusunun mikrosertlik farkının bile apikalden taşan debris miktarını etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Yumuşak bir dentin dokusu daha kolay uzaklaştırılacağından bunun da daha çok apikal taşkınlığa neden olacağı savunulmaktadır. Çekilmiş dişler ile yapılan çalışmalarda kök dentin sertliği açısından bir standardizasyon yapmak mümkün olmadığı için, bu alanda yapılan çalışma sınırlılıklarından biri olarak düşünülmektedir.

Debris taşması çalışmalarında *in vitro* koşulların doğal ortamı tam yansıtamamasının bir sebebi de dişin pulpal durumunun çalışma düzeneğine aktarılamamasıdır. Salzgeber ve Brilliant'ın (186) yaptığı *in vivo* çalışmada vital ve nekrotik pulpalı dişlerde yıkama solüsyonunun kanal içindeki dağılımına pulpa dokusunun etkisi incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre nekrotik pulpalı dişlerde vital pulpalı dişlere göre solüsyonun şekillendirilen alana daha hızlı dağıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, vital pulpa dokusu yıkama solüsyonunun apikal ve lateral penetrasyonunu sınırlandırırken nekrotik pulpalı dişler de solüsyonun aksesuar kanallara dahi dağıldığı görülmüştür. Çalışmamızda pulpal durumu bilinmeden son 3 ay içerisinde periodontal ya da ortodontik nedenlerle çekilmiş insan dişlerinin kullanılması tercih edilmiştir.

Bazı araştırmacılar (177,187) apikal taşkınlık çalışmalarında, insan dişlerinin standardizasyonunu sağlamak zor olduğu için rezin modeller kullanmışlardır (177, 187). Böylece istenilen şekil, boyut, taper ve eğimde standart kanallar oluşturarak bu faktörlerin apikal debris taşkınlığını etkilemesinin önüne geçileceği düşünülmüştür. Ancak, Kum ve ark. (188), döner sistemlerin ürettiği ısının rezin blokların yumuşamasına neden olup deney sisteminin güvenilirliğini olumsuz etkilediğinden bahsetmişlerdir. Resin bloklar insan dişlerinin anatomik ve biyolojik özelliklerine sahip olmadığından klinik koşulları yansıtmaktan uzaktırlar. Bu nedenlerden dolayı çalışmamızda çekilmiş insan dişlerinin kullanımının daha uygun olduğu düşünülmüştür. Çalışmaya dahil edilen dişlerin olabildiğince benzer boy, ebat ve kanal eğimine sahip olmalarına dikkat edilmiştir. Alınan radyografilerle kanalların tek ve düz olduğu, herhangi bir rezorpsiyon, kalsifikasyon ya da anatomik varyasyon bulunmamasına dikkat edilmiştir.

Kök kanal sisteminin temizlenmesi, şekillendirilmesi ve doldurulması için çalışma uzunluğunun doğru ve tutarlı bir şekilde hesaplanması başarılı bir endodontik tedavi için gereklidir (132). Yabancı cisimler kök kanalına girdiklerinde apikal foramenden taşabilirler ve bu maddeler Hopewell-Smith tarafından belirtildiği gibi enflamasyona neden olan yabancı cisim reaksiyonuna neden olabilir (189). Blayney (190); kimyasalların, enstrümanların ve taşkın dolgu materyallerinin foramene nüfuz etmemesi gerektiğini, bunu önlemek için debris ve enstrümanların ekstrüzyonunda doğal bir bariyer görevi gören apikal daralımın değişmeden kalması gerektiğini belirtmiştir.

Erausquin ve ark. (191) sıçanlar üzerinde yaptıkları çalışmada kök kanal dolumu apeks dışına çıktığında dolum materyalinin komşu alveolar kemikte ve sementte nekrozu tetiklediğini ve periodontal ligamentte ise nekroza yol açtığını tespit etmişlerdir. Seltzer ve ark. (192) maymunlarda taşkın veya kısa doldurulmuş dişlerin 14 ve 270 günlük takip süreleriyle reaksiyonunu incelemişlerdir. Pulpal enflamasyon olmayan bu dişlerde herhangi bir olumsuz reaksiyon varlığı yapılan endodontik prosedürlerle doğrudan ilişkili bulunmuştur. Taşkın doldurulmuş dişlerde epitelyal proliferasyonun daha şiddetli olduğu görülmüştür (193). Bu nedenle klinisyenin enstrümantasyonun biteceği noktayı tam olarak belirlemesi ve pulpa dokusunun sonlanıp apikal dokunun nerede başladığını bilmesi kritik bir öneme sahiptir (132). Vital pulpalı dişlerde enstrümantasyonun apikal foramenden 1-2 mm kısa yapılması ile vital pulpa kökünün korunması beklenen iyileşme prosedürlerini arttırabilirken; nekrotik pulpalı ve periapikal lezyonlu dişlerde apikalde dokunulmamış alanlar bırakmak mikroorganizmaların varlıklarını devam ettirmesi ve periapikal lezyon varlığının sürmesiyle sonuçlanabilir (194). Çalışma boyunun kısa olması yetersiz kanal dezenfeksiyonuna, uzun olması da taşkın şekillendirme ve dolayısıyla periradiküler dokulara debris ve yıkama solüsyonları taşmasına neden olarak istenmeyen sonuçlar meydana gelebilir (72). Günümüzde bütün kök kanal şekillendirme yöntemleri ve enstrümanları apikal sınırdan kısa çalışıldığında bile debris çıkışına neden olmaktadır (16, 116). Ancak, yapılan çalışmalarda apikal foramenden 1 mm kısa olacak şekilde yapılan şekillendirmenin, apikal foramenden taşkın hatta apikal foramenle aynı seviyede yapılan şekillendirme işlemlerine kıyasla daha az debris taşkınlığına yol açtığı bildirilmiştir (9, 12, 14). Bu nedenle çalışmamızda kullanılan diş örneklerinin

çalışma boyları apikal foramenden 1 mm kısa olacak şekilde tespit edilmiştir. Kavite preparasyonu yapıldıktan sonra tüberkül tepeleri aşındırılarak diş örneklerinin kanal uzunlukları 19 mm olacak şekilde standardize edilmiş ve ayrıca referans noktasının güvenilirliği sağlanmıştır (10, 12).

Travma veya uzun süreli periapikal lezyon nedeniyle kök ucunda oluşan rezorbsiyonlara bağlı olarak apikal daralımın bozulması klinik uygulamalarda sıkıntı yaratabilir. Apikal daralım ayrıca iyatrojenik nedenlerle de bozulabilir. Bu durumda apikalden taşan debris miktarı artabilir. Tınaz ve ark. (116) apikal açıklığın çapı arttıkça debris ekstrüzyonunun da arttığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte bazı araştırmacılar da apikal çap ve debris taşkınlığı arasında ilişki olmadığını belirtmişlerdir (11, 13, 15, 195). Bu nedenle çalışmamızda apikal gelişimini tamamlamış, kök ucunda rezorbsiyon, çatlak veya kırık olmayan dişler seçilmiştir. Apikal anatominin farklılığından kaynaklanabilecek olası etkenleri elimine edebilmek, diş örneklerimizin apikal çaplarının standardizasyonunu sağlamak ve apikal üçlüdeki dallanma farklılıklarını önlemek için kökler tırnak cilası ile boyandıktan sonra #15 K tipi el eğesi ile apikal foramenden 1 mm çıkılarak sağlanmıştır (70, 119).

Her ne kadar çeşitli metodolojiler uygulansa da kök kanalının temizlenmesi ve şekillendirmesinde kanal içi debrisin ve irrigasyon solüsyonlarının periapikal bölgeye taşması doğal bir problem olarak gözükmektedir. Van de Visse ve Brilliant (115), kök kanallarındaki debrisin apikal ekstrüzyonunu, irrigasyon ile veya irrigasyon yapılmadan karşılaştırmaya çalışmıştır. İrrigasyonun kanal içi debrisin ekstrüzyonunu kolaylaştıran bir prosedür olduğu ve irrigasyon yapılmadığında toplanabilir bir debrise ulaşamadığı sonucuna varmışlardır. İrrigasyon, kök kanal tedavisinin vazgeçilmez aşamalarından biridir. Bu nedenle, irrigasyon yöntemlerinin kullanımını ortadan kaldırmak yerine taşan debris miktarını azaltacak bir metodolojinin seçimi daha mantıklıdır. Fairbourn ve ark. (10) yaptıkları debris ekstrüzyonu çalışmasında çeşme suyu kullanmışlardır ancak; çeşme suyunda kurutma sırasında debris ağırlığına etki edebilecek tuz artıkları kalabilmektedir (196). Yapılan bazı apikal ekstrüzyon çalışmalarında ise en popüler irrigasyon solüsyonu olan NaOCl kullanılmıştır (17, 197-199). Ancak, oluşan tuz kristalleri kurutma sırasında apikalden taşan debris ağırlığına eklenmiş

olup ölçümleri etkilemiştir (11, 12, 15, 200). Bu nedenle çalışmamızda irrigasyon solüsyonu olarak distile su tercih edilmiştir (13, 14, 70, 184, 196, 201). Yapılan çalışmalarda kullanılan yıkama solüsyonu miktarı farklılık göstermektedir. Bazı araştırmacılar her diş için toplamda sabit miktarda yıkama solüsyonu kullanmışken (17, 184); bazıları ise her eğe değişiminde belirli bir miktar solüsyon kullanarak toplam miktarı eşitleme ihtiyacı duymamışlardır (12, 202). Çalışmamızda her grupta yıkama; standardizasyonu sağlamak için peristaltik sabit hızı (0,15mL/sn, 14 sn) bulunan fizyodispenser cihazı ile sağlanmıştır. İrrigasyonda her eğe arasında kullanılacak şekilde; toplam 10 mL distile su kullanılmıştır. Ayrıca tüm şekillendirme ve yıkama işlemleri bittikten sonra önceki çalışmalarda önerildiği gibi kök yüzeyi üzerinde tutunan debris tüpe düşürmek için kökün apikal kısmı distile su ile yıkanmıştır (10, 119, 202).

Yıkamanın etkinliği; yıkama iğnesinin çapı (203), kök kanalında yıkama iğnesinin konumlandığı derinlik (70, 204), kök kanalı genişletildikten sonra kök kanalının final çapı (205, 206), solüsyonun viskozitesi (205, 207), iğne ucunda solüsyonun hızı (205, 207, 208) ve hatta iğne ucundaki eğim (205) gibi birçok faktörden etkilenebilir. Kök kanallarının irrigasyonu sırasında kullanılan enjektör iğnesinin konumlandığı nokta irrigasyonun etkinliği ve basıncı açısından çok önemlidir (205, 209). İrrigasyon etkinliği açısından iğne ucunun apikale yakın konumlanmasının önemli olduğu ancak bu durumda da apikalden taşan debris ve sıvı miktarında artma riski olduğu bildirilmiştir (210). Açık uçlu iğnelerin kullanıldığı durumlarda ideal pozisyonun kök kanalına yeterli miktarda solüsyon akışını sağlamak için apeksten 2 mm veya 3 mm kısa olması gerektiği belirtilmiştir (211). İğne ucu koronale yakın yerleştirildiğinde apikal taşkınlığın azaldığı fakat; irrigasyonun apikale nüfus etmediği ve etkinliğinin azaldığı saptanmıştır (70, 195, 204). Ayrıca, araştırmacılar kök kanalının apikal bölgesine irrigasyon solüsyonun ulaşabilmesi için küçük ebatlı 27-G veya 30-G iğnelerin kullanılmasını tavsiye etmişlerdir (212). Yapılan çalışmalarda 27 G veya 30 G dental enjektörler kullanılmıştır (172, 198, 213, 214). Çalışmamızda 27 G yandan delikli iğne ucu duvarlar arasına sıkışmayacak ve stoper ile sabitlenerek çalışma uzunluğundan 3 mm kısa olacak şekilde yerleştirilmiştir. İğne ucundaki hız apikal debris taşkınlığını etkileyebileceğinden fizyolojik dispanser ile sabit bir 0,15 mL/sn hızda yıkanması standart hale getirilmiştir. Yıkama solüsyonu ileri geri

hareketlerle uygulanmıştır.

Yıkama için kullanılan iğnenin özelliği, apikalden debris taşması üzerinde etkili bir faktör olarak gösterilmiştir. Yıkama iğneleri, periapikal dokuları korurken etkili irrigasyonu en üst düzeye çıkarmak için tasarlanmıştır. Yandan delikli irrigasyon iğnesinin geleneksel dental iğneyle karşılaştırıldığında periapikal dokulara daha az miktarda debris ve sıvı taşmasına neden olduğu bildirilmiştir (198, 215, 216). Üç farklı irrigasyon iğnesi kullanılarak yapılan çalışmada sondan açılan geleneksel dental iğnelerin yandan delikli iğnelere kıyasla daha fazla debris çıkışına neden olduğu bildirilmiştir (201). Çalışmamızda yandan delikli irrigasyon iğnesi kullanılmıştır.

Apikal ekstrüzyon çalışmaları araştırmacılar tarafından doğal anatomik ortamın imkan vermemesi nedeniyle sıklıkla Myers ve Montgomery tarafından tarif edilen deney düzeneği kullanılarak *in vitro* olarak yapılmaktadır. Yapılan çalışmaların çoğunda çekilmiş insan dişleri kullanılmıştır ve kurulan deney düzeneklerinde apikalden taşan debris, irrigasyon solüsyonu ve mikroorganizma miktarı gibi etkenler araştırılmıştır. Ağız içinde doğal bariyer görevi gören periodontal ligament ve kemik gibi yapılarının bulunmaması Myers ve Montgomery tarafından tartışıldığı gibi laboratuvar çalışması tasarımının zayıf bir noktasıdır. Bazı araştırmacılar periapikal dokuları taklit etmek amacıyla çiçek köpüğü ve kalsiyum hidroksitin apikal difüzyonunu araştıran çalışmada kullanılan agar jeli kullanmışlardır (198, 217-219). Ancak, yapılan çalışmalar sonucunda çiçek köpüğünün bariyer görevi görürken irrigasyon solüsyonları ve debris emmesi nedeniyle sonuçları etkileyebileceği bildirilmiştir. Agar jel çiçek köpüğüne nazaran periapikal dokulara daha benzer yoğunluğa sahip olsa da uygulamasının zor olması tercih edilmemesine neden olmuştur. Apikal bölgedeki basınçları taklit eden deneylerin yetersizliği ve güvenilirliğinin şüpheli olması nedeniyle bizim çalışmamızda olduğu gibi birçok çalışmada da periapikal bölgeyi taklit eden herhangi bir yöntem kullanılmamıştır (213, 220, 221). Myers ve Montgomery'nin deney düzeneğini kullandığımız çalışmada tüm deney grupları için aynı ortam şartları standardize edilip uygulanmıştır. Bu şekilde tüm deney gruplarında apikaldeki basıncın debris çıkışı üzerindeki etkisi kaldırılarak deney sonuçlarının güvenilirliğini etkilemesi engellenmiştir.

Çalışmamızda apikalden taşan debris biriktirmek için kullandığımız deney düzeneği Myers ve Montgomery tarafından geliştirilen yöntem örnek alınarak hazırlanmıştır. Deney düzeneğinde dişlerin apikal kısmı debrisin biriktiği tüp içinde kalacak şekilde plastik kapaklara oturtulmuştur. İç-dış basıncın eşitlenmesi amacıyla enjektör ucu kapağa saplanmıştır. Enstrümantasyon sırasında tüpün ağırlığına etki edecek herhangi bir temas olmaması için cam şişe içerisine yerleştirilmiştir. Bu tür çalışmalarda araştırmacılar debris toplama kabı olarak sıklıkla cam şişe (12, 222) veya Eppendorf tüplerini (16, 20, 183) kullanmayı tercih etmişlerdir. Debris ağırlığını ölçmede kullandığımız hassas terazinin taşıma kapasitesini engellememesi için çalışmamızda cam şişelere göre daha hafif olan Eppendorf tüpleri tercih edilmiştir. Deney düzeneği, hem klinik koşullara benzer çalışma ortamı sağlanması hem de kullanılan eğeye bağlı gelişebilecek önyargının önlenmesi amacıyla rubber dam ile örtülerek operatörün üzerinde çalıştığı dişleri görmesi engellenmiştir (10, 16).

Myers ve Montgomery deney düzeneği kullanılarak yapılan *in vitro* çalışmalarda, farklı şekillendirme teknikleri ve eğe sistemleri ile apikalden taşan debris, yıkama solüsyonu miktarı ya da her iki etken birden değerlendirilmiştir. Bojink ve ark. (172) yaptıkları çalışmada 2 farklı eğe sistemi, Xavier ve ark. (223) da iki farklı eğe ve irrigasyon sistemi kullanarak apikalden taşan debris miktarını incelemişlerdir. Karataş ve ark. (224) farklı yıkama yöntemlerinin apikalden taşan debris miktarı üzerine etkisini araştırmışlardır. Arslan ve ark. (225) resiprokal hareket sistemi ile çalışan bir eğeye 3 farklı hareket uygulayarak bu hareketlerin apikal debris taşkınlığına etkisini değerlendirmişlerdir. Bazı araştırmacılarda retreatment esnasında apikalden taşan debris miktarını karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir (183, 226, 227). Bazı çalışmalarda (19,172,202) bizim çalışmamızda olduğu gibi farklı eğe sistemlerinin apikalden debris taşkınlığı miktarının yanı sıra çalışma zamanları da incelenmiştir. Kök kanalı şekillendirmesi sırasında kanal içi yıkama yapıldığından debris ile birlikte yıkama solüsyonları da taşabilmektedir. Debris ve yıkama solüsyonlarının toplam miktarı incelenmeyecek ise taşan sıvının buharlaştırılması gereklidir. Taşan sıvının buharlaştırılmasında çalışmalarda çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Fairbourn ve ark. (10) örnekleri inkübatörde 90 °C'de 1 s süre ile kurutmuş, sonrasında



soğuması için kalsiyum sülfat içeren kurutma cihazında 30 dk süre ile oda sıcaklığında bekletmiştir. Ruiz-Hubard ve ark. (177) debrisini toplamak amacıyla filtre sistemi kullanmışlar ve bunları 110 °C'lik fırında 4 dk süre ile bekleterek debrisin nemden arındırılmasını sağlamışlardır. Al-Omari ve Dummer (13) örnekleri oda sıcaklığında 1 ay kadar bekletmişlerdir. Tanalp ve ark. (118) ortamdaki ısı ve havadaki nemin debris ağırlığına etki edebileceğini düşünerek dondurarak kurutma yöntemini kullanmışlardır. De-Deus ve ark. (228) 140 °C kuru hava sterilizatöründe örnekleri 5 s bekleterek debrisini nemden uzaklaştırmışlardır. Bazı araştırmacılar nemin debristen uzaklaştırılmasını sağlamak için örnekleri 37 °C'de inkübatörde 10-15 gün arasında bekletmişlerdir (220, 223, 225). Birçok çalışmada sıvının buharlaştırılması amacıyla örnekler 68-70 °C'de 5-7 gün arasında inkübatörde bekletilmiştir (16, 19, 20, 172, 229). Bu çalışmada sıvının uzaklaştırılması amacıyla Eppendorf tüpleri 70 °C'de 5 gün boyunca inkübatörde bekletilmiştir.

Debris çalışmalarında apikalden taşan miktarın çok az olması nedeniyle hassasiyeti yüksek teraziler ağırlığı belirlemek için kullanılmaktadır. Çalışmalarda genellikle  $10^{-4}$  (184, 217, 230) ve  $10^{-5}$  (19, 172, 183) hassasiyetindeki teraziler kullanılmıştır. Daha düşük hassasiyette terazi kullanımı debris taşkınlığının olmaması gibi iyimser bir sonuç çıkarılmasına neden olabilir. Değişkenler arasında fark bulunmaması çalışmanın güvenilirliğini azaltabilir. Bu yüzden çalışmamızda  $10^{-4}$  hassasiyetindeki terazi (Precisa XB 220A) kullanılmıştır.

Çalışmalarda kullanılan eğe sistemleri araştırmacıların tercihinine göre farklılık göstermektedir. Apikalden taşan debris miktarının karşılaştırıldığı deneylerde el eğeleri, ultrasonik aletler, rotasyonel hareket yapan eğe sistemleri, resiprokal hareket yapan eğe sistemleri, Self Adjusting File (SAF) ve daha birçok sisteme ait farklı aletler kullanılmıştır (9, 14, 19, 20, 231). Çalışmamızda rotasyonel hareket prensibiyle çalışan farklı tiplerdeki Ni-Ti eğelerin (ProTaper Gold, HyFlex EDM, iRace) kök kanal preparasyonu sırasında apikalden taşıdıkları debris miktarlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Apikalden debris taşması üzerine yapılan çalışmaların birçoğunda birbirinden farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum kullanılan metoda, seçilen eğe sisteminin kinematik farklılığına, kesitsel ve metalürjik özelliklerine, eğe sayısına bağlı olarak değişebilmektedir (201, 222). Rotasyonel hareket yapan eğe sistemlerinin endodontik kullanımı yaygınlaştıkça apikal taşkınlık çalışmaları bu eğeler üzerine odaklanmıştır. Bu eğe sistemlerinin tasarımları ve kullanımları arasında değişiklik olduğundan, apikalden taşan debris miktarı arasında da farklılık olabileceği belirtilmiştir (118).

Yapılan sistematik inceleme ve meta-analiz çalışmasında hem resiprokal hareket yapan tekli eğe sistemlerinin hem de rotasyon hareketi yapan çoklu eğe sistemlerinin apikalden debris taşmasına ve nöropeptit salınımına neden olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, gelişen enflamatuar reaksiyonun kullanılan eğe sayısından değil, hareket ve enstrüman tasarımından etkilendiği belirtilmiştir (21).

El eğeleri ve motorla çalışan eğe sistemleri ile yapılan çalışmalarda apikalden taşan debris miktarı karşılaştırıldığında, manuel tekniklerin, motorla çalışan tekniklere göre daha fazla miktarda debris çıkışına neden olduğu da belirtilmektedir (16, 116, 196, 232). Öte yandan el eğeleriyle kullanılan şekillendirme tekniğine bağlı olarak da apikal debris taşkınlığı miktarının değiştiği görülmektedir. Yapılan çalışmalarda crown-down tekniğinin step-back tekniğinden daha az miktarda apikal debris çıkışı ile sonuçlandığı bildirilmiştir (10, 13, 177). Çalışmamızda el eğelerinin kullanıldığı grupta crown-down prensibiyle şekillendirme yapılmıştır. Bu çalışmada el eğesi grubunun önceki çalışmalarla uygun olarak iRace ve ProTaper Gold grubundan daha fazla miktarda debris taşkınlığına neden olduğu gözlenmiştir ( $P < 0.05$ ).

Çakıcı ve ark. (233) ProTaper Gold, ProTaper Universal (PTU), ProTaper Next (PTN) ve Reciproc eğelerini kullanarak kök kanal preparasyonu sırasında apikalden taşan debris miktarını incelemiştir. ProTaper Universal eğe sisteminin PTG, PTN ve Reciproc eğe sistemlerinden anlamlı derecede daha fazla miktarda debris taşmasıyla ilişkili olduğu bulunmuştur. PTU ve PTG sistemleri aynı hareket kinematığı, eğe sayısı ve enstrüman tasarımına sahip olmasına

rağmen PTU eğe sistemi PTG eğe sisteminden daha fazla miktarda debris taşmasına neden olmuştur. Araştırmacılar bunu PTG'nin döngüsel yorgunluğa daha fazla direnç göstermesine ve PTU'dan daha esnek olmasına bağlamışlardır.

Karataş ve ark. (234) apikalden taşan debris miktarını karşılaştırdıkları çalışmalarında ProTaper Gold, ProTaper Universal, WaveOne (WO) ve WaveOne Gold (WOG) eğe sistemlerini kullanmışlardır. PTU eğe sisteminin tüm gruplardan anlamlı derecede daha fazla miktarda debris taşmasına neden olduğunu bulmuşlardır. PTG ve WOG arasında apikalden taşan debris miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. PTG ve PTU aynı kesitsel tasarım, taper, uç dizaynı ve aynı sekansa sahip olmasına rağmen PTU'nun PTG'den daha fazla miktarda debris taşkınlığına neden olma sebebinin eğeler arasındaki esneklik farkı olduğu bildirilmiştir.

Elmsallati ve ark. (235) apikalden debris çıkışı üzerine etkili olan faktörleri ikiye ayırmıştır. Birincisi apikal konstriksiyon, kök dentin sertliği, irrigasyonun hızı ve miktarı, yerçekimi etkisi nedeniyle dişin alt veya üst çenede olması gibi doğal fiziksel faktörler ikincisi ise; eğenin final apikal boyutunun seçimi, enstrümantasyon teknikleri, enstrümanın tasarımı, preparasyon sırasında operatörün el hareketi ve eğenin döngü hızı gibi mekanik faktörlerdir. İncelediğimiz gruplarda maksimum standardizasyon sağlandığından değişken faktör alet tasarımına ilişkin olan faktörlerdir. Alet tasarımı incelendiğinde eğenin kesiti, çapı, uç tasarımı, rake ve sarmal açısı, oluklar arası mesafe gibi faktörler değerlendirilmelidir (236).

Uslu ve ark.'nın (214) yaptığı çalışmada HyFlex EDM ve Reciproc Blue arasında debris miktarı açısından istatistiksel fark olmaması HyFlex EDM'nin tasarım özellikleri ile artmış debris çıkışıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızda diğer döner sistemlere göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasa da HyFlex EDM eğe sisteminin daha fazla debris çıkışına neden olması tasarım özelliklerine bağlanabilir ( $p>0.05$ ).

Apikal bölgenin preparasyonu için aynı çaptaki eğeler kullanılsa bile sistemler arasında taper ve kesitsel farklılıkların olduğunu belirtmek önemlidir. PTG ve

HyFlex EDM sistemlerinde taper .08 iken iRace eğe sisteminde .04'tür (238). HyFlex EDM eğe sisteminin daha yüksek tapera ve apikal kısmında dikdörtgen kesit alanına sahip olması iRace eğe sistemine göre apikalden daha fazla miktarda debris taşmasına neden olduğu düşünölmektedir. Ayrıca, iRace eğe sisteminin HyFlex EDM ve ProTaper Gold eğe sistemine göre konveks olmayan üçgen kesit tasarımı kanal ağzına doğru daha fazla boşluk oluşturduğu için debris taşınmasına izin verip böylece apikalden taşan debris miktarını azaltabilir. Ancak, bu fark çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $P>0.05$ ).

ProTaper Gold eğe sisteminin HyFlex EDM eğe sisteminden daha az miktarda debris taşkınlığına neden olması; konveks üçgen kesiti, üretildiği teknoloji ve çoklu eğe sistemi ile apikal bölgeye kademeli yaklaşımına bağlanabilir.

Bu çalışmada kullanılan eğelerle ilgili literatürde bir araştırma olmadığı için doğrudan bir karşılaştırma yapılamamıştır.

Bu çalışmada istatistiksel olarak anlamlı en uzun süre el eğesi grubunda gözlenmiştir. Çoklu eğe sistemi olan ProTaper Gold'un HyFlex EDM ve iRace grubu ile karşılaştırıldığında daha uzun çalışma zamanı gerektirdiği gözlenmiştir ( $P<0.05$ ). Daha önceki çalışmalarda göröldüğu gibi eğe sayısındaki azalmanın çalışma zamanını olumlu etkilediği söylenebilir (19). Çoklu eğe sistemi olan iRace ve tekli eğe sistemi olan HyFlex EDM arasında çalışma zamanı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu açıdan düşünöldüğünde kullanılan eğelerin üretildiği malzemeler ve tasarımları açısından da çalışma zamanını etkileyebileceği görölmektedir (158, 237).

Bu çalışma yapılırken amacımız apikalden en az debris taşkınlığına neden olan ve çalışma zamanı açısından en verimli eğe sistemini tespit etmektir. Bu şekilde apikalden taşan debris miktarı sonucunda ortaya çıkabilecek flare-up gelişiminin en aza indirilebileceği düşünölmüştür. Çalışmanın sınırlamaları dahilinde elde edilen verilere göre hem en az debris taşkınlığına neden olan hem de en hızlı performansı gösteren eğe sistemi iRace olarak bulunmuştur.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda farklı eğe sistemlerinin kök kanal şekillendirmesi sırasında apikalden taşan debris miktarları ve çalışma zamanları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki önerilerde bulunulabilir.

- 1) Bu çalışmada kullanılan eğe sistemlerinin hepsinin, tasarım ve metalürjik farklılıklarına rağmen apikalden debris çıkışına neden olmaktadır.
- 2) Kontrol grubu olarak seçilen el ile şekillendirme grubu en fazla taşan debris miktarına sahip olmuştur.
- 3) Tüm gruplar arasında apikalden en az debris taşıyan sistemin iRace olduğu tespit edilmiştir.
- 4) Çalışma süresi bakımından, iRace ve HyFlex EDM'nin en iyi performansı sunduğu görülmüştür.
- 5) Taşan debris miktarı ve şekillendirme süresi birlikte değerlendirildiğinde; en avantajlı sistem iRace olmuştur.

Not: Kullanılan eğe sistemlerinin klinik uygulamada tercih olarak sunulabilmesi için transportasyon, şekillendirme kabiliyeti, döngüsel yorgunluk gibi diğer etkenler de göz önüne alınarak vakaya göre en uygun sistemin kullanılması en doğrusudur.

## KAYNAKLAR

1. El Karim I, Kennedy J, Hussey D. The antimicrobial effects of root canal irrigation and medication. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(4):560-9.
2. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004;30(8):559-67.
3. Gagliardi J. Evaluation of the Shaping Characteristics of ProTaper Gold, ProTaper Next and ProTaper Universal Systems in Curved Canals and the Analysis of Torsional Profiles of New and Used Instruments: University of Toronto:2015.
4. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endod Topics.* 2005;10(1):77-102.
5. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J.* 1995;28(1):12-8.
6. Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol.* 1994;10(3):105-8.
7. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974;18(2):269-96.
8. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. 1985. *J Endod.* 2004;30(7):476-81; discussion 5.
9. Martin H, Cunningham WT. The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surg Oral Med. Oral Pathol Endod.* 1982;53(6):611-3.
10. Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod.* 1987;13(3):102-8.
11. McKendry DJ. Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. *J Endod.* 1990;16(1):24- 7.
12. Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *J Endod.* 1991;17(6):275-9.
13. al-Omari MA, Dummer PM. Canal blockage and debris extrusion with eight

- preparation techniques. *J Endod.* 1995;21(3):154-8.
14. Beeson TJ, Hartwell GR, Thornton JD, Gunsolley JC. Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus profile .04 Taper series 29. *J Endod.* 1998;24(1):18-22.
  15. Hinrichs RE, Walker WA, 3rd, Schindler WG. A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. *J Endod.* 1998;24(2):102-6.
  16. Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2001;34(5):354-8.
  17. Lambrianidis T, Tosounidou E, Tzoanopoulou M. The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. *J Endod.* 2001;27(11):696-8.
  18. Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod.* 1998;24(3):180-3.
  19. Burklein S, Schafer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod.* 2012;38(6):850-2.
  20. Kocak S, Kocak MM, Saglam BC, Turker SA, Sagsen B, Er O. Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *J Endod.* 2013;39(10):1278-80.
  21. Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, Ulate E, Munoz HR. The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2016;49(3):255-70.
  22. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod.* 1975;1(8):255-62.
  23. al-Omari MA, Dummer PM, Newcombe RG. Comparison of six files to prepare simulated root canals. 1. *Int Endod J.* 1992;25(2):57-66.
  24. al-Omari MA, Dummer PM, Newcombe RG, Doller R. Comparison of six files to prepare simulated root canals. 2. *Int Endod J.* 1992;25(2):67-81.
  25. Hulsmann M, Rummelin C, Schafers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *J Endod.* 1997;23(5):301-6.

26. Glickman GN, Koch KA. 21st-century endodontics. *J Am Dent Assoc* (1939). 2000;131 Suppl:39s-46s.
27. Koch K, Brave D. Real world endo: design features of rotary files and how they affect clinical performance. *Oral Health*. 2002;92(2):39-49.
28. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod*. 1995;21(4):173-6.
29. Glossen CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod*. 1995;21(3):146-51.
30. Matwychuk MJ, Bowles WR, McClanahan SB, Hodges JS, Pesun IJ. Shaping abilities of two different engine-driven rotary nickel titanium systems or stainless steel balanced-force technique in mandibular molars. *J Endod*. 2007;33(7):868-71.
31. A. CR. Cawson's essentials of oral pathology and oral medicine. 2002.
32. Samaranayake LP. Essential microbiology for dentistry: Elsevier Health Sciences; 2006.
33. Ørstavik D, Pitt Ford T, Kim S, Pecora G, Rubinstein A, Andreasen J, et al. 1. Essential Endodontology, Prevention and treatment of apical Periodontitis. 1998.
34. Voruganti K. Essential endodontology-prevention and treatment of apical periodontitis. *Br Dent J*. 2008.
35. Hargreaves KM, Goodis, H. E. & Tay, F. R. . Seltzer and Bender's dental pulp: Quintessence Publishing Company.; 2012.
36. Nair PN. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Critical reviews in oral biology and medicine: an official publication of the American Association of Oral Biologists*. 2004;15(6):348-81.
37. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germfree and conventional laboratory rats. *J South Calif Dent Assoc*. 1966;34(9):449-51.
38. Moller AJ, Fabricius L, Dahlen G, Ohman AE, Heyden G. Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *Scand J Dent Res*. 1981;89(6):475-84.
39. G. S. Bacteriological Studies of Necrotic Dental Pulps. Sweden: University of Umea; 1976.
40. Stashenko P, Teles R, D'Souza R. Periapical inflammatory responses and their modulation. *Critical reviews in oral biology and medicine: an official publication*



of the American Association of Oral Biologists. 1998;9(4):498-521.

41. Siqueira JF, Jr. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J*. 2003;36(7):453-63.

42. Nair PN, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005;99(2):231-52.

43. Estrela C, Sydney GB, Figueiredo JA, Estrela CR. Antibacterial efficacy of intracanal medicaments on bacterial biofilm: a critical review. *J Appl Oral Sci*. 2009;17(1):1-7.

44. Costerton JW. Introduction to biofilm. *Int J Antimicrob Agents*. 1999;11(3-4):217-21; discussion 37-9.

45. Sauer K, Cullen MC, Rickard AH, Zeef LA, Davies DG, Gilbert P. Characterization of nutrient-induced dispersion in *Pseudomonas aeruginosa* PAO1 biofilm. *J Bacteriol*. 2004;186(21):7312-26.

46. Costerton JW, Cheng KJ, Geesey GG, Ladd TI, Nickel JC, Dasgupta M, et al. Bacterial biofilms in nature and disease. *Annual review of microbiology*. 1987;41:435-64.

47. Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Lopes HP. Patterns of microbial colonization in primary root canal infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;93(2):174-8.

48. Leonardo MR, Rossi MA, Silva LA, Ito IY, Bonifacio KC. EM evaluation of bacterial biofilm and microorganisms on the apical external root surface of human teeth. *J Endod*. 2002;28(12):815-8.

49. Sunde PT, Olsen I, Gobel UB, Theegarten D, Winter S, Debelian GJ, et al. Fluorescence in situ hybridization (FISH) for direct visualization of bacteria in periapical lesions of asymptomatic root-filled teeth. *Microbiology (Reading, England)*. 2003;149(Pt 5):1095-102.

50. Fouad A, Torabinejad M, Walton RE. *Endodontics-E-Book: Principles and Practice*: Elsevier Health Sciences:2008.

51. Siqueira JF, Jr. Endodontic infections: concepts, paradigms, and perspectives. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;94(3):281-93.

52. Marsh PD, Martin MV, Lewis MA, Williams D. *Oral Microbiology E-Book*:

Elsevier health sciences; 2009.

53. Siqueira JF, Jr. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J.* 2001;34(1):1-10.

54. Nair PN. Apical periodontitis: a dynamic encounter between root canal infection and host response. *Periodontology 2000.* 1997;13:121-48.

55. Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Souto R, de Uzeda M, Colombo AP. Actinomyces species, streptococci, and Enterococcus faecalis in primary root canal infections. *J Endod.* 2002;28(3):168-72.

56. Ozbek SM, Ozbek A, Yavuz MS. Detection of human cytomegalovirus and Epstein-Barr Virus in symptomatic and asymptomatic apical periodontitis lesions by real-time PCR. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal.* 2013;18(5):e811-6.

57. Jakovljevic A, Andric M, Knezevic A, Soldatovic I, Nikolic N, Karalic D, et al. Human Cytomegalovirus and Epstein-Barr Virus Genotypes in Apical Periodontitis Lesions. *J Endod.* 2015;41(11):1847-51.

58. Nobrega LM, Montagner F, Ribeiro AC, Mayer MA, Gomes BP. Molecular Identification of Cultivable Bacteria From Infected Root Canals Associated With Acute Apical Abscess. *Braz Dent J.* 2016;27(3):318-24.

59. Shah N, Madhu K, Murthy BS, Hemanth B, Mathew S, Nagaraj S. Identification of presence of Candida albicans in primary root canal infections: An in vitro study. *Endodontology.* 2016;28(2):109.

60. Sundqvist G. Associations between microbial species in dental root canal infections. *Oral Microbiol Immunol.* 1992;7(5):257-62.

61. Smallwood E, Gharbia S, Williams J, Gulabivala K, Shah H, editors. Isolation and direct nucleic acid detection of oral spirochaetes in root canal infections. *Int Endod J;* 1998.

62. Haapasalo M. Bacteroides spp. in dental root canal infections. *Endod Dent Traumatol.* 1989;5(1):1-10.

63. Stanley HR. Pulp capping: conserving the dental pulp can it be done? Is it worth it?. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Endod.* 1989;68(5):628-39.

64. Ingle JI, Bakland, L. K. & Baumgartner, J. C. Ingle's endodontics 6: PMPH-USA; 2008.

65. Tomas-Catala CJ, Collado-Gonzalez M, Garcia-Bernal D, Onate-Sanchez

- RE, Forner L, Llana C, et al. Biocompatibility of New Pulp-capping Materials NeoMTA Plus, MTA Repair HP, and Biodentine on Human Dental Pulp Stem Cells. *J Endod.* 2018;44(1):126-32.
66. Albaaj FSO. Development of a model to assess cleaning and disinfection of complex root canal systems. University of Birmingham; 2018.
67. Grossman LI. Endodontics: a peep into the past and the future. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Endod.* 1974;37(4):599-608.
68. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics.* 2005;10(1):30-76.
69. Torabinejad M, Walton RE. Principles and practice of endodontics: Saunders Philadelphia; 2002.
70. Brown DC, Moore BK, Brown CE, Jr., Newton CW. An in vitro study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. *J Endod.* 1995;21(12):587-91.
71. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjogren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998;85(1):86-93.
72. Siqueira Jr JF. Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. *Endodontic Topics.* 2005;10(1):123-47.
73. Genet JM, Hart AA, Wesselink PR, Thoden van Velzen SK. Preoperative and operative factors associated with pain after the first endodontic visit. *Int Endod J.* 1987;20(2):53-64.
74. Siqueira Jr J, Barnett F. Interappointment pain: mechanisms, diagnosis, and treatment. *Endod Topics.* 2004;7(1):93-109.
75. Walton RE. Interappointment flare-ups: incidence, related factors, prevention, and management. *Endod Topics.* 2002;3(1):67-76.
76. Walton R, Fouad A. Endodontic interappointment flare-ups: a prospective study of incidence and related factors. *J Endod.* 1992;18(4):172-7.
77. Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod.* 1990;16(10):498-504.
78. Barnett F. The incidence of flare-ups, following endodontic treatment. *J Dent Res.* 1989;68:1253.
79. Trope M. Flare-up rate of single-visit endodontics. *Int Endod J.* 1991;24(1):24-6.

80. Torabinejad M, Kettering JD, McGraw JC, Cummings RR, Dwyer TG, Tobias TS. Factors associated with endodontic interappointment emergencies of teeth with necrotic pulps. *J Endod.* 1988;14(5):261-6.
81. O'Keefe EM. Pain in endodontic therapy: preliminary study. *J Endod.* 1976;2(10):315-9.
82. Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. *J Endod.* 2005;31(5):333-40.
83. Chavez de Paz Villanueva LE. *Fusobacterium nucleatum* in endodontic flare-ups. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;93(2):179-83.
84. Sundqvist G. Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1994;78(4):522-30.
85. Imura N, Zuolo ML. Factors associated with endodontic flare-ups: a prospective study. *Int Endod J.* 1995;28(5):261-5.
86. Fouad AF, Burlison J. The effect of diabetes mellitus on endodontic treatment outcome: data from an electronic patient record. *J Am Dent Assoc (1939).* 2003;134(1):43-51.
87. Balaban FS, Skidmore AE, Griffin JA. Acute exacerbations following initial treatment of necrotic pulps. *J Endod.* 1984;10(2):78-81.
88. Mor C, Rotstein I, Friedman S. Incidence of interappointment emergency associated with endodontic therapy. *J Endod.* 1992;18(10):509-11.
89. Eleazer PD, Eleazer KR. Flare-up rate in pulpally necrotic molars in one-visit versus two-visit endodontic treatment. *J Endod.* 1998;24(9):614-6.
90. Mattscheck DJ, Law AS, Noblett WC. Retreatment versus initial root canal treatment: factors affecting posttreatment pain. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;92(3):321-4.
91. El Mubarak AH, Abu-bakr NH, Ibrahim YE. Postoperative pain in multiple-visit and single-visit root canal treatment. *J Endod.* 2010;36(1):36-9.
92. Wittgow WC, Jr., Sabiston CB, Jr. Microorganisms from pulpal chambers of intact teeth with necrotic pulps. *J Endod.* 1975;1(5):168-71.
93. Siqueira JF, Jr., de Uzeda M. Intracanal medicaments: evaluation of the antibacterial effects of chlorhexidine, metronidazole, and calcium hydroxide associated with three vehicles. *J Endod.* 1997;23(3):167-9.
94. Southard DW, Rooney TP. Effective one-visit therapy for the acute periapical

- abscess. *J Endod.* 1984;10(12):580-3.
95. Rosenberg PA. *Endodontic Pain*: Springer; 2014.
96. Hargreaves KM, Cohen S. *Pathways of the Pulp.*: St. Louis: Mosby Co. ; 2011.
97. Rosenberg PA, Babick PJ, Schertzer L, Leung A. The effect of occlusal reduction on pain after endodontic instrumentation. *J Endod.* 1998;24(7):492-6.
98. Natkin E. Treatment of endodontic emergencies. *Dent Clin North Am.* 1974;18(2):243-55.
99. Nusstein J, Kennedy S, Reader A, Beck M, Weaver J. Anesthetic efficacy of the supplemental X-tip intraosseous injection in patients with irreversible pulpitis. *J Endod.* 2003;29(11):724-8.
100. Marshall JG. Consideration of steroids for endodontic pain. *Endod Topics.* 2002;3(1):41-51.
101. Moskow A, Morse DR, Krasner P, Furst ML. Intracanal use of a corticosteroid solution as an endodontic anodyne. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1984;58(5):600-4.
102. Chance K, Lin L, Shovlin FE, Skribner J. Clinical trial of intracanal corticosteroid in root canal therapy. *J Endod.* 1987;13(9):466-8.
103. Ehrmann EH, Messer HH, Adams GG. The relationship of intracanal medicaments to postoperative pain in endodontics. *Int Endod J.* 2003;36(12):868-75.
104. Rogers MJ, Johnson BR, Remeikis NA, BeGole EA. Comparison of effect of intracanal use of ketorolac tromethamine and dexamethasone with oral ibuprofen on post treatment endodontic pain. *J Endod.* 1999;25(5):381-4.
105. Marshall JG, Walton RE. The effect of intramuscular injection of steroid on posttreatment endodontic pain. *J Endod.* 1984;10(12):584-8.
106. Kenneth M. Hargreaves LHB. *Pathways of the PULP.* 11th ed: Elsevier; 2017. 119 p.
107. Kenneth M. Hargreaves LHB. *Pathways of the Pulp.* 11th ed: Elsevier; 2017. 120 p.
108. Miller RR. Clinical effects of pentazocine in hospitalized medical patients. *J Clin Pharmacol.* 1975;15(2-3):198-205.
109. Harrison JW, Gaumgartner JC, Svec TA. Incidence of pain associated with

- clinical factors during and after root canal therapy. Part 1. Interappointment pain. *J Endod.* 1983;9(9):384-7.
110. Rosenberg PA. Clinical strategies for managing endodontic pain. *Endod Topics.* 2002;3(1):78-92.
111. Houck V, Reader A, Beck M, Nist R, Weaver J. Effect of trephination on postoperative pain and swelling in symptomatic necrotic teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;90(4):507-13.
112. Moos HL, Bramwell JD, Roahen JO. A comparison of pulpectomy alone versus pulpectomy with trephination for the relief of pain. *J Endod.* 1996;22(8):422-5.
113. Nist E, Reader A, Beck M. Effect of apical trephination on postoperative pain and swelling in symptomatic necrotic teeth. *J Endod.* 2001;27(6):415-20.
114. Chapman C, Collee J, Beagrie G. A preliminary report on the correlation between apical infection and instrumentation in endodontics. *J Br Endod Soc.* 1968;2(1):7-11.
115. Vande Visse JE, Brilliant JD. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod.* 1975;1(7):243-6.
116. Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod.* 2005;31(7):533-5.
117. Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Favieri A, Machado AG, Gahyva SM, Oliveira JC, et al. Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod.* 2002;28(6):457-60.
118. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayirli G. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;101(2):250-7.
119. Kustarci A, Akpınar KE, Er K. Apical extrusion of intracanal debris and irrigant following use of various instrumentation techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105(2):257-62.
120. Loizides AL, Kakavetsos VD, Tzanetakis GN, Kontakiotis EG, Eliades G. A comparative study of the effects of two nickel-titanium preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputed tomography. *J Endod.*

2007;33(12):1455-9.

121. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J.* 2014;216(6):299-303.

122. Zehnder MJ. Root canal irrigants. *J Endod.* 2006;32(5):389-98.

123. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endod Topics.* 2012;27(1):74.

124. Shuping GB, Orstavik D, Sigurdsson A, Trope M. Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. *J Endod.* 2000;26(12):751-5.

125. Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod.* 2010;36(9):1558-62.

126. Vianna ME, Gomes BP, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CCR, de Souza-Filho FJJOS, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology,, et al. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. 2004;97(1):79-84.

127. Estrela C, Silva JA, de Alencar AH, Leles CR, Decurcio DA. Efficacy of sodium hypochlorite and chlorhexidine against *Enterococcus faecalis*--a systematic review. *J Appl Oral Sci.* 2008;16(6):364-8.

128. Haapasalo M, Orstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res.* 1987;66(8):1375-9.

129. Siqueira JF, Jr., Batista MM, Fraga RC, de Uzeda M. Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. *J Endod.* 1998;24(6):414-6.

130. Sen BH, Safavi KE, Spangberg LS. Antifungal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine in root canals. *J Endod.* 1999;25(4):235-8.

131. Lester KS, Boyde A. Scanning electron microscopy of instrumented, irrigated and filled root canals. *Br Dent J.* 1977;143(11):359-67.

132. Radel RT, Goodell GG, McClanahan SB, Cohen ME. In vitro radiographic determination of distances from working length files to root ends comparing Kodak RVG 6000, Schick CDR, and Kodak insight film. *J Endod.* 2006;32(6):566-8.

133. Ricucci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and

- obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J.* 1998;31(6):394-409.
134. Wu MK, Wesselink PR, Walton RE. Apical terminus location of root canal treatment procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;89(1):99-103.
135. Ove A, Peters C. *Cohen's Pathways of the pulp.* 10th ed: elsevier; 2011.
136. Bellizzi R, Cruse WP. A historic review of endodontics, 1689-1963, part 3. *J Endod.* 1980;6(5):576-80.
137. A K. *Textbook of endodontics:* Elsevier; 2010.
138. Garg N, Garg A. *Textbook of endodontics:* Boydell & Brewer Ltd; 2010.
139. Baumann MA, Beer R. *Endodontology:* Thieme; 2011.
140. Patel S, Duncan HF. *Pitt Ford's Problem-Based Learning in Endodontology:* John Wiley & Sons; 2011.
141. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988;14(7):346-51.
142. Del Fabbro M, Afrashtehfar KI, Corbella S, El-Kabbaney A, Perondi I, Taschieri S. In Vivo and In Vitro Effectiveness of Rotary Nickel-Titanium vs Manual Stainless Steel Instruments for Root Canal Therapy: Systematic Review and Meta-analysis. *J Evid Based Dent Pract.* 2018;18(1):59-69.
143. Alovise M, Cemenasco A, Mancini L, Paolino D, Scotti N, Bianchi CC, et al. Micro- CT evaluation of several glide path techniques and ProTaper Next shaping outcomes in maxillary first molar curved canals. *Int Endod J.* 2017;50(4):387-97.
144. Zanesco C, So MV, Schmidt S, Fontanella VR, Grazziotin-Soares R, Barletta FB. Apical Transportation, Centering Ratio, and Volume Increase after Manual, Rotary, and Reciprocating Instrumentation in Curved Root Canals: Analysis by Micro-computed Tomographic and Digital Subtraction Radiography. *J Endod.* 2017;43(3):486-90.
145. Buehler WJ, Gilfrich J, Wiley RC. Effect of low-temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition TiNi. *J Appl Phys.* 1963;34(5):1475-7.
146. Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J.* 2000;33(4):297-310.
147. Phillips' *Science of Dental Materials.* 9th edit. Elsevier. 1991.



148. Buehler WJ, Wang FE. A summary of recent research on the Nitinol alloys and their potential application in ocean engineering. 1968:1(1):105-20.
149. Holliday R, Alani A. Traditional and contemporary techniques for optimizing root canal irrigation. *Dental update*. 2014;41(1):51-2, 4, 6-8 passim.
150. Ruddle CJ, Machtou P, West JD. The shaping movement 5th generation technology. *J Dent Today*. 2013;32(4):94.
151. Peters OA, Paqué F. Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: a review. *Quintessence International*. 2010;41(6).
152. Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *J Endod*. 2009;35(3):401-3.
153. You SY, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, Lee W. Lifespan of one nickel- titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *J Endod*. 2010;36(12):1991-4.
154. Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R, Hof R. The self-adjusting file (SAF). Part 1: respecting the root canal anatomy--a new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod*. 2010;36(4):679-90.
155. Webber J, Machtou P, Pertot W, Kuttler S, Ruddle C, West. The WaveOne single-file reciprocating system. *J Roots*. 2011;1(1):28-33.
156. Hashem AA, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GA. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J Endod*. 2012;38(7):996-1000.
157. Albaaj FSO. Development of a model to assess cleaning and disinfection of complex root canal systems. University of Birmingham; 2018.
158. Capar ID, Arslan H, Akcay M, Ertas H. An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex instruments. *J Endod*. 2014;40(10):1638-41.
159. Pirani C, Iacono F, Generali L, Sassatelli P, Nucci C, Lusvarghi L, et al. HyFlex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2016;49(5):483-93.
160. Jameson EC. Electrical discharge machining: Society of Manufacturing

Engineers; 2001.

161. Saber SE, Nagy MM, Schafer E. Comparative evaluation of the shaping ability of ProTaper Next, iRaCe and Hyflex CM rotary NiTi files in severely curved root canals. *Int Endod J.* 2015;48(2):131-6.
162. Savio FL, Boninelli S, Plotino G, Grande NM, Rosa GL, Rapisarda E. Torsional and Cyclic Fatigue Resistance of a New Nickel-Titanium Instrument Manufactured by Electrical Discharge Machining. 2016.
163. Pedulla E, Lo Savio F, Boninelli S, Plotino G, Grande NM, La Rosa G, et al. Torsional and Cyclic Fatigue Resistance of a New Nickel-Titanium Instrument Manufactured by Electrical Discharge Machining. *J Endod.* 2016;42(1):156-9.
164. Alfoqom Alazemi M, Bryant ST, Dummer PM. Deformation of HyFlex CM instruments and their shape recovery following heat sterilization. *Int Endod J.* 2015;48(6):593-601.
165. Amorim LSd. Comparative analysis of root canal anatomy after mechanical preparation with HyFlex CM and HyFlex EDM: Universidade de Lisboa; 2016.
166. Hiran-us S, Pimkhaokham S, Sawasdichai J, Ebihara A, Suda H. Shaping ability of ProTaper NEXT, ProTaper Universal and iRace files in simulated S-shaped canals. *Aust Endod J.* 2016;42(1):32-6.
167. Hieawy A, Haapasalo M, Zhou H, Wang ZJ, Shen Y. Phase Transformation Behavior and Resistance to Bending and Cyclic Fatigue of ProTaper Gold and ProTaper Universal Instruments. *J Endod.* 2015;41(7):1134-8.
168. Elnaghy AM, Elsaka SE. Mechanical properties of ProTaper Gold nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J.* 2016;49(11):1073-8.
169. Uygun AD, Kol E, Topcu MK, Seckin F, Ersoy I, Tanriver M. Variations in cyclic fatigue resistance among ProTaper Gold, ProTaper Next and ProTaper Universal instruments at different levels. *Int Endod J.* 2016;49(5):494-9.
170. Basso IGeF. Comparative Analysis Of Root Canal Instrumentation Using Protaper Gold, Waveone Gold And K-Files: Universidade de Lisboa; 2016.
171. 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. *Aust Endod J.* 2018.
172. Bojjink D, Costa DD, Hoppe CB, Kopper PMP, Grecca FS. Apically

- Extruded Debris in Curved Root Canals Using the WaveOne Gold Reciprocating and Twisted File Adaptive Systems. *J Endod.* 2018;44(8):1289-92.
173. Costa EL, Sponchiado-Junior EC, Garcia LFR, Marques AAF. Effect of large instrument use on shaping ability and debris extrusion of rotary and reciprocating systems. *J Investig Clin Dent.* 2018;9(1).
174. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod.* 1985;11(11):472-8.
175. Harrington GW, Natkin E. Midtreatment flare-ups. *Dent Clin North Am.* 1992;36(2):409-23.
176. Torabinejad M, Walton RE. Managing endodontic emergencies. *J Am Dent Assoc (1939).* 1991;122(5):99, 101, 3.
177. Ruiz-Hubard EE, Gutmann JL, Wagner MJ. A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques. *J Endod.* 1987;13(12):554-8.
178. Seltzer S, Soltanoff W, Sinai I, Goldenberg A, Bender IB. Biologic aspects of endodontics: Part III. Periapical tissue reactions to root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Endod.* 1968;26(5):694-705.
179. Torneck CD. Reaction of rat connective tissue to polyethylene tube implants. II. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Endod.* 1967;24(5):674-83.
180. Siqueira JF, Jr., Rocas IN. Polymerase chain reaction-based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;97(1):85-94.
181. Ustun Y, Canakci BC, Dincer AN, Er O, Duzgun S. Evaluation of apically extruded debris associated with several Ni-Ti systems. *Int Endod J.* 2015;48(7):701-4.
182. Borges AH, Pereira TM, Porto AN, de Araujo Estrela CR, Miranda Pedro FL, Aranha AM, et al. The Influence of Cervical Preflaring on the Amount of Apically Extruded Debris after Root Canal Preparation Using Different Instrumentation Systems. *J Endod.* 2016;42(3):465-9.
183. Huang X, Ling J, Wei X, Gu L. Quantitative evaluation of debris extruded apically by using ProTaper Universal Tulsa rotary system in endodontic retreatment. *J Endod.* 2007;33(9):1102-5.
184. Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G. Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. *Braz Dent J.* 2007;18(1):16-9.

185. Tasdemir T, Er K, Çelik D, Aydemir H. An in vitro comparison of apically extruded debris using three rotary nickel-titanium instruments. *J Dent Sci.* 2010;5(3):121-5.
186. Salzgeber RM, Brilliant JD. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *J Endod.* 1977;3(10):394-8.
187. Lee SJ, Lee CS, Strittmatter EJ. An in vitro comparison of root canal content extrusion using ultrasonic and hand instrumentation. *Endod Dent Traumatol.* 1991;7(2):65- 8.
188. Kum KY, Spangberg L, Cha BY, Il-Young J, Msd, Seung-Jong L, et al. Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod.* 2000;26(12):719-23.
189. Hopewell-Smith A. The histologic characteristics of the periapical tissue with regard to root-canal treatment. *J Am Dent Assoc* (1939). 1928;15(1):54-6.
190. Blayney J. Some factors in root-canal treatment. *J Am Dent Assoc.* 1924;11(9):840-50.
191. Erausquin J, Muruzabal M, Devoto FC, Rikles A. Necrosis of the periodontal ligament in root canal overfillings. *J Dent Res.* 1966;45(4):1084-92.
192. Seltzer S, Soltanoff W, Sinai I, Smith J. Biologic aspects of endodontics. IV. Periapical tissue reactions to root-filled teeth whose canals had been instrumented short of their apices. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology.* 1969;28(5):724-38.
193. Seltzer S, Soltanoff W, Bender IB. Epithelial proliferation in periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Endod.* 1969;27(1):111-21.
194. Wu MK, Dummer P, Wesselink PJEj. Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. 2006;39(5):343-56.
195. Boutsoukis C, Psimma Z, Kastrinakis E. The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo. *Int Endod J.* 2014;47(5):487-96.
196. Soi S, Yadav S, Sharma S, Sharma M. In Vitro Comparison of Apically Extruded Debris during Root Canal Preparation of Mandibular Premolars with Manual and Rotary Instruments. *J Dent Res.* 2015;9(3):131-7.
197. Madhusudhana K, Mathew VB, Reddy NM. Apical extrusion of debris and irrigants using hand and three rotary instrumentation systems - An in vitro study. *Contemp Clin Dent.* 2010;1(4):234-6.

198. Altundasar E, Nagas E, Uyanik O, Serper A. Debris and irrigant extrusion potential of 2 rotary systems and irrigation needles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112(4):e31-5.
199. Uzunoglu E, Gorduysus M. Apical extrusion of debris and irrigant using novel preparation systems. *J Contemp Dent Pract.* 2014;15(4):423-7.
200. Zarrabi MH, Bidar M, Jafarzadeh H. An in vitro comparative study of apically extruded debris resulting from conventional and three rotary (Profile, Race, FlexMaster) instrumentation techniques. *J Oral Sci.* 2006;48(2):85-8.
201. Silva EJ, Carapia MF, Lopes RM, Belladonna FG, Senna PM, Souza EM, et al. Comparison of apically extruded debris after large apical preparations by full-sequence rotary and single-file reciprocating systems. *Int Endod J.* 2016;49(7):700-5.
202. Burklein S, Benten S, Schafer E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J.* 2014;47(5):405-9.
203. Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod.* 2004;30(2):110-2.
204. Sedgley CM, Nagel AC, Hall D, Applegate B. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging in vitro. *Int Endod J.* 2005;38(2):97-104.
205. Hsieh YD, Gau CH, Kung Wu SF, Shen EC, Hsu PW, Fu E. Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. *Int Endod J.* 2007;40(1):11-7.
206. Falk KW, Sedgley CM. The influence of preparation size on the mechanical efficacy of root canal irrigation in vitro. *J Endod.* 2005;31(10):742-5.
207. Becker TD, Woollard GW. Endodontic irrigation. *Gen Dent.* 2001;49(3):272-6.
208. Moser JB, Heuer MA. Forces and efficacy in endodontic irrigation systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Endod.* 1982;53(4):425-8.
209. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Endod.* 1977;44(2):306-12.
210. Abou-Rass M, Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*

Endod. 1982;54(3):323-8.

211. Boutsoukias C, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, et al. The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod.* 2010;36(10):1664-8.

212. Park E, Shen Y, Khakpour M, Haapasalo M. Apical pressure and extent of irrigant flow beyond the needle tip during positive-pressure irrigation in an in vitro root canal model. *J Endod.* 2013;39(4):511-5.

213. Kocak MM, Cicek E, Kocak S, Saglam BC, Furuncuoglu F. Comparison of ProTaper Next and HyFlex instruments on apical debris extrusion in curved canals. *Int Endod J.* 2016;49(10):996-1000.

214. Uslu G, Ozyurek T, Yilmaz K, Gundogar M, Plotino G. Apically Extruded Debris during Root Canal Instrumentation with Reciproc Blue, HyFlex EDM, and XP-endo Shaper Nickel-titanium Files. *J Endod.* 2018;44(5):856-9.

215. Psimma Z, Boutsoukias C, Kastrinakis E, Vasiliadis L. Effect of needle insertion depth and root canal curvature on irrigant extrusion ex vivo. *J Endod.* 2013;39(4):521-4.

216. Yost RA, Bergeron BE, Kirkpatrick TC, Roberts MD, Roberts HW, Himel VT, et al. Evaluation of 4 Different Irrigating Systems for Apical Extrusion of Sodium Hypochlorite. *J Endod.* 2015;41(9):1530-4.

217. Lu Y, Wang R, Zhang L, Li HL, Zheng QH, Zhou XD, et al. Apically extruded debris and irrigant with two Ni-Ti systems and hand files when removing root fillings: a laboratory study. *Int Endod J.* 2013;46(12):1125-30.

218. Robert GH, Liewehr FR, Buxton TB, McPherson JC, 3rd. Apical diffusion of calcium hydroxide in an in vitro model. *J Endod.* 2005;31(1):57-60.

219. Kishen A. Periapical biomechanics and the role of cyclic biting force in apical retrograde fluid movement. *Int Endod J.* 2005;38(9):597-603.

220. Ozsu D, Karatas E, Arslan H, Topcu MC. Quantitative evaluation of apically extruded debris during root canal instrumentation with ProTaper Universal, ProTaper Next, WaveOne, and self-adjusting file systems. *Eur J Dent.* 2014;8(4):504-8.

221. Zan APR, Hubbezoğlu İ, Tanalp J. Evaluation of different instrumentation systems for apical extrusion of debris. 2017.

222. De-Deus G, Neves A, Silva EJ, Mendonca TA, Lourenco C, Calixto C, et al.

Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clin Oral Investig*. 2015;19(2):357-61.

223. Xavier F, Nevares G, Romeiro MK, Goncalves K, Gominho L, Albuquerque D. Apical extrusion of debris from root canals using reciprocating files associated with two irrigation systems. *Int Endod J*. 2015;48(7):661-5.

224. Karatas E, Ozsu D, Arslan H, Erdogan AS. Comparison of the effect of nonactivated self-adjusting file system, Vibringe, EndoVac, ultrasonic and needle irrigation on apical extrusion of debris. *Int Endod J*. 2015;48(4):317-22.

225. Arslan H, Doganay E, Alsancak M, Capar ID, Karatas E, Gunduz HA. Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc((R)) instruments with various kinematics. *Int Endod J*. 2016;49(3):307-10.

226. Topcuoglu HS, Akti A, Tuncay O, Dincer AN, Duzgun S, Topcuoglu 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. *J Endod*. 2014;40(12):2066-9.

227. Dincer AN, Er O, Canakci BC. Evaluation of apically extruded debris during root canal retreatment with several NiTi systems. *Int Endod J*. 2015;48(12):1194-8.

228. De-Deus G, Brandao MC, Barino B, Di Giorgi K, Fidel RA, Luna AS. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;110(3):390-4.

229. Ghivari SB, Kubasad GC, Chandak MG, Akarte N. Apical extrusion of debris and irrigant using hand and rotary systems: A comparative study. *J Conserv Dent*. 2011;14(2):187-90.

230. Al-Haddad A, Che A, Aziz Z. Apically extruded debris during removal of realseal using two re-treatment rotary systems. *J Aus J Basic Appl Sci*. 2011;5:114-9.

231. Kirchhoff AL, Fariniuk LF, Mello I. Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *J Endod*. 2015;41(2):237-41.

232. H KS, T SS, Goel BR, T NN, Bhandi SH. Quantitative assessment of apical

debris extrusion and intracanal debris in the apical third, using hand instrumentation and three rotary instrumentation systems. *J Clin Diagn Res.* 2014;8(2):206- 10.

233. Cakici F, Cakici EB, Kucukekenci FF, Uygun AD, Arslan H. Apically extruded debris during root canal preparation using ProTaper Gold, ProTaper Universal, ProTaper Next, and RECIPROC instruments. *Int J Artif Organs.* 2016;39(3):128-31.

234. Karatas E, Ersoy I, Gunduz HA, Uygun AD, Kol E, Cakici F. Influence of Instruments Used in Root Canal Preparation on Amount of Apically Extruded Debris. *Artificial organs.* 2016;40(8):774-7.

235. Elmsallati EA, Wadachi R, Suda H. Extrusion of debris after use of rotary nickel- titanium files with different pitch: a pilot study. *Aust Endod J.* 2009;35(2):65-9.

236. Caviedes-Bucheli J, Moreno JO, Carreno CP, Delgado R, Garcia DJ, Solano J, et al. The effect of single-file reciprocating systems on Substance P and Calcitonin gene-related peptide expression in human periodontal ligament. *Int Endod J.* 2013;46(5):419-26.

237. Park SK, Kim YJ, Shon WJ, You SY, Moon YM, Kim HC, et al. Clinical efficiency and reusability of the reciprocating nickel-titanium instruments according to the root canal anatomy. *Scanning.* 2014;36(2):246-51

238. Mandava J, Yelisela RK, Arikatla SK, RC r. Micro-computed Tomographic evaluation of dentinal defects after root canal preparation with hyflex edm and vortex blue rotary systems. *J Clin Exp Dent.*2018.



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı	Özge	Uyruğu	T.C.
Soyadı	Çiloğlu	Tel no	+90 (546) 534 44 00
Doğum tarihi	08.11.1990	e-posta	ozgeciloglu369@gmail.com

### Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Adem Tolunay Anadolu Lisesi	2009
Lisans/Yüksek Lisans	Ege Üniversitesi- Dış Hekimliği Fak.	2014
Doktora		

### İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı

### Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)

**Burslar-Ödüller:**  
**Yayınlar ve Bildiriler:**