



T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI Nİ-Tİ DÖNER ALET SİSTEMLERİ İLE YAPILAN
PREPARASYONUN DENTİN DEZENFEKSİYONUNA,
APİKALDEN TAŞAN SIVI, DEBRİS VE BAKTERİ MİKTARINA
ETKİSİNİN *İN VİTRO* OLARAK İNCELENMESİ

DT. BETÜL KAYA

DOKTORA TEZİ

DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

SİVAS
Mayıs - 2013

T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI Nİ-Tİ DÖNER ALET SİSTEMLERİ İLE YAPILAN
PREPARASYONUN DENTİN DEZENFEKSİYONUNA,
APİKALDEN TAŞAN SIVI, DEBRİS VE BAKTERİ MİKTARINA
ETKİSİNİN *İN VİTRO* OLARAK İNCELENMESİ

DT. BETÜL KAYA

DOKTORA TEZİ

DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
YRD. DOÇ. DR. KEREM ENGİN AKPINAR

SİVAS
Mayıs - 2013

Bu alışma Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan Prof Dr. Hamdi Oğuz YOLDAş _____

ye Doç. Dr. Feridun HÜRMÜZLÜ _____

ye Doç. Dr. Alper KUşTARCI _____

ye(Daınışman) Yrd. Doç. Dr. Kerem Engin AKPINAR _____

ye Yrd. Doç. Dr. Ziyet ÇINAR _____

ONAY

Bu tez çalışması, 09/ 05/ 2013 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri yeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ömer POYRAZ

SAğLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 24.09.2008 tarihli ve 007 sayılı toplantısında kabul edilen Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

ÖZET

FARKLI Nİ-Tİ DÖNER ALET SİSTEMLERİ İLE YAPILAN PREPARASYONUN
DENTİN DEZENFEKSİYONUNA,
APIKALDEN TAŞAN SIVI, DEBRİS VE BAKTERİ MİKTARINA ETKİSİNİN *İN*
VİTRO OLARAK İNCELENMESİ

Dt. Betül KAYA

Doktora Tezi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD, Endodonti BD

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kerem Engin AKPINAR

2013, 99 sayfa

Bu çalışmanın amacı, kök kanallarında farklı Ni-Ti döner alet sistemleri ile yapılan preparasyonun dentin dezenfeksiyonuna, apikalden taşan sıvı, debris ve bakteri miktarına etkisinin *in vitro* olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmada 225 adet çekilmiş tek kök, tek kanallı mandibular premolar ve kanin insan dişi kullanıldı. Kronlar servikale yakın bir bölgeden uzaklaştırıldıktan sonra diş köklerinin çalışma boyutları belirlendi. Daha sonra diş kökleri rastgele olacak şekilde 3 ana bölüme ayrıldı.

Çalışmanın apikalden taşan sıvı ve debris miktarının incelendiği bölümünde 75 adet diş kullanıldı. Dişler rastgele Mtwo, SAF Sistem, Twisted File, Reciproc ve K tipi paslanmaz çelik el eğesinden oluşan beş deney grubuna ayrıldı. Preparasyon işlemi tamamlandıktan sonra taşan irrigasyon solüsyonu kanül ağzına yerleştirilen 5 ml kalibrasyonlu plastik insülin enjektörü yardımıyla toplandı. Diş-kapak-kanül ünitesinden uzaklaştırılan eppendorf tüpleri 21 gün boyunca 36,5°C'de kuru hava sterilizatöründe bekletildi. Tüpler daha sonra 10⁻⁵ hassasiyet ile dijital hassas terazide ölçüldü, değerler kaydedildi. Boş eppendorf tüplerinin tartılmasıyla elde edilen ölçüm ile preparasyon sonrası elde edilen ölçüm karşılaştırılarak iki değer arasındaki fark taşan debris miktarı olarak hesaplandı.

Çalışmanın apikalden taşan bakteri miktarının incelendiği bölümünde 75 adet diş kullanıldı. Bu aşamada, dişler steril edildikten sonra içinde *E. faecalis* solüsyonu bulunan 15 µl süspansiyon ile steril mikro pipetler kullanılarak kontamine edildi ve inkübasyon için 24 saat etüvde bekletildi. Dişler rastgele Mtwo, SAF Sistem, Twisted File, Reciproc ve K tipi paslanmaz çelik el eğesinden oluşan beş deney grubuna ayrıldı. Preparasyon öncesinde ve sonrasında steril özeler ile cam şişe içindeki serum fizyolojik

solüsyonundan alınan örnekler kanlı agar besiyerinin iki ayrı tarafına ekim yapıldı. Bakteri miktarındaki değişim CFU sınıflamasına göre sayılarak hesaplandı.

Çalışmanın preparasyon yöntemlerinin dentin dezenfeksiyonuna olan etkisinin incelendiği bölümünde 75 adet diş kullanıldı. Dişler steril edildikten sonra standart olarak hazırlanan *E. faecalis* kültürüne diş kökleri atıldı. 48 saatte bir tazelenen *E. faecalis* ile enfekte sıvı besiyeri içinde 36,5°C'de 21 gün süreyle bekletildi. Süreç sonunda *E. faecalis* solüsyonundan çıkartılan dişler, rastgele Mtwo, SAF Sistem, Twisted File, Reciproc ve K tipi paslanmaz çelik el eğesinden oluşan beş deney grubuna ayrıldı. Gruplara uygulanan preparasyon öncesinde ve sonrasında steril kağıt konlar ile kök kanalından alınan örnekler, içerisinde 5 ml Brain Heart Infusion (BHI) bulunan cam tüplere aktarıldı. Oluşan bu süspansiyonlardan steril öze ile örnekler alınarak kanlı agar besiyerinin iki ayrı tarafına ekim yapıldı. Bakteri miktarındaki değişim CFU sınıflamasına göre sayılarak hesaplandı.

Çalışmanın verilerin değerlendirilmesinde Kruskal Wallis testi, Tukey testi kullanıldı. Yanılma düzeyi 0,05 olarak alındı.

Sonuç olarak; apikalden taşan debris miktarının incelendiği bölümde, apikalden en az debris taşması Twisted File grubunda gözlemlendi. Bu taşmayı azdan çoğa doğru sırasıyla, SAF Sistem, Reciproc, Mtwo ve el eğesi grupları takip etmiştir. Apikalden taşan sıvı miktarı incelendiği bölümde; apikalden en az sıvı taşması SAF Sistem grubunda görülmüştür. Bu taşmayı azdan çoğa doğru sırasıyla, el eğesi, Twisted File, Mtwo ve Reciproc grupları takip etmiştir. Sıvı taşmasında ve debris taşmasında gruplar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Apikalden taşan bakteri miktarı incelendiği bölümde; apikalden en az debris taşması Twisted File grubunda gözlemlendi. Bu taşmayı azdan çoğa doğru sırasıyla, SAF Sistem, Reciproc, Mtwo ve el eğesi grupları takip etmiştir. Gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Uygulanan preparasyonun kök kanalındaki dezenfeksiyon etkinliğinin incelendiği bölümde; kök kanalı içinde *E. faecalis*'in en fazla azaldığı grup Twisted File grubudur. Bu azalmayı çoktan aza doğru sırasıyla; SAF Sistem, Reciproc, Mtwo ve el eğesi grupları takip etmiştir. Gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Anahtar Kelimeler: kök kanal dezenfeksiyonu, preparasyon teknikleri, apikal ekstrüzyon, *E. faecalis*

ABSTRACT

AN *IN VITRO* STUDY OF THE EFFECTS OF PREPARATION WITH DIFFERENT NI-TI ROTARY INSTRUMENT SYSTEMS ON DENTIN DISINFECTION AND THE AMOUNT OF APICALLY EXTRUDED IRRIGANT, DEBRIDEMENT AND BACTERIA

Dt. Betül Kaya

PhD Thesis, Restorative Dentistry and Endodontics Dep., Endodontics

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Kerem Engin AKPINAR

2013, 99 pages

The purpose of this study is in vitro evaluation of the effect of preparation with different Ni-Ti rotary instrument systems in the root canals on dentin disinfection and the amount of apically extruded irrigant, debridement and bacteria.

In this study, 225 extracted single-root, single-canal human mandibular premolar and canine teeth were used. After removal of the crowns of the teeth roots cervical region close to the work sizes were determined. Then the teeth were randomly divided into three main groups.

In this part of the study that the amount of apically extruded irrigant and debridement were examined, 75 teeth were used. The teeth were randomly divided into five experimental groups consisting of Mtwo, SAF System, Twisted File, Reciproc and K-type stainless steel hand file. After the preparation process extruded irrigant was collected by using a 5 ml calibrated plastic insulin syringe placed in cannula mouth. The eppendorf tubes removed from tooth-cover-cannula unit were stored for 21 days at 36.5°C in autoclave. Tubes were then measured on the digital precision scale with a sensitivity of 10^{-5} and the values were recorded. The measurement obtained by weighing the empty eppendorf tubes were compared to them measurement obtained after the preparation the difference between the two values were calculated as the amount of extruded debris.

In this part of the study that the apically extruded bacteria examined, 75 teeth were used. At this part, after sterilization the teeth were contaminated with 15 in μ l suspension containing *E. faecalis* by using sterile micro-pipette. The contaminated root canals were then dried in an incubator at 36.5°C for 24 hours. The teeth were randomly

divided into five experimental groups consisting of Mtwo, SAF System, Twisted File, Reciproc and K-type stainless steel hand file. Before and after the preparation, samples taken from the saline solution in the vials and allowed to grow in different sides of the blood agar plates. Change in the amount of bacteria was calculated by counting according to the CFU classification.

In this part of the study that the effects of preparation methods on dentin disinfection examined 75 teeth were used. After sterilization of the teeth, the teeth were immersed into the standard prepared culture of *E. faecalis*. *E. faecalis* was allowed to grow for 21 days at 36.5 ° C. The culture media were refreshed every 48 hours. At the end of the process the teeth removed from *E. faecalis* solution were randomly divided into five experimental groups consisting of Mtwo, SAF System, Twisted File, Reciproc and K-type stainless steel hand file. Before and after the preparation applied to the groups the samples taken from the root canals by sterile paper points, were transferred to glass tubes containing 5 ml BHI. Samples taken from these suspensions occurred and allowed to grow into two different sides of the blood agar plates. Change in the amount of bacteria was calculated by counting according to the CFU classification.

In the evaluation of the study data, Kruskal Wallis test and Tukey's test were used. The level of statistical significance was taken as $p = 0.05$.

As a result, in this group that the apically extruded debridement examined, the least amount of debris extrusion was observed in the Twisted File. SAF system, Reciproc, Mtwo and hand file groups followed this extrusion as listed from less to more respectively.

In this group that the apically extruded irrigant examined; the least amount of irrigant extrusion was observed in SAF System group. This extrusion was followed by hand file, Twisted File, Mtwo and Reciproc groups from less to more respectively. In irrigant and debridement extrusion groups, differences between the groups were not statistically significant ($p > 0.05$).

In this group that apically extruded bacteria examined; the least amount of bacteria extrusion was observed in the Twisted File group. This extrusion was followed by the SAF system, Reciproc, Mtwo and hand file groups from less to more respectively. There were statistically significant differences between all the groups ($p < 0.05$).

In this group that the effectiveness of the preparation applied on infected root canals; the group with the most decrease of *E. faecalis* in root canal is Twisted File

group. This reduction was followed by SAF system, Reciproc, Mtwo and hand file groups in the correct ascending order. There were statistically significant differences between all the groups ($p < 0.05$).

Key words: root canal disinfection, preparation techniques, apical extrusion, *E. faecalis*

TEŞEKKÜR

Tüm eğitim hayatımın, yaşamımın ve bugünümün mimarı olan, maddi ve manevi desteklerini her zaman hissettiğim, varlıklarıyla bana güç veren ve bana olan inançlarını hiçbir zaman eksik etmeyen anne ve babama;

Lisans ve doktora eğitimim boyunca benden bilgi ve deneyimlerini hiç eksik etmeyen, bu günlere gelmemde büyük payı olan; sabrı, iyi niyeti ve desteğinden dolayı anabilim dalı başkanımız, danışman hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. Kerem Engin AKPINAR'a;

Bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşmaktan hiç çekinmeyen; bugünüme gelmemde büyük pay sahibi olan; sabrını, anlayışını, desteğini ve bilgilerini hiçbir zaman benden esirgemeyen ağabeyim, hocam Sn Doç. Dr. Alper KUŞTARCI' ya;

Desteğini her zaman hissettiğim ve kendisinden birçok şey öğrendiğim değerli ablam Sn. Yrd. Doç. Dr. Demet ALTUNBAŞ'a;

Tez çalışmamın her aşamasında ve özellikle mikrobiyolojik bölümünde ilgisini ve imkânlarını benden esirgemeyen, bilgisi kadar hayattaki tecrübeleriyle de bana olan desteğini her zaman hissettiren ağabeyim, Mikrobiyoloji Ana bilim Dalı öğretim üyesi Sn. Yrd. Doç. Dr. Cem Çelik'e;

Tez çalışmamın istatistiksel değerlendirilmesinde benden yardımlarını eksik etmeyen ve her zaman kendisini saygıyla anacağım C.Ü. Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı öğretim üyesi Sn. Yrd. Doç. Dr. Ziyet ÇINAR'a;

Özellikle doktora eğitimim boyunca kendisini bir kez daha yeniden keşfettiğim; güzel paylaşımlarımızla ya da sıkıntılı zamanlarımızla daima birbirimizden yeni deneyimler edindiğimiz, lisans arkadaşım, iş arkadaşım, oda arkadaşım Dr. Dt. Dilara ARSLAN'a;

Lisans ve doktora eğitimim süresi boyunca desteğini ve bana olan inancını her zaman hissettiğim, her an'ımı paylaştığım, dert ortağım, yol gösterenim, biricik dostum Dr. Dt. Sedef TOPÇUOĞLU'na;

Öğrencilik ve asistanlığım her aşamasındaki güzel paylaşımlarımızla kendilerinden birçok şey öğrendiğim C.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Ana Bilim Dalı çalışanlarına;

Sonsuz teşekkür ederim...

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Kök Kanal Tedavisinde Biyomekanik Preparasyonun Önemi	4
2.2. Kök Kanal Mikroflorası.....	6
2.2.1. <i>Enterokok'</i> ların Özellikleri	8
2.3. Nikel-Titanyum Kök Kanal Aletlerinin Tarihçesi ve Yapısal Özellikleri.....	9
2.3.1. Çalışmamızda Kullanılan Ni-Ti Kök Kanal Aletlerinin Genel Özellikleri...15	
2.3.1.1. Mtwo	15
2.3.1.2. Twisted File.....	17
2.3.1.3. Reciproc Kanal Eğeleri	19
2.3.1.4. SAF Sistem.....	21
2.4. Kök Kanallarının Preparasyon Yöntemleri.....	23
2.4.1. Apikal Genişletmenin Öncelikle Yapıldığı Teknikler	24
2.4.1.1 Standardize Preparasyon Tekniği	24
2.4.1.2 Step-Back Tekniği.....	24
2.4.1.3 Balanced-Force (Roane) Tekniği	25
2.4.1.4 İlerleyen Şekilde Genişletme Tekniği	25
2.4.2. Koronal Genişletmenin Öncelikle Yapıldığı Teknikler	25
2.4.2.1 Step-Down Tekniği	25
2.4.2.2 Double-Flared Tekniği	26
2.4.2.3 Crown-Down Basınçsız Preparasyon Tekniği	26
2.4.2.4 Canal Master Teknik	27
2.4.2.5 Antikurvatür Egeleme Tekniği.....	28
2.5. Kök Kanal Preparasyonunda İrrigasyonun Önemi	28
2.5.1 Sodyum Hipoklorit.....	29
2.6. Kök Kanal Preparasyonunun Periapikal Dokulara Etkisi.....	32
3. GEREÇ- YÖNTEM.....	37
3.1 Kök Kanallarının Deney Öncesi Hazırlanması:.....	37
3.2 Deney Düzenegi:.....	38
3.2.1 Apikalden Taşan Sıvı ve Debris Miktarının İncelenmesi	38
3.2.1.1 Kök Kanal Preparasyon Yöntemlerinin Uygulanışı.....	40
3.2.2 Apikalden Taşan Bakteri Miktarının İncelenmesi	42
3.2.2.1 Kök Kanal Preparasyon Yöntemlerinin Uygulanışı.....	44

3.2.3 Kanal İçinde Kalan Bakteri Miktarının İncelenmesi.....	45
3.2.3.1 Kök Kanal Preparasyon Yöntemlerinin Uygulanışı.....	46
4. BULGULAR.....	49
4.1 Apikalden Taşan Sıvı ve Debris Miktarının İncelenmesi.....	49
4.2 Apikalden Taşan Bakteri Miktarının İncelenmesi	51
4.3 Kanal İçinde Kalan Bakteri Miktarının İncelenmesi	58
5. TARTIŞMA	63
5.1 Apikalden Taşan Sıvı, Debris ve Bakteri Miktarının Değerlendirilmesi.....	63
5.2 Kök Kanal Dezenfeksiyonunun Değerlendirilmesi	80
SONUÇLAR.....	86
KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ	10
1	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Ni-Ti transformasyon grafiği. (Mf: son martensite, Ms: başlangıç martensite, Af: son austenite, As: başlangıç austenite).....	11
Şekil 2.2 Mtwo kök kanal eğeleri	15
Şekil 2.3 Mtwo serisinin enine kesitinin SEM görüntüsü	15
Şekil 2.4 Mtwo serisinin uç kısmının SEM görüntüsü	16
Şekil 2.5 Mtwo serisinin kesici bıçaklarının lateral görünümü	16
Şekil 2.6 Twisted File serisinin uç kısmının SEM görüntüsü	17
Şekil 2.7 Twisted File serisinin enine kesitinin SEM görüntüsü	17
Şekil 2.8 Twisted File kök kanal eğeleri.....	18
Şekil 2.9 Twisted File kök kanal eğeleri fleksibilitesi.....	18
Şekil 2.10 Reciproc kök kanal eğesi dönüş yönü	19
Şekil 2.11 a.) Reciproc eğeleri S şekilli kesiti b.) Reciproc eğeleri non-cutting uç	20
Şekil 2.12 Reciproc kök kanal eğeleri.....	21
Şekil 2.13 VDW Silver, resiprokasyon modu.....	20
Şekil 2.14 SAF Sistem kök kanal eğeleri	21
Şekil 2.15 RDT3 başlık.....	22
Şekil 2.16 SAF Sistem, VATEA irrigasyon aparatı	23
Şekil 3.1 Apikalden taşan sıvı ve debris miktarının incelendiği deney düzeneği.....	39
Şekil 3.2 Preparasyon sırasında taşan sıvı miktarının ölçüldüğü kalibrasyonlu insülin enjektörü.....	41
Şekil 3.3 Eppendorf tüpünde preparasyon sonrası taşan debris miktarı	41
Şekil 3.4 İçinde 5 ml BHI bulunan cam tüp ve kök kanalı içinden alınan kağıt kon	43
Şekil 3.5 Apikalden taşan bakteri miktarının incelendiği deney düzeneği.....	43
Şekil 3.6 Kök kanalı içinde kalan bakteri miktarının incelendiği deney düzeneği.....	46
Şekil 3.7 Apikalden taşan bakteri miktarının incelenmesi için kök kanalından alınan örneklerin besiyerine preparasyon öncesi ve sonrası ekimleri.....	48
Şekil 4.1 Apikalden taşan debris miktarına (mgr) ait ortalama değerler.	50
Şekil 4.2 Apikalden taşan sıvı miktarına (ml) ait ortalama değerler.	51
Şekil 4.3 Apikalden taşan bakteri miktarına (CFU/ ml-1) ait değerler.....	52
Şekil 4.4 Twisted File, inkübasyon sonrası E. faecalis'in kanal içi üreme kontrol ekimi.....	54
Şekil 4.5 Twisted File, preparasyon sonrası apikalden taşan bakteri miktarı ekimi.....	54
Şekil 4.6 Mtwo, inkübasyon sonrası E. faecalis'in kanal içi üreme kontrol ekimi	55
Şekil 4.7 Mtwo, preparasyon sonrası apikalden taşan bakteri miktarı ekimi	55
Şekil 4.8 El eğesi, inkübasyon sonrası E. faecalis'in kanal içi üreme kontrol ekimi.....	56
Şekil 4.9 El eğesi, preparasyon sonrası apikalden taşan bakteri miktarı ekimi	56
Şekil 4.10 Saf Sistem, inkübasyon sonrası E. faecalis'in kanal içi üreme kontrol ekimi.....	57
Şekil 4.11 SAF Sistem, preparasyon sonrası apikalden taşan bakteri miktarı ekimi.....	57
Şekil 4.12 Reciproc, inkübasyon sonrası E. faecalis'in kanal içi üreme kontrol ekimi	58

Şekil 4.13 Reciproc, preparasyon sonrası apikalden taşan bakteri miktarı ekimi	58
Şekil 4.14 Kanal içerisinde kalan bakteri miktarına (CFU/ml-1) ait ölçüm değerleri...	59
Şekil 4.15 Twisted File, kanal içinde kalan bakteri miktarı	60
Şekil 4.16 Mtwo, kanal içinde kalan bakteri miktarı	61
Şekil 4.17 El Eğesi, kanal içinde kalan bakteri miktarı	61
Şekil 4.18 SAF Sistem, kanal içinde kalan bakteri miktarı	62
Şekil 4.19 Reciproc, kanal içinde kalan bakteri miktarı	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Kök kanalından izole edilen bakterilerin türleri ve görülme yüzdeleri (*düşük yoğunlukta izole edilen bakteri türleri)	7
Çizelge 4.1 Apikalden taşan debris miktarına (mgr) ait ortalama değerler.	49
Çizelge 4.2 Apikalden taşan sıvı miktarına (ml) ait ortalama değerler.	51
Çizelge 4.3 Apikalden taşan bakteri miktarına (CFU/ ml ⁻¹) ait değerler.	52
Çizelge 4.4 Kanal içerisinde kalan bakteri miktarına (CFU/ml ⁻¹) ait ölçüm değerleri.	59
4.5 Preparasyon sistemlerinin kanal içindeki <i>E. faecalis</i> üzerine etkisi	60

SİMGELER DİZİNİ

%	:Yüzde.
°C	:Santigrad derece.
Gr	:Gram
ml	:mililitre
pH	:Power of Hydrogen
m	:Metre.
µm	:Mikrometre.(mikron)
µl	:Mikrolitre
mm	:Milimetre.
dk	:Dakika.
KW	:Kruskal Wallis Tek yönlü Varyans Analizi.
S, Sd	:Standart sapma.
X	:Ortalama.
α	: Alfa.
β	: Beta.
ml/dk	: Mililitre/dakika

KISALTMALAR DİZİNİ

NaOCl	: Sodyum Hipoklorit.
ark.	: arkadaşları.
EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetik Asit.
<i>E. faecalis</i>	: Enterococcus faecalis.
SF	: Serum Fizyolojik.
H₂O₂	: Hidrojen Peroksit.
H₂O	: Su.
NaOH	: Sodyum Hidroksit.
HOCl	: Hipokloröz asit.
Ni-Ti	: Nikel Titanyum.
ÇB	: Çalışma boyu.
ATP	: Adenozin Tri Phospate
GG	: Gates Glidden.
ISO	: International Standart Organization.
Rpm	: Revolutions per minute.
PMNL	: Polimorfonükleer Lökositlerin
CGRP	: Calsitonin gen related peptid
IL	: İnterlökin
SEM	: Scanning Electron Microscopy.
BHI	: Brain Heart Infusion (Beyin kalp infüzyonu)
ATCC	: American Type Culture Collection
CFU	: Colony Forming Units
KTP	: Potasyum Titanil Fosfat

GİRİŞ

Endodontik tedavinin başarısı, doğru teşhis, kök kanallarının etkin bir şekilde temizlenmesi, şekillendirilmesi, dezenfeksiyonu, apikal ve korondan sıkı bir tıkama sağlayacak şekilde doldurulmasına bağlıdır [1].

Preperasyon aşaması, yalnızca mekanik bir olay olarak düşünülmeyip, aynı zamanda biyolojik prensipler içinde ele alındığından biyomekanik preparasyon adıyla anılmaktadır [1]. Farklı kök kanal eğeleri ve teknikler ile yapılan biyomekanik preparasyon, kanal içindeki nekrotik veya enfekte pulpa dokusunun, bakteri ve toksinleri ile diğer immünolojik faktörlerin uzaklaştırılmasının yanında, yapılan preparasyon sonunda kanalın en dar bölümünün apikal foramende olacak şekilde korondan apikale doğru gittikçe daralan konik bir formda şekillendirilmesidir [2].

Kök kanallarının şekillendirilmesi, endodontik tedavinin başarısına etki eden önemli aşamalardan birini oluşturmaktadır [3]. Bu nedenle, kök kanalı anatomisinin muhtemel tüm farklı şekillerinin klinisyenler tarafından bilinmesi, kök kanalının şekillendirilmesinde ve dolayısıyla endodontik tedavinin başarısında önemli bir rol oynamaktadır [4].

Mikroorganizmalar, pulpa ve periapikal doku hastalıklarının en önemli etkenidir. Bu mikroorganizmaların da büyük bir kısmı ise anaerobik bakterilerdir. Endodontik tedavilerde ana başarısızlık sebebi olarak, kök kanallarında bakterilerin varlığı ve bu bakterilerin dokularda yayılımları sonucu oluştuğu kabul edilmektedir [5, 6].

Vücudun diğer organları ile karşılaştığımızda, pulpanın kanlanması oldukça sınırlı bir yapıdadır. Bu nedenle burada meydana gelen enfeksiyon, immün mekanizmalarla ortadan kaldırılmasında güçlüklerle karşılaşmakta, pulpanın nekrozuna yol açmakta ve ortam koşullarına uyum gösterebilen kompleks bir mikrobiyal flora ile sonuçlanmaktadır. Mikrobiyal kolonizasyon apikal delta, isthmus ve dentin kanalcıklarını da içine alacak şekilde bütün kanal sistemini etkisi altına alabilmektedir [7]. Kök kanal tedavisinin amacı; varsa oluşmuş olan enfeksiyonu ortadan kaldırmak, yoksa da meydana gelmesini engelleyerek periapikal dokuların sağlığını devam ettirmektir.

E. faecalis önceden kanal tedavisi geçirmiş ve kronik periapikal patoloji gösteren dişlerden sıklıkla izole edilmiştir [8, 9]. Kök kanal tedavisinde sırasında kullanılan antimikrobiyal yıkama solüyonlarına dirençli olabilmeleri ve beslenme şartlarının zor

olmaması zor şartlarda da canlılıklarını sürdürülebildiklerini sağlar ayrıca kök kanal dolgusu tamamlanmış dişlerde şartlara en uyum sağlayan mikroorganizmalardır, bu sebeplerle tedaviye dirençli inatçı enfeksiyonlardan iyileşmeyen lezyonlardan en çok izole edilen türlerdir [10].

Yapılan bir çalışmada endodontik tedavi sonrasında iyileşmenin olmadığı vakalarda, *E. faecalis*'in vakaların %77'sinde görüldüğü belirtilmiştir [11]. Günümüze kadar farklı yıkama solüsyonları ve farklı enstrüman tipleri kullanılarak *E. faecalis*'in kök kanal sisteminden uzaklaştırılma etkinliğini inceleyen birçok çalışma yapılmıştır [12-15].

Kök kanallarındaki mikroorganizmaların mevcudiyeti, kanal tedavisindeki başarısızlıkların bir nedeni olarak görülmesinin yanında, preparasyon sırasında kök kanal içeriğinin periapikal dokulara taşırılmasının da başarısızlık üzerinde etkili bir faktör olduğu savunulmaktadır [16].

İyatrojenik aşırı preparasyon; periodontal ligament ve alveolar kemikte hasara neden olabilmektedir. Apikal daralımın kaybı, açık apeks sebebiyle taşkın kök kanal dolumu, uygun apikal tıkama yapılamaması ve ağrı ile devam edebilen post operatif rahatsızlıklara neden olabilmektedir [17, 18]. Aşırı preparasyon sonucu oluşan periapikal alevlenmelerin oluşum nedeni; genellikle, mekanik preparasyon sonucunda irrigasyon solüsyonu, enfekte debris ve kök kanalındaki mikroorganizmalar ile onların toksinlerinin foramen apikaleden periapikal dokulara taşarak periapikal dokuların hasar görmesi olarak ön görülmektedir [19].

Martin ve Cunningham [20] yaptıkları çalışmalarında, elle yapılan preparasyona oranla endosonik preparasyonun daha az debrisin apikalden taşmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Ruiz-Hubard ve ark. [21]; step-back, crown-down ve step-down preparasyon tekniklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, hiçbir tekniğin apikalden debrisin taşmasını engelleyemediğini, ancak apikalden en fazla taşma miktarının step-back tekniğinde gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Prati ve ark. [22]'nin yapmış olduğu Ni-Ti döner alet sistemleri ile K tipi paslanmaz çelik kök kanal aletlerinin karşılaştırıldığı çalışmada Ni-Ti döner sistem aletleri ve K tipi paslanmaz çelik kök kanal aletleri değerlendirilmiştir. Çalışmada kök kanalının apikal, orta ve koronal üçlü bölgelerindeki smear tabakası, pulpal debris, inorganik debris ve yüzey profili değerleri ölçümü yapılmıştır. Her üç bölgede de yapılan değerlendirmelerde gruplar arasındaki farklılık anlamlı bulunmamıştır. Çalışmanın sonucunda; K tipi paslanmaz çelik el eğesi kullanılarak yapılan geleneksel

preparasyon ile Ni-Ti döner alet sistemleri eğeleri kullanılarak yapılan preparasyonun elde edilen verilerinde benzer sonuçlar olduğu tespit edilmiştir.

Son yıllarda gerek kök kanal eğelerindeki, gerekse preparasyon tekniklerindeki gelişmeler ve yeni uygulamalarla kök kanallarının biomekanik preparasyonunda kolaylıklar sunulmakta, karşılaşılan komplikasyonlar ortadan kaldırılmaya çalışılmakta ve tüm bunlara ek olarak maksimum düzeyde kök kanal şekillendirmesi ve dezenfeksiyonu sağlanmaya çalışılmaktadır [1, 17, 20, 23, 24].

Endodontik kanal eğelerinin yapımında Ni-Ti alaşımların kullanılmaya başlanması ile birlikte güvenilir rotasyonel hareketli preparasyon sistemleri gündeme gelmiştir. Ni-Ti alaşımların etkin torsiyonel ve bükülme özellikleri nedeniyle bu sistemlerde yaygın kullanımı mümkün olmuştur [24].

Kök kanal preparasyonu yapılırken kanalların hızlı olarak genişletilmesi, kanal şeklinin düzgün bir formda korunması, hem hekim hem de hasta açısından tedavi esnasında fiziksel olarak daha az çaba sarf edilmesi ve preparasyon sonrası oluşan artıkların kök kanalından uzaklaştırılması kolaylığı nedeniyle rotasyonel hareketli preparasyon sistemleri tercih edilmektedir. Bunun nedeninin motorla kullanılan Ni-Ti kanal eğelerinin, elle kullanılanlara göre daha iyi özelliklere sahip kanal preparasyonu hazırlaması olduğu belirtilmiştir [3, 25-29].

Kanal eğelerinde yapılan modifikasyonlar; eğenin enine kesitindeki değişiklikler, kesici spirallerin açısı ve derinliğindeki farklılıklar sonucu değişik tipte kök kanal eğeleri ortaya çıkmıştır [30]. Aynı zamanda kök kanal eğelerindeki değişikliklere ilave olarak, kök kanal sisteminin biomekanik preparasyonunda farklı teknikler geliştirilmiş ve bu tekniklerin etkinlikleri birçok çalışmada farklı yöntemler kullanılarak incelenmiştir [16, 23, 31, 32].

Bu çalışmada amaç; farklı Ni-Ti döner alet sistemleri ile preparasyonun kök kanal dezenfeksiyonuna; apikalden taşan sıvı, debris ve bakteri miktarına olan etkisini *in vitro* şartlarda incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanal Tedavisinde Biyomekanik Preparasyonun Önemi

Kök kanal tedavisinin başarısı; doğru teşhis, kök kanallarının etkin bir şekilde temizlenmesi, şekillendirilmesi, dezenfeksiyonu, apikal ve koronalden sıkı bir tıkama sağlayacak şekilde doldurulmasına bağlıdır [2].

Kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi, endodontik tedavinin en önemli basamağı olarak değerlendirilmektedir [33, 34]. Bu kavram, kanal içindeki tüm organik artıkların uzaklaştırılması ve kanala daimi kök kanal dolgusunu yapabilmek için uygun bir formun verilmesi anlamına gelmektedir [35]. Günümüzde tüm güvenilir endodontik teknikler, kök kanallarının tam olarak temizlenmesi, dezenfeksiyonu ve kök kanallarının doldurulması üzerine kurulmuştur.

Preparasyon aşaması, yalnızca mekanik bir olay olarak düşünülmeyip, aynı zamanda biyolojik prensipler içinde ele alındığından biyomekanik preparasyon adıyla anılmaktadır [1]. Farklı kök kanal eğeleri ve teknikler ile yapılan biyomekanik preparasyon, kanal içindeki nekrotik ve enfekte pulpa dokusunun, bakteri ve toksinleri ile diğer immünolojik faktörlerin uzaklaştırılmasının yanında, yapılan preparasyon sonunda kanalın en dar bölümünün apikal foramende olacak şekilde koronalden apikale doğru gittikçe daralan konik bir formda şekillendirilmesidir [16].

Kök kanallarının şekillendirilmesi, kök kanal tedavisinin başarısına etki eden önemli aşamalardan birini oluşturmaktadır [3]. Bu nedenle, kök kanalı anatomisinin muhtemel tüm farklı şekillerinin klinisyenler tarafından bilinmesi, kök kanalının şekillendirilmesinde ve dolayısıyla kök kanal tedavisinin başarısında önemli bir rol oynamaktadır [4]. Aynı zamanda kök kanal tedavisinin başarısının, dikkatli bir biyomekanik temizleme ve şekillendirmeden sonra kök kanalı boyunca bakteri, bakteri ürünleri ve doku sıvılarının hareketini önlemek amacıyla toksik olmayan ve stabil bir materyal ile kök kanal boşluğunun üç boyutlu olarak doldurulmasına bağlı olduğu bildirilmiştir [36, 37].

Kök kanal tedavisindeki başarısızlıkların nedenlerini inceleyen Mayo ve ark. [38] yaptıkları çalışmada, kök kanal tedavisi başarısızlıklarının %58'den fazlasının kök kanal sisteminin şekillendirme yetersizliğinden dolayı tam olarak doldurulamamasına bağlı olduğunu bildirmiştir.

Pulpa ve periapikal doku hastalıklarında önemli bir yere sahip olan mikroorganizmaları, nekrotik doku artıklarını büyük ölçüde ortadan uzaklaştıran, dolayısıyla da periapikal irritasyonu ortadan kaldıran, kök kanalının doldurulabilmesi için gerekli olan uygun formun verilmesini sağlayan kök kanal preparasyon işlemi; kök kanallarının eğriliği, darlığı ve kök kanal anatomisi gibi faktörlerden etkilenebilmektedir. Bu yüzden kök kanal preparasyon işlemi, kök kanal tedavisi sırasında en çok zaman alan ve en fazla zorlanıldığı düşünülen aşama olarak önemini sürdürmektedir [39].

Özellikle dar ve eğri kök kanallarında, büyük ve esnek olmayan paslanmaz çelik el aletlerinin kullanımıyla orjinal kanal kurvatürlerinde sapmalar meydana gelmekte bu da istenmeyen şekil değişikliklerine sebep olmaktadır. Bu olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacıyla, farklı materyallerin kullanımı gündeme gelmiştir. Bu alanda oldukça umut verici sonuçlar Nikel Titanyum (Ni-Ti) esaslı, yüksek elastisite kabiliyetine ve şekil hafızasına sahip olan kök kanal aletlerinden elde edilmiştir [3, 40].

Son yıllarda gerek kök kanal eğelerindeki, gerekse preparasyon tekniklerindeki gelişmeler ve yeni uygulamalarla kök kanallarının biyomekanik preparasyonunda kolaylıklar sunulmakta ve karşılaşılan komplikasyonlar ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır [1, 17, 20, 23].

Temizleme ve şekillendirme esnasında, canlı veya nekrotik pulpa dokusunun tamamen çıkartılmasının yanısıra, bakteriler ve yan ürünleriyle kontamine olan dentinin de kök kanallarından uzaklaştırılması gerekmektedir. Bunun yanısıra, kök kanalları boyunca mevcut olan tüm düzensizlikler giderilip antibakteriyel yıkama solüsyonları kullanılarak kanal dezenfeksiyonu sağlanmalıdır. Kök kanal preparasyonu, orjinal kök kanal şekline bütünüyle uyum gösterecek ve kanal dolgu maddelerinin kolayca uygulanmasına imkan verecek şekilde tamamlanmalıdır. Ancak bu şekilde hazırlanan kök kanalları sızdırmaz bir şekilde doldurulabilir [3, 35]. Bu amaçla, biyomekanik preparasyon ile elde edilmek istenen mekanik ve biyolojik prensipler aşağıdaki şekilde özetlenmiştir;

- 1 Kanal içindeki vital veya nekrotik dokuları uzaklaştırmak,
- 2 İrrigasyon ve medikasyon için yeterli alan oluşturmak,
- 3 Kök kanalının orjinal formunu takip etmesini sağlamak,
- 4 Kök kanalının kök ucundan koronale doğru genişleyen düzgün konik bir form göstermesini sağlamak,

- 5 Kök kanal çapının kök ucundan başlayarak giderek artması ve kanal girişinde en geniş çapına ulaşmasını sağlamak,
- 6 Apikal kanal anatomisinin orjinal lokalizasyonu ve bütünlüğünü korumak,
- 7 Kanal sistemi ve kök yapısına iatrojenik hasar vermekten sakınmak,
- 8 Kanal doldurma işlemini kolaylaştırmak,
- 9 Temizleme ve şekillendirme işleminin tek seansta bitirilmesini sağlamak,
- 10 kanal preparasyonu sırasında oluşan artıkların periapikal bölgeye itilmesini engelleyerek periapikal dokuların irritasyonu ve/veya enfeksiyonundan sakınmak,
- 11 Dişin uzun dönem ağız içinde fonksiyonuna izin verecek yeterli miktarda kök kanal dentini bırakmak [25, 35].

Biyomekanik preparasyon sırasında yapılan kök kanal dezenfeksiyonun amacı, kanal içerisindeki bakterileri ve bunların yan ürünlerini uzaklaştırarak, periapikal dokulara geçişlerini engelleyip bu dokular üzerinde hastalık oluşturmasını önlemek ve/veya devam eden hastalığın iyileşmesine yardımcı olmaktır. Bakterilerden arındırılmış bir kök kanalı elde edilebilmesi için çeşitli el eğeleri veya döner alet sistemleri ile mekanik temizlik ve şekillendirme esnasında antibakteriyel özelliğe sahip yıkama solüsyonları kullanılarak kimyasal temizlik yapılmaktadır. Bu şekilde, enfekte kök kanallarından enfekte dentin dokusu, pulpa artıkları ve nekrotik dokular ve mikroorganizmalar uzaklaştırılabilmektedir. Günümüze kadar bir çok araştırmacı yapılan bu biyomekanik temizliğin önemini vurgulamıştır [41-44].

2.2. Kök Kanal Mikroflorası

Kök kanal tedavisine başlangıç nedeni ne olursa olsun tüm etyoloji "bakteri ve bakteri ürünlerinin mikrosızıntısına" dayanır. Kök kanal boşluğundaki irritasyon kaynaklarının uzaklaştırılması ve mikrosızıntının eliminasyonu ile periodontal dokular önceki sağlıklı haline getirilmeye çalışılır [45]. Enfekte kök kanalına ve periapikal bölgeye girebilen ve hastalık yapabilen mikroorganizmaların büyük bir çoğunluğu bakterilerdir. Bu bakterilerin de büyük bir kısmı ise anaerobiktir [1].

Endodontik tedavi sonrasında periapikal lezyonların iyileşmemesinin sebebi genellikle kök kanalında kalan mikroorganizmaların periapikal dokuları irrite etmesidir [1]. Son dönemlerde yapılan çalışmalarda; tekrarlayan tedavi gerektiren vakalarda kök

kanalllarında düşük miktarda Gram pozitif fakültatif bakteri türlerine rastlanmıştır [22, 46-48].

Kök kanalından izole edilen bakterilerin türleri ve görülme yüzdeleri şu şekilde gösterilmiştir (Çizelge 2.1):

Çizelge 2.1 Kök kanalından izole edilen bakterilerin türleri ve görülme yüzdeleri (*düşük yoğunlukta izole edilen bakteri türleri) [1, 7].

BAKTERİ TÜRÜ	%		%
Fusobacterium nucleatum	%48	Veillonella parvula	%9
Streptococcus türleri	%41	Porphyromonas endodontalis	%9
Bacteroides türleri	%35	Prevotella buccae	%9
Peptostreptococcus micros	%34	Prevotella oralis	%8
Prevotella intermedia	%34	Propionibacterium propionicum	%8
Eubacterium alactolyticum	%34	Prevotella denticola	%6
Lactobacillus türleri	%32	Prevotella loescheii	%6
Peptostreptococcus anaerobius	%31	Eubacterium nodatum	%6
Eubacterium lentum	%31	Porphyromonas gingivalis*	
Fusobacterium türleri	%29	Bacteroides ureolyticus*	
Campylobacter türleri	%25	Bacteroides gracilis*	
Peptostreptococcus türleri	%15	Lactobacillus minitus*	
Actinomyces türleri	%11	Lactobacillus cateniforme*	
Eubacterium timidum	%11	Enterococcus faecalis (<i>E. faecalis</i>)*	
Capnocytophaga ochracea	%11	Peptostreptococcus prevotii*	
Eubacterium brachy	%9	Eikenella corrodens*	
Selenomonas sputigena	%9	Enterobacter agglomerans*	

Streptokoklar, hareketsiz fakültatif, gram pozitif kok zincirleridir. Bu genus hemolitik sınıflamaya göre; koyun kanını kuvvetle hemoliz eden (β hemolitik), zayıf hemoliz eden (α hemolitik) ve hiç hemoliz etmeyen (non- hemolitik) streptokoklar olmak üzere üç gruba ayrılırlar. Ağızda kök kanalı enfeksiyonlarında genellikle rastlanan streptokoklar, α hemolitik streptokoklardır [1]. Başka bir sınıflama hücre duvarındaki C karbonhidratlarına göre yapılmıştır. Lancefield [49] sınıflamasına göre,

streptokoklar klinik olarak önem arz eden ilk 4 tanesidir [1]. Zincir oluşturmazlar. Karbon hidratları aside dönüştürürler. Ortamın pH'ını 4,1 - 4,6'ya kadar düşürürler. Kök kanalı enfeksiyonlarının ilk evreninde bulunabilirler [1].

2.2.1. *Enterokok'* ların Özellikleri

Enterokok' lar gram pozitif koklardır. Tekli, ikili ya da kısa zincirler halinde gözlenirler. Oksijen varlığında ya da yokluğunda büyüyebilme yeteneğine sahip olma anlamına gelen fakültatif anaerobtur. *Enterokok'* lar yüksek alkalın (pH 9,6) ve tuz konsantrasyonu içeren elverişsiz ortamlarda bile yaşayabilirler. Sofra tuzu, deterjanlar, ağır metaller, etanol, asit ve kurutulmaya karşı direçlidirler [50]. Ağız ortamında farklı bölgelerde bulunurlar [51]. Son zamanlara 23 enterokok türünün var olduğu bildirilmiştir [50]. *Enterokok'* lar içinde *Enterococcus faecalis* ve *Enterococcus faecium* toplumda gastroenestinal yol ve üriner sistemde en sık rastlanan bakteri tipleridir. *E. faecalis* bir patojen olarak endokarditi de içeren bir çok enfeksiyona sebep olur ve *E. faecium'* dan daha yaygın olarak karşılaşılır [52]. *Enterokok'* lar bir çok virulans faktöre sahiptir. Bu faktörler sayesinde konak hücrelere ve ekstrasellüler matrikse bağlanırlar, dokulara invazyonları kolaylaşır, immün sistemi etkilerler ve salgıladıkları toksinler nedeniyle konak hücreye zarar verebilirler. Bu faktörler arasında,

- yapışma maddesi esp gibi enterokokal yüzey proteinleri,
- jelatinaz,
- sitolizin toksini,
- ekstrasellüler süper oksit üretimi,
- kapsüler polisakkaritler,
- antibiyotik direnci belirleyicisi,
- biyofilm oluşturma yeteneği, sayılabilir [53].

Hartke ve ark. [54] *E. faecalis* üzerine yapmış oldukları bir çalışmada; enterokokların virulans faktörlerinin, konak hücre immün sistemine karşı bakterinin savunma geliştirebilmesini sağladıklarını, fagositozu engellediklerini, bakterinin biyofilm tabakası geliştirebilmesine yardımcı oldukları ve antibiyotik direnci geliştirilmesinde önemli rol oynadıklarını bildirmişlerdir.

Bilindiği üzere enfekte kök kanalı şekillendirme ve antibakteriyel yıkama (kemomekanik preparasyon) uygulaması sonrasında dahi sadece %50-70 oranında temizlenebilmekte; geri kalan kısımdaki bakteriler canlılıklarını devam ettirmektedir

[55, 56]. *E. faecalis* önceden kanal tedavisi geçirmiş ve kronik periapikal patoloji gösteren dişlerden sıklıkla izole edilmiştir [8, 9].

E. faecalis; kök kanal tedavilerinin tekrarlamasına neden olan predominant bakteridir. Yapılan bir çalışmada tam bir periapikal doku iyileşmesinin olduğu vakaların %94'ünde negatif kültür görülürken, pozitif kültürün görüldüğü vakaların %68'inde tam bir periapikal doku iyileşmesi görülmüştür. Bu sonuçlar; inatçı enfeksiyon varlığında iyileşmede sorun olduğunu desteklemektedir [36]. Yapılan diğer bir çalışmada endodontik tedavi sonrasında iyileşmenin olmadığı vakaların %77'sinde *E. faecalis*'in izole edildiği bildirilmiştir [11].

Günümüze kadar farklı yıkama solüsyonları ve farklı enstrüman tipleri kullanılarak *E. faecalis*'in kök kanal sisteminden uzaklaştırılma etkinliğini inceleyen birçok çalışma yapılmıştır [12-15].

2.3. Nikel-Titanyum Kök Kanal Aletlerinin Tarihçesi ve Yapısal Özellikleri

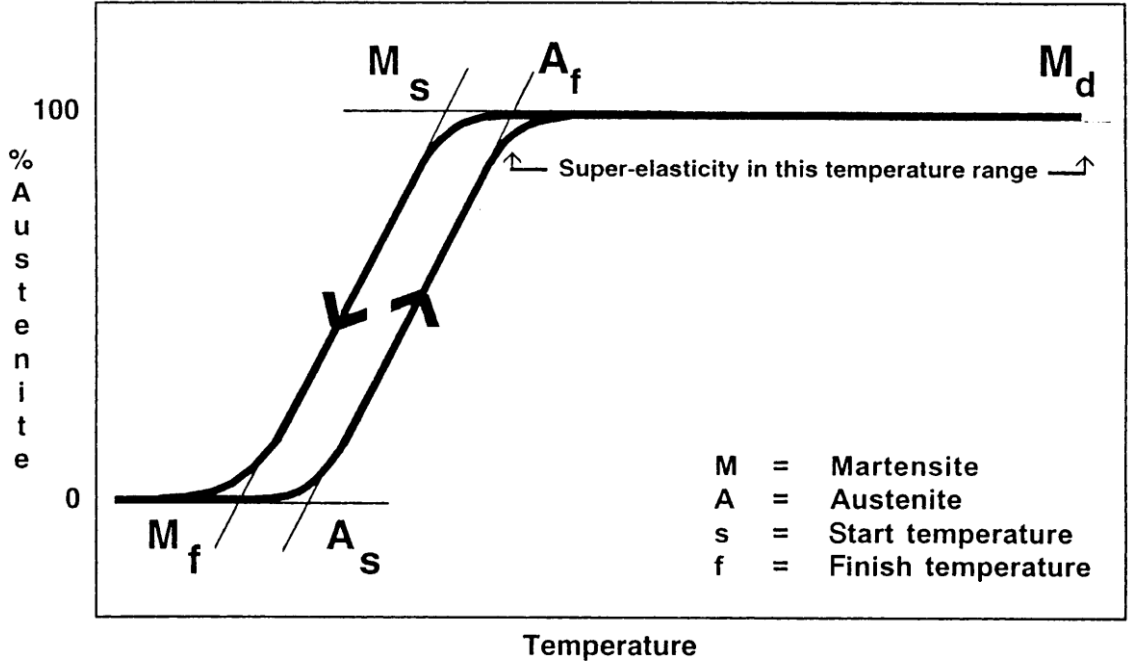
Genel olarak kök kanalı şekillendirme işlemi .02 açılı ISO standartlarına uygun paslanmaz çelik eğeler kullanılarak el ile yapılmaktadır. Bu aletlerin 16 mm'sinde kesici bıçaklar bulunmakla birlikte uç kısmından itibaren her 1 mm'de alet çapı 0.02 mm artmaktadır. El eğeleri kesici olan ya da kesici olmayan uc yapısına sahip olabilir. Çok çeşitli el eğesi bulunmakla birlikte en fazla tercih edilenler Hedström ve K-tipi eğelerdir. Bu iki el eğesinin de çalışma prensibi farklıdır. K-tipi eğeler rotasyonel ve düz ileri-geri hareketlerle kullanılırken, Hedström eğeler ile sadece ileri-geri hareketler ile çalışılabilir [57].

Paslanmaz çelik eğelerin kullanımında karşılaşılan en önemli dezavantaj esnek olmamalarına bağlı olarak eğimli kök kanallarında iyatrojenik hasar yaratmasıdır. Ayrıca .02 açılı olması nedeniyle konikliği az bir kanal şekli oluşturarak yıkama solüsyonunun kök kanalı içinde daha az miktarda kalmasına ve bu nedenle de kök kanal içeriğinin apikale doğru taşınmasına neden olduğu bildirilmiştir [57]. Daha sonraları süperelastisite özelliklerinden dolayı Ni-Ti alaşımdan üretilmiş el eğeleri kullanılmaya başlanmıştır.

Ni-Ti alaşımı 1960'lı yılların başlarında Amerika Birleşik Devletleri'nin Maryland kentinde Amerikan Deniz Kuvvetleri bünyesinde yürütülen bir uzay araştırma programı için manyetik olmayan, tuza dirençli ve su geçirmez alaşımlar üzerinde çalışma yapan bir metalurji uzmanı olan W. F. Buehler tarafından geliştirilmiştir. Elde

edilen alaşıma Nikel ve Titanyum kapsadığından, aynı zamanda geliştirildiği laboratuvar olan Naval Ordnance Laboratory isimlerini temsilen 'NİTİNOL' olarak adlandırılmıştır [58]. %55 Nikel ve %45 Titanyum içeren 'NİTİNOL' endodontik kullanım için oldukça popüler hale gelmiştir. %55 veya %60 oranında nikel içeren NİTİNOL alaşımlar süper elastik davranış gösterirler ve deformasyonu takiben yükün kalkması ile tekrar orjinal şekillerine dönerler.

Laboratuvar üyelerinden Dr. Muzzey, bir toplantı sırasında pipo çakmağıyla Nitinol şeriti ısıtmış ve daha sonra nitinol şeritin tekrar eski haline döndüğüne tanık olmuştur. Böylece, Ni-Ti alaşımın şekil hafızasına sahip olduğu tesadüfen keşfedilmiştir. Nitinol alaşımın şekil hafızası; ısı, elektromanyetik alan ve fiziksel kuvvet gibi alaşımın şekil değişikliğine neden olan etkenler ile oluşan yükün kalkmasıyla alaşımın orjinal şekline geri dönmesi en önemli özelliğidir [59]. Alaşımın bu özelliği, şekil hafızası etkisi olarak adlandırılmaktadır [48]. Ni-Ti alaşımın süperelastikiyet özelliği optimum 37°C bir ısı limitinin üzerinde gerçekleşmektedir. Böylece Ni-Ti alaşımda oluşan herhangi bir deformasyon, alaşımın 125°C'e kadar ısıtılmasıyla geri dönüştürülebilmektedir. Kristal fiziği alanında uzman olan Dr. Wang, alaşımın şekil hafızası özelliğinin, atomik düzeyde değişiklikler sonucu elde ettiğini bulmuştur. Metal katı iken dahi, 'martensite' ve 'austenite' olarak adlandırılan bazı faz değişikliklerine sahiptir [60] (Şekil 2.1). 'Martensite' fazı, çeşitli metal kompozisyonları için, yaklaşık -50°C ile +166°C arasındaki geçiş ısısının altındaki metalin bulunduğu fazdır. Bu safhadayken metal istenildiği konumda şekillendirilebilir. Metal eski şeklinin almaz ancak metal ısıtıldığında diğer faza geçer ve hafıza özelliğini kazanarak eski haline döner. 'Austenite' fazında ise; metal atomları daha yoğun ve daha düzenli bir şekilde sıralanmıştır, alaşıma hafıza özelliğini bu ultrastrüktürel yapı kazandırır [48].



Şekil 2.1 Ni-Ti transformasyon grafiği. (M_f: son martensite, M_s: başlangıç martensite, A_f: son austenite, A_s: başlangıç austenite)

Ni-Ti alaşımlı kök kanal aletleri, alaşımın özelliğinden dolayı endodontide geniş kullanım alanı bulmuştur. Ni-Ti esaslı el aletlerinin dentini aşındırma yeteneğinin yetersizliğinden dolayı Ni-Ti esaslı döner alet sistemlerinin geliştirilmesi gündeme gelmiştir. Özel redüksiyonlu angl-druvasına takılıp sabit bir hızla dönerek çalıştırılan esnek Ni-Ti esaslı döner aletlerle kök kanallarının orjinal formunda ve çok daha kısa sürede şekillendirildiği ileri sürülmektedir [61-63].

Kök kanal preparasyon aşamasında karşılaşılan özgün kanal formundan sapma, apikalde fizyopatolojik şekil değişiklikleri ve uzun çalışma süresi, araştırmacıları farklı şekillendirme yöntemlerine, farklı tasarımlarda ya da farklı materyallerden yapılmış kök kanal aletlerinin geliştirilmesine yönlendirmiştir. Döner aletlerin kullanılmasıyla ilgili ilk tanımlama 1892 yılında Oltramare [64] tarafından yapılmıştır. Oltramare' nin yönteminde dikdörtgen kesitli iğneler bir turla kullanılmak suretiyle pasif olarak kanala yerleştirilir ve dönme hareketi başlatılır [24, 64]. Özel olarak endodonti için tasarlanmış ilk angl-druva 1889'da Rollins tarafından tanıtılmıştır [25]. Rollins, bu angl-druvada tirnerf benzeri kaba kanal aletlerini 100 devir/dakika gibi düşük bir hızda döndürerek kullanmıştır. Böylece kanal aletlerinin ince olanlarının kırılması önlemeye çalışmıştır. Bu cihazı 1928 yılında W&H firmasının ürettiği "Endo-Cursor" isimli angl-druva takip etmiştir [24]. 1958 yılında, "Racer" isimli angl-druvanın piyasaya sürülmesi ile

endodontide motor ile gerçekleştirilen kök kanal preparasyonu yaygınlaşmaya başlamıştır. Racer sistemi ile, angl-druvaya takılan kanal aletinin 1 mm'lik mesafede aşağı-yukarı hareket etmesi sağlanmıştır [24]. "Giromatic" isimli angl-druva 1964 yılında Micro-Mega firması tarafından endodontinin hizmetine sunulmuştur. Bu cihazda kullanılan kanal aletleri, aşağı-yukarı hareket ederken aynı zamanda sağa-sola da dönüş yapmaktadır. Aletlerin hareketi 90°'yi aşmamaktadır [65, 66]. Bu süre içerisinde "Endolift" cihazı da Kerr firması tarafından başka bir angl-druva olarak sunulmuştur [24]. Modifiye endodontik başlıkların kullanımı ilk olarak S.E.T. firmasının "Canal Finder" sistemi ile başlamıştır [24]. Canal Finder kısmi olarak esnek hareketler yapabilen ilk endodontik başlıktır. Bu cihaz, ucuna takılan modifiye edilmiş Hedström kanal aletine dikey vuruşlar yaptırırken aynı zamanda aleti çeyrek tur sağa ve sola hareket ettirmektedir [24, 25]. Daha sonraki yıllarda Canal Finder sistemini, değişik hareket prensiplerine sahip Excalibur, Endo-Planer, Intra-Endo ve Canal Leader 2000 isimli cihazlar izlemiştir [24, 67, 68]. Zamanla nikel-titanyum kanal aletlerinin Walia ve Brantley [30] tarafından endodontiye takdim edilmesinden sonra, Wildey ve Senia'nın [39] 1989 yılında "Canal Master" isimli kanal aletini tanıtmaları, nikel titanyum esaslı "Canal Master U" nun gelişmesine yol açmıştır. Daha sonra bu yenilikler sayesinde ilki "Lightspeed" olan Ni-Ti esaslı döner alet sistemleri endodontinin hizmetine sunulmuştur.

Ni-Ti alaşımlar paslanmaz çeliklere göre çok daha yumuşaktır ve çok düşük elastisite modülüne sahiptir. Bu özellikleri sebebiyle paslanmaz çeliklere göre 4-5 kat daha fazla esnektir ve torsiyonel fraktürlere daha fazla direnç gösterir [48, 69]. Ni-Ti eğelerin sahip oldukları fleksibiliteleri nedeniyle eğri kök kanallarında zipping, basamak ve perforasyon oluşturma eğilimleri azdır. Bu özelliklerinden dolayı da eğri kanallarda kullanımı çok daha kolaylıkla sağlanmaktadır [70, 71].

Endodontik kanal eğelerinin yapımında Ni-Ti alaşımların kullanılmaya başlanması ile birlikte güvenilir rotasyonel hareketli preparasyon sistemleri gündeme gelmiştir. Ni-Ti alaşımların torsiyonel ve bükülme özellikleri nedeniyle bu sistemlerde kullanımı mümkün olmuştur. Ancak, kanal eğelerinin kanal duvarına vidalanma ve saplanması engellenmesi için eğenin kesme hareketi yapan kısımları düzleştirilmiştir. Kanal şeklinde istenen konikliği otomatik olarak sağlamak için artan konikliğe sahip eğeler geliştirilmiştir. Koniklikteki artışlar, modifiye crown down tekniği ile kullanıldığında daha küçük eğelerin çalışma boyunda daha yüksek parmak hassasiyeti ve daha az stres altında çalışmasını sağlar.

Döner alet sistemleri; çalışma sırasındaki güvenilirlikleri, şekillendirme zamanını kısaltmaları, farklı kesit alanları, törpülenmiş olan kesmeyen güvenli eğe uçları, apikalden koronale doğru devamlı artan koniklikte şekillendirir. Yanı sıra huni şekli veren tasarımları, Ni-Ti olmaları sebebiyle torsiyonel kuvvetlere yüksek direnç göstermeleri ve farklı koniklikte aletlere sahip olmaları bakımından avantaj sağlamaktadır [48].

Kök kanal preparasyonu yapılırken kanalların hızlı olarak genişletilmesi, kanal şeklinin oldukça düzgün olması, fiziksel olarak daha az çaba sarf edilmesi ve artıkların kolayca çıkartılması nedeniyle rotasyonel hareketli preparasyon sistemleri tercih edilmektedir. Bunun nedeninin motorla kullanılan Ni-Ti kanal eğelerinin, elle kullanılan eğelere göre daha iyi özelliklere sahip bir kanal preparasyonu hazırlaması olduğu belirtilmiştir [3, 25-27, 29, 72].

ISO standartlarına göre, koniklik açıları %2 olarak belirlenmiştir [73]. Bu nedenle geleneksel kök kanal aletlerinde, kanal aletinin çapı her bir mm'de %2 artmaktadır. Ni-Ti esaslı döner aletlerde ise bu kuralın dışına çıkılarak %4, %6 koniklik açısına sahip kök kanal aletleri üretilmiştir. Hatta bazı şekillendirme sistemlerinde %19'a varan koniklik açısına sahip kök kanal aletleri bulunmaktadır [28, 74]. Koniklik açısındaki bu artış sayesinde, silindirik tipte olanlara kıyaslanarak, kök kanal şekillendirilmesi sonrasında istenilen konik formu vermekte daha başarılı olunmuştur [75]. Koniklik açısındaki farklılıklar dışında Ni-Ti esaslı döner aletler, farklı yatay kesiti ve bıçak tasarımları ile de karakterize olmaktadır. Kanal eğelerinde yapılan modifikasyonlar, eğenin enine kesitindeki değişiklikler, kesici spirallerin açısı ve derinliğindeki farklılıklar sonucu değişik tipte kanal eğeleri üretilmiştir [30].

Çalışmalarda Ni-Ti esaslı kök kanal aletlerinin kesme yeteneği hakkında farklı görüşler bildirilmiştir. Bazı araştırmacılara göre, Ni-Ti esaslı kök kanal aletlerinin kullanımı paslanmaz çelik esaslı kök kanal aletlerine oranla daha etkili olmakta ve kök kanallarını daha hızlı şekillendirebilmekte, böylece eğri kanallarda kanal merkezinde kalma hali kolaylaşmaktadır [59, 76, 77]. Aynı şekilde, Haller ve ark. [78] Ni-Ti esaslı kök kanal aletleri kullanıldığında esnek paslanmaz çelik kök kanal aletlerine kıyasla daha merkezde kaldıklarını ve böylece daha dairesel olarak şekillendirme yapmaya olanak sağladıklarını bildirmişlerdir. Yapılan bazı çalışmalarda ise, paslanmaz çelik esaslı yuvarlatılmış uçlu kök kanal aletlerinin kök kanalını şekillendirmesinde, Ni-Ti esaslı kök kanal aletlerine kıyasla daha üstün oldukları gösterilmiştir [59, 79].

Ni-Ti esaslı döner aletler, özellikle eğri kök kanallarında etkin ve hızlı bir biçimde kök kanal şekillendirmenin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Çekilmiş dişler ve akrilik rezin blokların her ikisinde de yapılan çalışmalar göstermektedir ki, Ni-Ti döner sistem aletleri paslanmaz çelik ve el aletleri ile karşılaştırıldığında daha hızlı, daha merkezi, daha yuvarlak ve daha konservatif bir şekillendirme yapılmasına olanak sağlamaktadır [78, 80-84]. Eğimin yarıçapı, eğimin açısı, kök kanal aletinin büyüklüğü gibi parametreler Ni-Ti döner sistem aletlerinin eğri kök kanallarındaki başarısı üzerine etkili olmaktadır. Eğimin yarıçapı azaldıkça kök kanal aletinin üzerindeki gerilim ve zorlama miktarında artış olmakta, bu da kanal aletlerin kırılmasına veya kök kanal transportasyonu gibi istenmeyen durumlara sebep olmaktadır [85].

Klinikte kullanımı sırasında Ni-Ti döner sistem eğelerinin dikkat edilmesi gereken önemli hususlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Şekillendirme sırasında ‘Crown Down Tekniği’ uygulanmalıdır.
- Kanal aletlerine fazla kuvvet uygulanmamalıdır.
- Sodyum hipoklorit (%5,25-%2,5) ile sık sık irrigasyon yapılmalıdır.
- Apikal tıkanmayı önlemek için her eğe kullanımdan sonra kanallar yıkanmalıdır.
- Şekillendirme sonrası oluşan smear tabakası uzaklaştırılmalıdır. En son uygulanan sodyum hipoklorit sonrasında kök kanalının EDTA ile yıkanması tavsiye edilmektedir.
- Her kullanımdan sonra eğelerin yivleri kontrol edilmelidir.
- Eğelerin kullanımı esnasında bıçakların yivleri arasında kalan dentin artıkları sık sık temizlenerek şekillendirme işlemine devam edilmelidir.
- Kök kanalı içerisinde ilerlemeye direnç görüldüğü zaman, özellikle apikal üçlüde, kuvvet uygulanmamalıdır.
- Eğeler birden fazla kullanıma müsait ise, özellikle çok eğri ve ters kurvatürlü kanallarda kullanıldıktan sonra tekrar kullanılmamalıdır.

Çalışma sırasında uygulanması gereken en uygun hız aralığı üretici firmaların önerdiği şekilde 150-600 devir/dakika (rpm) olmalıdır [86, 87].

2.3.1. Çalışmamızda Kullanılan Ni-Ti Kök Kanal Aletlerinin Genel Özellikleri

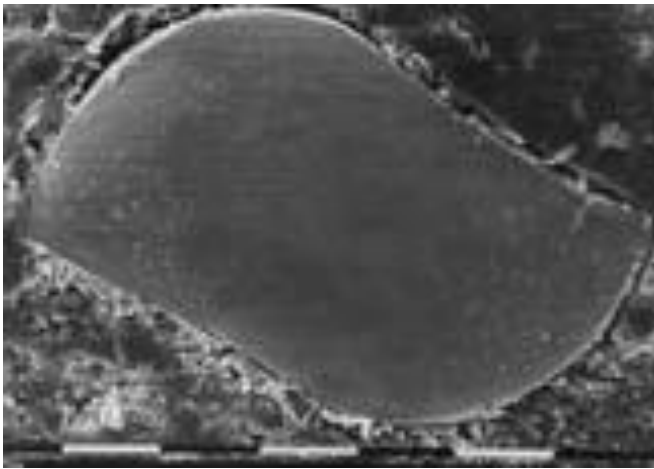
2.3.1.1. Mtwo

Mtwo Ni-Ti döner kanal eğelerinin (VDW, Münih, Almanya) ana serisi, açısı .04 ile .07 arasında olan ve numaraları 10' dan 40' a uzanan sekiz eğeden oluşur (Şekil 2.2). Üretici firmaya göre tüm eğeler kök kanalının çalışma boyutunda kullanılmalıdır [88]. Eğeler ön koronal genişletme yapmadan 300 rpm hızda kullanılmaktadır [89].

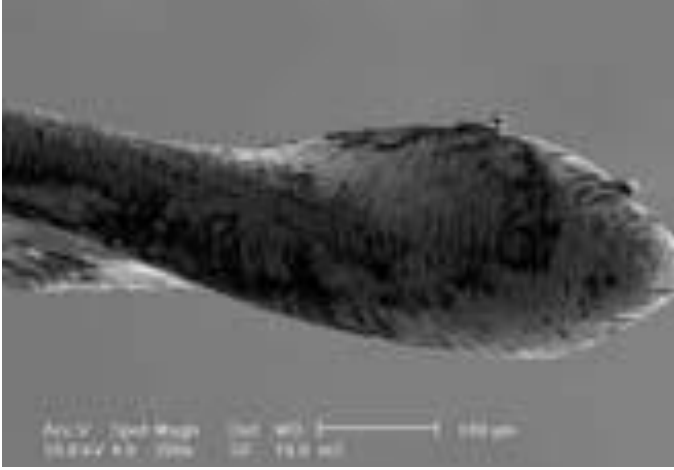


Şekil 2.2 Mtwo kök kanal eğeleri

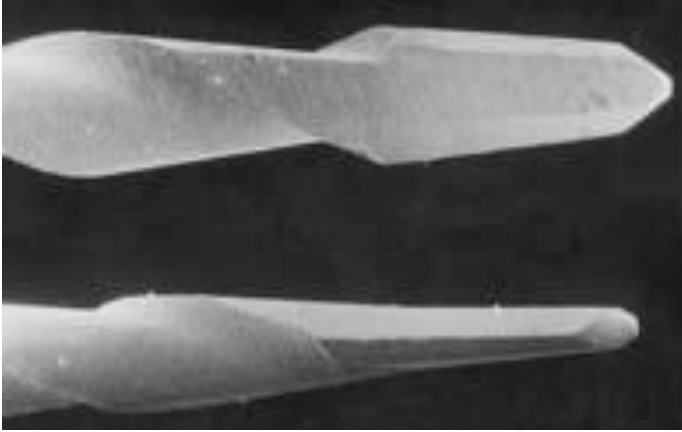
İtalik S şekilli kesiti ve kesici olmayan güvenli bir ucu vardır (Şekil 2.3). Bu eğeler iki kesici kenarıyla dentini etkili şekilde kestiği iddia edilen pozitif kesme açısı ile karakterizedir [88].



Şekil 2.3 Mtwo serisinin enine kesitinin SEM görüntüsü [88].



Şekil 2.4 Mtwo serisinin uç kısmının SEM görüntüsü [88].



Şekil 2.5 Mtwo serisinin kesici bıçaklarının lateral görünümü [89]

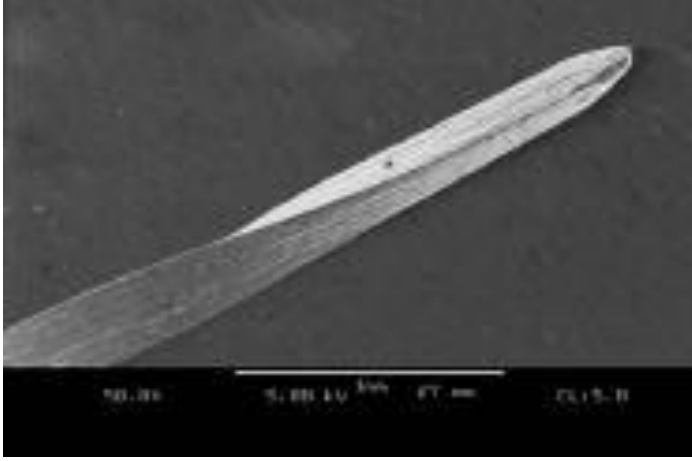
Heliks açısı değişken ve kendine özgüdür. Büyük numaralı eğelerde heliks açısı daha fazla iken küçük numaralı eğelerde açı azaltılmıştır (Şekil 2.4-2.5). Bu, büyük numaralı eğelerin küçük numaralılara göre kesme etkinliğinin daha fazla artmasına ve daha fazla mekanik dirence sahip olmasına neden olur [89].

Kesici kenarları arasındaki mesafe uçtan sap kısmına doğru artmaktadır. Bu tasarımın devamlı rotasyon sırasında sıkışmayı önlemek ve debrisin apikale doğru taşınmasını azaltmak şeklinde iki fonksiyonu vardır [88].

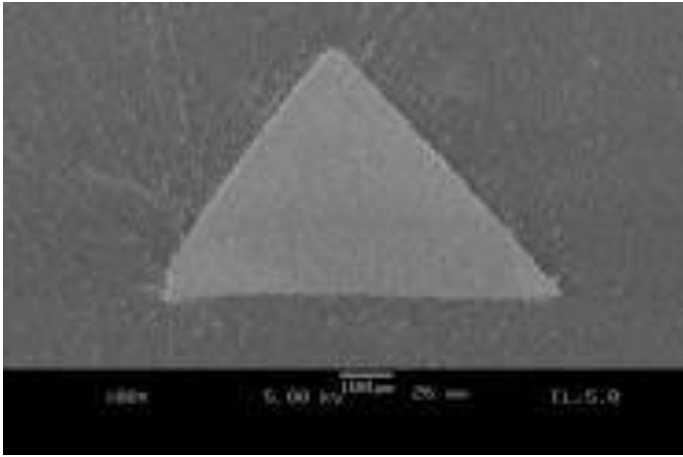
Dental debrisi uzaklaştırmak için maksimum boşluğa, güvenli ve hızlı preparasyon için de minimum dairesel kanal duvarı temasına sahiptir. Yüksek esnekliği ve yorulmaya olan direnci, Mtwo Ni-Ti döner kanal eğelerinin birçok eğri kanalda etkili ve güvenilir şekilde kullanılmasını sağlar [89].

2.3.1.2. Twisted File

Özel olarak ısıl işleminden geçirilen Ni-Ti tellerin bükülmesi ile elde edilen bir eğe serisidir. R-faz ısı teknolojisi ile üretilen bu eğelerin, diğer döner eğeler ile karşılaştırılınca kırılmaya olan direncinin 2-3 kat daha fazla olduğu ve %70 daha fazla esneklik kazandığı görülmüştür [90, 91] Eğelerin, şekilli kesiti ve kesici olmayan güvenli bir ucu vardır (Şekil 2.6-Şekil 2.7).



Şekil 2.6 Twisted File serisinin uç kısmının SEM görüntüsü [92]



Şekil 2.7 Twisted File serisinin enine kesitinin SEM görüntüsü [92].

Diğer Ni-Ti döner alet serilerindeki imalat sırasında aşındırma işlemlerinde oluşan yüzey çizikleri ve diğer defektlerin bulunmamasından dolayı bu aletlerde kırılmanın daha az görüldüğü ileri sürülmektedir. Güvenli bir giriş yolu açılması için yeterince dayanıklıdır ve bu işlemi verimli bir şekilde yapabilecek kadar da esnektir [91].



Şekil 2.8 Twisted File kök kanal eğeleri

Yapılan çoklu laboratuvar çalışmalarında, diğer döner aletlere olan üstünlükleri kanıtlandığı iddia edilmektedir. Kırılma direncinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, Twisted File eğelerinin geleneksel Ni-Ti rotary eğelerinden daha iyi performansa sahip olduğu gösterilmiştir [90]. Twisted File eğeleri ve geleneksel Ni-Ti döner eğelerinin torsiyonel streslerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise Twisted File eğelerinin kırılması için çok büyük miktarda enerji harcanması gerektiği ve Twisted File eğelerin, kullanıcı önerisinin %60'ın daha fazla arttırılmış tork değerine dahi dayanabildiği kanıtlanmıştır [90] (Şekil 2.8-Şekil 2.9).

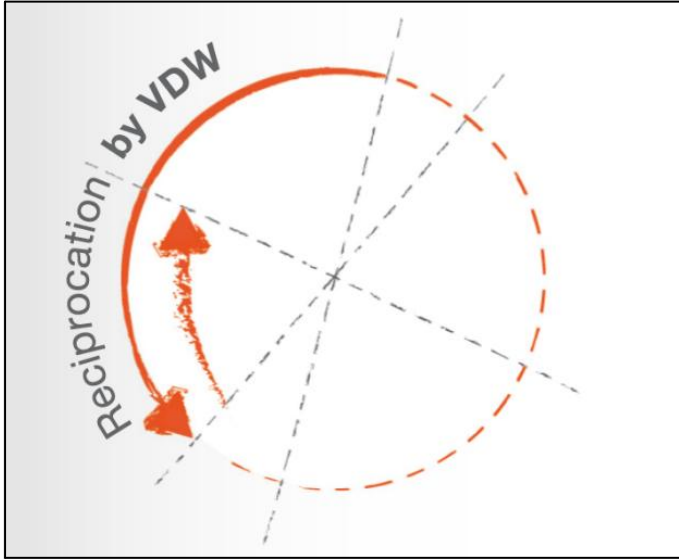
Twisted File eğelerinin anterior bölgede; .08/25, .06/30, .04/40 ve posterior bölgede; 08/25, .06/25, .06/30 eğeler ile preparasyon tamamlanır [91]. Large asorti, small asorti veya sorti blisterler şeklinde piyasada bulunabilmektedir. 23 mm veya 27 mm'lik boyut seçenekleri mevcuttur. Üretici firma apikal preparasyon için de benzer yöntemle geliştirilen özel aletler üretmiştir [1, 91].



Şekil 2. 9 Twisted File kök kanal eğeleri fleksibilitesi

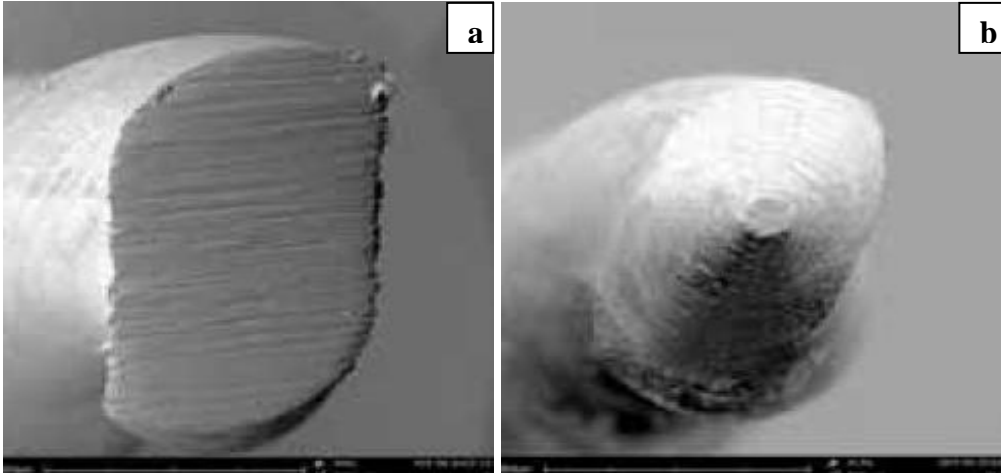
2.3.1.3.Reciproc Kanal Eğeleri

1985 yılında Roane [93] tarafından balanced force tekniğinin geliştirilmesinden sonra Yared [94] kanal preparasyonunda resiprokasyon hareket yapan tek eğe Ni-Ti döner alet sistemi üzerine çalışmalar yapmış ve özellikle resiprokasyon hareketi ile çalışan bir sistem geliştirmiştir.



Şekil 2.10 Reciproc kök kanal eğesi dönüş yönü

Reciproc eğelerinin çalışma prensibi dengeli kuvvet tekniğine dayanmaktadır [95]. Çalışma prensibinde öncelikle reciproc eğe saat yönünde (kesme yönü) 150°lik bir dönüş yapar daha sonra eğeyi kök kanalı içinde serbestleştirerek saat yönünün tersine 30°lik bir dönüş yapar. Eğe 360°lik bir tam dönüşü bir kaç resiprokasyon hareketi yaparak tamamlar (Şekil 2.10-Şekil 2.11). Kesme yönündeki rotasyon hareketi ters yöndeki rotasyon hareketinden daha büyük olduğu için eğe apekse doğru kesim yaparak ilerler [94-96]. Eğenin açılı sistemi Reciproc eğeleri için özel dizayn edilmiştir. Reciprocal açılıdırma sayesinde eğenin elastikiyeti artar, böylece kırılma riski minimuma iner [95, 96].



Şekil 2.11 a.) Reciproc eğeleri S şekilli kesiti b.) Reciproc eğeleri non-cutting uç



Şekil 2. 12 Reciproc kök kanal eğeleri

Resiprokasyon hareketi ile çalışan eğeler, ebatları ISO renkleriyle işaretlenmiş M-wire teknolojisiyle üretilmiş Ni-Ti enstrümanlardır (Şekil 2.12). Tek veya az sayıda kök kanal aleti ile preparasyonunun tamamlanması hedeflenerek imal edilmişlerdir. Piyasaya blister ambalajlarında steril olarak sunulmuşlardır. Aletler otoklavlanamadığından tekrarlayan kullanımlarla metal yorulmasının önüne geçilmeye çalışılarak tek kullanımlık olarak üretilmişlerdir [1].



Şekil 2.13 VDW Silver, resiprokasyon modu

VDW Silver Endo Motorun "resiprokation" modu ile kullanılmaktadırlar [95].(Şekil 2.13)

2.3.1.4. SAF Sistem

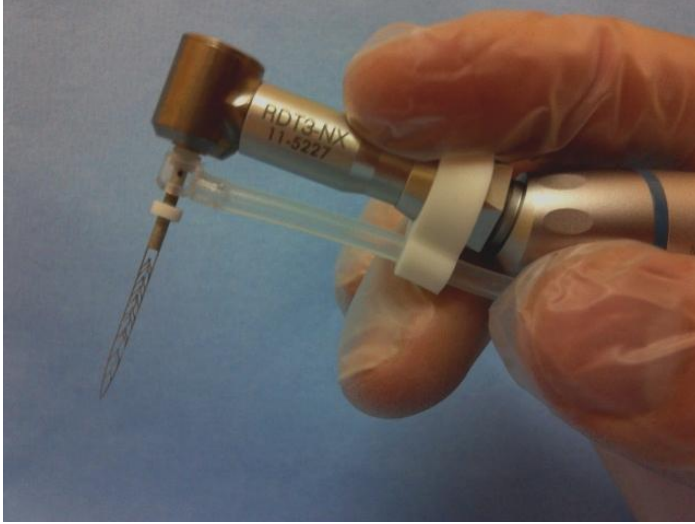
Delikli ve ince silindirik Ni-Ti içerisine kafes şeklinde hazırlanan bir çeşit eğedir. 120 µm kalınlığında ağısı bir yapısı vardır. Eğe kanal içinde sıkışarak veya genişleyerek kanal duvarlarına tam temas sağlayacak şekilde esnek bir dizayna sahiptir (Şekil 2.14). Örgü yapı hafif bir aşındırıcı etki sağlar. Tüm preparasyon işlemi boyunca üç boyutlu olarak temizleme ve şekillendirme sağlayan tek bir eğe olarak kullanılır [1, 97].



Şekil 2.14 SAF Sistem kök kanal eğeleri

SAF Sistem eğesi kanala yerleştirilmeden önce kök kanalı 20 numaralı K tipi eğe ile hazırlanmalıdır. İleri geri titreşimli bir başlıkla dakikada 3000-5000 devir ile ve 0,4

mm'lik titreşimlerle uygulanır (RDT3 başlık ile uyumlu NSK-ER4)(Şekil 2.15). Eğeye uygulanan çevresel basınç tüm kanal yüzeyi boyunca sert dokunun uzaklaştırılmasını sağlar. Oval veya çok ince kanallarda bile mekanik preparasyon yapabilmektedir [97].



Şekil 2.15 RDT3 başlık

Rijit bir metal kor yapısı içermediğinden kök kanallarının düzleşmesine neden olmadığı ve kanal kurvatürlerine uyum sağladığı bildirilmektedir [97, 98]. Aynı zamanda eğenin içindeki boşluk sayesinde SAF Sistemin özel irrigasyon aparatı olan VATEA ile sürekli irrigasyon uygulanabilmekte ve bu sistemin de etkili bir irrigasyon sağladığı ileri sürülmektedir [97, 98] (Şekil 2.16).

VATEA irrigasyon sistemi, ayarlanabilir irrigasyon solüsyonu akış hızı ile preparasyon esnasında devamlı ve etkin bir irrigasyona olanak sağlar. Sistem üzerindeki LED ışıklı gösterge ile preparasyon süresi boyunca kullanılacak irrigasyon miktarı ml/dakika şeklinde ayarlanabilir. Sisteme bağlı olan ayak pedalı, preparasyon sırasında irrigasyonun devamı için açma ve kapama kolaylığı sağlar [97, 98].



Şekil 2.16 SAF Sistem, VATEA irrigasyon aparatı

SAF Sistem eğelerinin kanal içinde kırılıp saplanmadığı, bunun yerine sadece eğenin ağısı yapısında defektler oluşabileceği bildirilmiştir [1, 97, 98]. SAF Sistem eğelerinin 21, 25 ve 31 mm'lik boyutları mevcuttur.

2.4. Kök Kanallarının Preparasyon Yöntemleri

Kanal eğelerindeki değişikliklere ilave olarak, kök kanal sisteminin biyomekanik preparasyonunda farklı teknikler geliştirilmiş ve bunların etkinlikleri birçok çalışmada farklı yöntemlerle incelenmiştir [16, 23, 31, 32].

Preparasyon esnasında kullanılan değişik teknikler ve aletler kanal içindeki gerek yumuşak gerekse sert dokuların uzaklaştırılmasının yanında kanal dolgu maddelerinin kanal içine kolayca yerleştirilmesine de yardımcı olur. Ancak, kök kanallarının kompleks yapısı preparasyon ve irrigasyon sonrası artıkların kanaldan uzaklaştırılmasını güçleştirir. Preparasyon amacı ile kullanılan kanal aletlerinin dentin dokusunu kesme etkinliği aynı zamanda kanalı şekillendirebilme yeteneği kullanılan aletlerin dizayn ve çalışma dinamikleri ile ilgilidir [72].

Kanal preparasyonu için önerilen teknikler, apikal bölümde genişletmeyi ön plana alan veya koronal bölümdeki genişletmeyi öncelikle yapan yaklaşımlar olmak üzere iki ana grup altında toplanabilir [1].

2.4.1. Apikal Genişletmenin Öncelikle Yapıldığı Teknikler

2.4.1.1 Standardize Preparasyon Tekniği

İlk geliştirilen kök kanalı şekillendirme yöntemlerinin ve bugün birçok dişhekimi tarafından klasik yöntem diye adlandırılan “Geleneksel yöntem” veya “Apikal stop preparasyonudur [6].

Bu yöntemde, özellikle hangi tip eğelerin kullanılması gerektiği belirtilmemiştir. Genellikle düz kanallarda uygulanmıştır ve şekillendirmenin kaç numaralı eğe ile bitirilmesi gerektiği belli değildir [6].

Kanala uygun olan eğenin çalışma boyunda yerleştirilmesinden sonra çeyrek dönüşten yarım dönüşe kadar saat yönünde hareket verilir ve sonra geri çekilir. Eğe temizlenir ve tekrar kanala yerleştirilerek bu işleme üç çeyrek dönüşle devam edilir. Tekrar çıkartılır, temizlenir ve bu defa tam bir dönüş yapılır. Eğenin dönmesinde herhangi bir engelle karşılaşmadığından emin olunduktan sonra bir üst numaraya geçilir. İlk uygulanan eğe daha büyük eğelerin kullanılmalarından sonra tekrar kanal içi debrislerin alınması ve duvarlardaki düzensizliklerin giderilmesi amacıyla kullanılır. İşlemler sırasında irrigasyon solüsyonlarının bol miktarda uygulanmasının ve eğelerin nemli bir ortamda çalışmasının önemi büyüktür [1].

Bu teknikle kök ucundan koleye doğru konik şekilde genişleyen bir kanal hazırlamak imkansızdır. Özellikle eğri kanallarda bu şekil gerçekleştirilemez. Apikal transportasyon, perforasyon veya duvarda çentik oluşumuna neden olunabilir [99].

2.4.1.2 Step-Back Tekniği

Step-back yönteminde ana kural şekillendirmenin apikalden koronale doğru yapılmasıdır [6]. Teknik özetle şu şekilde uygulanır:

Kök kanalı, çalışma boyuna kadar 25 numaralı eğe ile prepare edilmişse 30 numaralı eğe 25 numaradan 1 mm kısa olarak yerleştirilir. 30 numaralı eğe rahatça çalışmaya başladığında 25 numaralı eğe tekrar kanala çalışma boyutunda yerleştirilerek kanal duvarında basamak ortadan kalkıncaya kadar kullanılır. Her bir eğe yaklaşık olarak 1 mm kısa olarak uygulanır. Bununla beraber her işlemde sonra 25 numaralı ya da iki önceki eğe ile ara egelemeler yapılır [1].

Bu tekniğin avantajları arasında, basamak oluşturma ve perforasyon oluşturma ihtimalinin azalması, düzensiz şekilli kanallarda düzgün bir genişletme elde edilmesi, kanalda daha başarılı bir boşaltma sağlanması, klinik uygulama süresinin kısalması ve

preparasyonu dar olan apikal bölümden yukarı doğru açılışı fazlaştırdığından gutta perka ile yapılan kanal dolgusunda ideal bir kondensasyon sağlanması sayılabilir [1].

2.4.1.3 Balanced-Force (Roane) Tekniği

Bu teknik eğri kök kanallarının preparasyonu amacıyla 1985 yılında Roane ve ark. [93] tarafından geliştirilmiştir. Teknik için özel tasarlanan Flex-R eğeleri dört hareketle kullanılır [93].

1. Döndürmeden hafif bir basınçla kök kanalına yerleştirilir.
2. 180° saat yönünde çevrilir.
3. Dentini aşındırma amacıyla saat yönünün tersi yönde 120° veya daha büyük açılarla eğenin kaldırabileceği kadar basınçta eğeye bir veya iki devir rotasyon hareketi yaptırılarak apekse doğru itilir. Bu işleme çalışma boyunda istenen derinliğe ulaşana kadar devam edilir.
4. Döndürmeden kanaldan çıkarılır [6].

Bu teknikte aşırı eğri kanallarda ideal bir preparasyon yapılabilmesine karşın, preparasyonlar çok geniş ve kök kanal eğeleri kırılmaya yatkındır [1].

2.4.1.4 İlerleyen Şekilde Genişletme Tekniği

Uygulamalar Step-back yöntemine benzemektedir. Apikal preparasyon, eğeleme ve koronal 2/3 kök bölgesinin eğelenmesi şeklinde üç aşamalıdır. Çalışma boyutu kanal boyutundan 3/4 mm eksik belirlenir. K tipi eğe ile başlanan eğenin üç boyut büyüğüne kadar prepare edilir. Önce 2 sonra 3 numaralı Gates Glidden (GG) frezler ile kanal kurvatürüne kadar prepare edilir. 10-15 numaralı K tipi eğelerle tekrar kontrol edilir. En son kullanılan eğeden dört numara büyüğüne kadar 0,5 mm azalarak preparasyon yapılır. Son olarak H tipi eğe kullanılarak preparasyon tamamlanır [1].

2.4.2. Koronal Genişletmenin Öncelikle Yapıldığı Teknikler

2.4.2.1 Step-Down Tekniği

Goerig ve ark. [100] tarafından molar kök kanallarında apikal preparasyonun kolaylaştırılması amacıyla geliştirilmiştir. Step-back ve basınçsız crown-down yöntemlerinin bir kombinasyonudur [101].

Preparasyon koronal giriş, radiküler giriş ve apikal preparasyon olmak üzere üç aşamada yapılmaktadır. Kanalin koronal 2/3'ünün preparasyonu 15-25 numaralı Hedström eğeler ile yapılır. Eğeler hafif basınçla kanala yerleştirilir ve furkasyondan uzak karşı taraftaki kanal duvarına doğru yönlendirilerek aşağı yukarı hareketlerle kullanılır. İrrigasyon yapıldıktan sonra 2 numaralı veya daha yüzeysel olarak 3 numaralı GG frezleri koronal kısmın genişletilmesinde kullanılır [1, 100].

Hedström eğeleri ve GG frezlerinin kullanımı ile kanalın koronal 2/3'ünde genişletme sağlanır ve apikal bölüme düz bir giriş elde edilir. Apikal bölüm çalışma boyu belirlendikten sonra Step-back tekniğindeki gibi prepare edilir [100].

Tekniğin dezavantajı, özellikle dar kanallarda basamak oluşumu, apikal blokaj ve perforasyondur [6].

2.4.2.2 Double-Flared Tekniği

Fava [102] tarafından 1983 yılında tasarlanmıştır. Bu teknik düz kanallar veya eğri kanalların düz bölümlerinde önerilir. Kalsifiye kanallarda, genç daimi dişlerde ve açık apeksli dişlerde önerilmemektedir.

Bu teknikte pulpa odasında irrigasyon yapılarak 15-20 numaralı bir eğe radyografide belirlenen ortalama çalışma boyuna kadar ileri-geri hareketlerle yerleştirilir. Bu işlemin amacı, irrigasyon solüsyonunun kanalın derinliklerine kolayca ulaşmasını sağlamaktır. Çalışma boyunu belirlemek için radyografi alınır. Sonrasında irrigasyon yapılarak, koronalden apikale doğru kökün servikal üçlüsünde sıkışacak bir eğe ile preparasyona başlanır ve sırasıyla sonraki küçük numaralı eğeler çalışma derinlikleri 1'er mm artırılarak apikal 1/3 kök kısmının başlangıcına kadar preparasyona devam edilir. Ardından irrigasyon yapılarak çalışma boyuna ulaşmaya kadar preparasyona devam edilir. Çalışma boyuna ulaşıldıktan sonra kanal step-back tekniği ile prepare edilir [102].

2.4.2.3 Crown-Down Basınçsız Preparasyon Tekniği

Bu yöntem Morgan ve Montgomery [103] tarafından tasarlanmıştır. Bu preparasyon tekniğinde, eğeler büyükten küçüğe doğru kullanılarak kök kanalının koronal bölümünün öncelikli olarak genişletilmesi ana prensiptir. Pulpa odasına girişi takiben 2/3 koronal bölüme yapılan radiküler girişle preparasyona başlanır [1].

Bu teknikte 35 numaralı eğe kuvvet uygulanmadan ilk dirençle karşılaştığı noktaya kadar ilerletilir. Penetrasyon derinliği ölçülür, bu derinlik 16 mm veya eğimin başladığı nokta olmalıdır. 16 mm'den daha kısa ise radyografiye bakılarak bu direnç noktasının eğimden mi yoksa daralmadan mı kaynaklandığı belirlenir. Eğimden dolayı ise; bu derinlik radiküler giriş mesafesi olarak kullanılır. Daralmadan kaynaklanıyor ise; 35 numaralı eğe kolayca 16 mm derinliğe ulaşana kadar el eğeleri ile kanal genişletilir. Sonra 2 ve 3 numaralı GG frezleri radiküler girişi tamamlamak için apikal baskı uygulanmadan kullanılır. Geçici çalışma boyu teşhis filminde apeksten 3 mm kısa olacak şekilde belirlenir. 30 numaralı eğe kanalda ilk dirençle karşılaştığı yere kadar yerleştirilir ve apikal baskı uygulanmadan iki tur döndürülür. Aynı şekilde 25 numaralı eğe uygulanır. Bu seri sıra ile en küçük eğe geçici çalışma boyuna ulaşana kadar tekrarlanır. Geçici çalışma boyuna ulaşan eğe tekrar kanala yerleştirilir ve gerçek çalışma boyunu belirlemek için radyografi alınır. Eğe radyografik apeksten 3 mm veya daha kısa yerleşmişse bir küçük eğe kanala yerleştirilip pasif olarak iki defa döndürülerek kanaldan çıkarılır. Bu işlem gerçek çalışma boyuna ulaşana kadar tekrarlanır. Bu ilk preparasyon serisidir. İkinci ve üçüncü preparasyon serileri 35 ve 40 numaralı eğe ile başlar ve ilk preparasyon serisindeki işlemler aynı şekilde tekrarlanır. Bu şekilde güvenli bir apikal preparasyon elde edilinceye kadar işleme devam edilir. Bu teknikte eğelere ön eğim verilmez [103].

Teknikte kanalın korondan apikale doğru genişletilmesi, apikalden daha az debrisin taşmasını sağlar [21]. Fakat bu tekniğin uygulanması daha zordur. Apikale geçiş sırasında basamak oluşma tehlikesi yüksektir ve GG frezlerinin motorla kullanımı ile furkasyon bölgesinde lateral perforasyon oluşma tehlikesi vardır [6].

2.4.2.4 Canal Master Teknik

Bu teknik Wildey ve Senia [39] tarafından önerilmiştir. Yöntemde kesici olmayan uç bölümü, kısa bir kesici baş kısmı ve esnek olan gövde bölümünden oluşan Canal Master adı verilen özel eğeler kullanılır. Bu eğeler elle ve turla uygulanmak üzere iki tipte üretilirler [1].

Yöntem; eğri kanallarda çalışma boyunun tesbitinden sonra turla kullanılan 80 numaralı eğeyle kanalda engelle karşılaşılan derinliğe kadar inilir ve preparasyona geçilir. Koronal genişletmenin ardından elle kullanılan eğe grubuna geçilir. Eğri

kanallarda düz kanallardan farklı olarak küçükten büyüğe ve apikalden koronale doğru ilerlenir [1].

Bu teknikle yapılan preparasyonların geleneksel eğelere oranla daha hızlı ve kolay olduğu, ayrıca eğimli kanallarda transportasyonu önemli miktarda azalttığı belirtilmiştir [81, 104].

2.4.2.5 Antikurvatür Eğeleme Tekniği

Bu yöntem Abou-Rass ve ark. [105] tarafından geliştirilmiştir. Eğri kök kanallarında kurvatüre bağlı olarak kök kanal duvarı ile sement arasındaki dentinin kökün her bölgesinde aynı kalınlıkta olmadığı ve strip perforasyonun önlenmesi düşüncesiyle önerilmiştir [1].

Teknikte çevresel eğelemenin aksine, önceden eğim verilmiş kök kanal aletleriyle kanal dış kurvatüründen daha fazla eğeleme yapılır. Böylece karşı kurvatürdeki tehlikeli bölge korunur [6].

Kök kanallarının temizlenip şekillendirilmesinde, kök kanal dolumuna yer sağlayacak genişletme için eğelerin kullanımının yanısıra işlemin tamamlayıcı bir bölümü olarak irrigasyonun da yapılması gerekmektedir. Kanalların tam olarak boşaltılıp temizlenmesi, etkin bir preparasyon ve irrigasyon kombinasyonu ile başarılıdır [1].

2.5. Kök Kanal Preparasyonunda İrrigasyonun Önemi

Kök kanal yapısında var olan yan kanalların, dallanmaların ve dentin tübüllerinin dezenfeksiyonunun yalnızca mekanik şekillendirme ile sağlanması mümkün değildir. Etkin ve bütünsel bir dezenfeksiyon biyomekanik şekillendirme ile sağlanabilmektedir. Bu amaçla; kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında yıkama solüsyonlarından faydalanılmaktadır [1]. Kök kanallarının temizleme ve şekillendirilmesi kanal aletleriyle yapılmasına rağmen bu işlem sırasında bol miktarda irrigasyon solüsyonu kullanılarak kök kanallarının yıkanması gerekmektedir [106]. Grossman [107], 1943 yılında kök kanallarının iyi bir şekilde temizlenmesi ve genişletilmesi amacıyla bol miktarda irrigasyon yapılması gerektiğini vurgulamıştır.

Kök kanal tedavisinde mekanik işlemler sırasında;

1. Debris parçacıklarını (enfekte, yumuşak ve/veya sert doku artıkları) uzaklaştırılır. Böylece bu parçacıkların apikal bölgede birikmesi, apikal bölgenin

tıkanması ve bu bölgeye ulaşamayarak apikal şekillendirmenin yetersiz kalması önlenmiş olur.

2. Mikroorganizmaların beslenmesi için gerekli olan organik artıkların uzaklaştırılmasıyla bakterilerin besiyerleri elverişsiz hale getirilmiş olur.
3. Kayganlaştırıcı özelliklerinin etkisiyle kanal aletlerinin kesme etkinliği artırılarak kök kanalı içinde daha etkin hale getirilmiş olur.
4. Kanal duvarlarının preparasyon sırasında sürekli ıslak kalması sağlanarak kanal aletlerinin kanal içinde sıkışması önlenmiş olur. Yapılan çalışmalarda, döner alet kullanırken yapılan irrigasyon işleminin, cihazın tork değerini azalttığı ve böylece de aletlerin kök kanalı içerisinde kırılma riskinin de azaltılmış olduğu tespit edilmiştir [1, 7, 108-111].

İstenilen bu özelliklerin sağlanması aynı zamanda irrigasyon solüsyonunun;

- kimyasal yapısına,
- konsantrasyonuna,
- pH'ına,
- dentinle temas ettiği süreye,
- penetrasyon gücüne,
- tazeliğine,
- sıcaklığına,
- uygulanması esnasında kullanılan enjektörün tipine,
- uygulanım yüzeyinin sertliği ve gerilimine bağlı olduğu da yapılan çalışmalarda gösterilmiştir [112, 113].

Sodyum hipoklorit (NaOCl) solüsyonun endodonti pratiğinde ilk kullanan Coolidge'dir [114]. NaOCl; nekrotik doku çözücü, antimikrobiyal ve kayganlaştırıcı özellikleri sebebiyle popüleritesini günümüzde de halen sürdürmektedir [115-117].

2.5.1 Sodyum Hipoklorit

Nekrotik dokular üzerinde vital dokulardan daha büyük çözme etkisine sahiptir. Proteinlerle temas ettiğinde kısa sürede azot, formaldehit ve asetaldehit oluşur. Proteinlerin erimesi sonucu peptid bağları kopar. Bu işlemler esnasında amino gruplarındaki hidrojen ve klorla kloramin oluşturarak yerine konur. Bu da

antimikrobiyal etkinlikte önemli bir rol oynar. Böylece nekrotik doku ile pü erir ve antimikrobiyal ajan enfekte alanlara daha kolay ulaşarak etkinlik gösterir [1].

Sodyum hipokloritin antimikrobiyal ve doku eritici özellikleri solüsyonun içerisindeki hipokloröz asit miktarına bağlıdır. Genellikle diş hekimliğinde kullanılan sodyum hipoklorit solüsyonu inorganik olarak ticari çamaşır sularından elde edilir. Etken madde olan hipokloröz asit, ayrıca organik olarak enflamasyon bölgesinde bulunan aktifleşmiş fagositler (özellikle nötrofiller) tarafından da salgılanır [118]. Enflamasyon bölgesindeki nötrofiller stimülasyon ile birlikte yüksek miktarlarda süperoksit ve hidrojen peroksit salgırlar [119]. Bu hücreler tarafından sentezlenen H_2O_2 'nin % 70'i myeloperoksidaz enziminin katalizör görevi görmesi ile klorin iyonlarıyla tepkimeye girer ve hipokloröz asitde (HOCl) dönüşür [119]. Hipokloröz asit vücut savunması için çok önemli bir mikrosidal ajandır. Bu etkisini, ne bakterilerin ne de memeli hücrelerinin hiçbirinin toksik etkilerini karşılayabilecek enzimlere sahip olmamasına bağlıdır [118]. Hipokloröz asit, doku proteinleri ve diğer N-bileşikleri ile hemen tepkimeye girer ve antimikrobiyal etkiye sahip kloramin ve nitrojen-klorin türevlerinin ortaya çıkmasına neden olur [118]. Kök kanalı içerisindeki nekrotik dokular ve pürulan maddeler bu şekilde HOCl tarafından eritilerek mikrobiyal ajanların enfekte bölgelere ulaşmasına sebep olur. Bu bölgelerin daha iyi temizlenmesini sağlar [120]. Sodyum hipokloritin mikroorganizmalar üzerindeki etkisi tam olarak bilinmemektedir. Konu üzerine yapılan bazı çalışmalardan edinilmiş sonuçlara göre;

1. Sodyum hipokloritin hücre duvarından penetre olarak bakteri hücresinin ATP üretmek için kullandığı oksidatif ve fermentatif yolu bozduğu [119],
2. Hücre içindeki ATP' nin bitmesi ile ilgili mekanizmanın, oksitleyici ajanların poly-ADP-ribose polymerase enzimini aktifleyerek ATP sentezini bozmaları ile alakalı olduğu [121],
3. Mitekondrilerde hasara yol açarak, glyceraldehyte-3-phospate dehydrogenase enziminin sülfür hidril gruplarının oksidasyonu sonucu, hücrenin glikolizis yolu ile ATP üretmesine engel olduğu düşünülmektedir [122, 123].

Endodonti pratiğinde kullanılan sodyum hipoklorit konsantrasyonları % 0,5- %5,25 arasında değişmektedir [5, 55, 124-126]. Hangi konsantrasyonun klinik uygulamada daha etkin olduğuna dair kesin bir görüş bulunmamaktadır. Dakin'in %0,5 NaOCl solüsyonu açık yaraların tedavisi için tasarlanmıştır. Bu nedenle istenilen etkinin sağlanması için dar bir alan kök kanal sisteminde daha yüksek konsantrasyonların kullanılması gerektiği düşünülmüştür. Kök kanal şekillendirilmesi sırasında kanal

aletleri kanal içerisinde her bölgeye ulaşamadığından, bu bölgelerde kalabilecek nekrotik doku artıklarını ve mikroorganizmaları irrigasyon solüsyonlarının eritmesi ve uzaklaştırması gerektiği düşünülmektedir. Bu amaçla hangi konsantrasyonun en ideal olduğu konusunda ortak bir görüş olmamakla birlikte %0,5-10 arasındaki çeşitli NaOCl solüsyonları kullanılmaktadır. Ancak sulu NaOCl bileşiklerinin konsantrasyonları artırıldığında doku çözebilme kapasitelerinin yanında toksik etkileri de doğru orantılı olarak artmaktadır [127].

Byström ve Sundqvist'in [55, 124] yaptıkları *in vivo* çalışmaları destekleyen ve aynı sonuçları elde eden araştırmacılar %0,5 ile %5 NaOCl arasında antimikrobiyal etkinlik bakımından bir fark bulunmadığını, bu yüzden daha az toksit etkili olan % 0,5 NaOCl' in kullanılması gerektiğini savunmaktadırlar [113, 125, 128]. Diğer araştırmacılar ise son dönemlerde inatçı endodontik enfeksiyonlardaki mikroorganizmaların eliminasyonuna yönelik çalışmaların artması sonucu elde edilen veriler ışığında NaOCl' in daha fazla seyreltilmeden %3-5,25' lik konsantrasyonlarının kullanılmasını önermektedirler [42, 129-131].

Gomes ve ark. [129] 76 adet kan difüzyon testi kullanarak, çeşitli konsantrasyonlardaki NaOCl'nin *E. faecalis*'in etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, %0,5 NaOCl'nin 30 dakikada, %2,5 NaOCl'nin 10 dakikada, %5,25 NaOCl'nin ise 30 saniyede *E. faecalis* üzerinde öldürücü etki ortaya çıkarttığını tespit etmişlerdir. Estrela ve ark. [132] yaptıkları çalışmada %1 NaOCl, %2 klorheksidin, %1 kalsiyum hidroksit ve bir deterjan ile karıştırılmış %1 kalsiyum hidroksitin *S. aerius*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *C. albicans* ve karışık kültür üzerine etkisini direkt temas ile karşılaştırmışlardır. NaOCl'in, seçilen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkinliği, bütün zaman değerlerinde diğer maddelerden daha etkin bulunmuştur. %2 klorheksidin *S. aerius*, *E. faecalis*, *C. albicans*'a karşı bütün zaman değerlerinde etkili iken *P. aeruginosa*'a karşı etkisiz kalmıştır.

Byström ve Sundqvist [124] %0,5 ve %5 NaOCl solüsyonlarını tek başlarına ve % 17 EDTA ile kombine olarak kullandıkları 60 diş üzerinde antibakteriyel etkinliğini karşılaştırmışlardır. NaOCl solüsyonlarının etkinliği arasında anlamlı fark bulamamışlardır. Buna karşın %5 NaOCl ile EDTA'nın kombine kullanımının enfekte kanallarda daha başarılı sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir.

Günümüzde önerilen kök kanal tedavisi preparasyonu sırasında kullanılan irrigasyon solüsyonu prosedürü sırasıyla; %17 EDTA, %2,5-5,25 NaOCl, %17 EDTA ve son olarak %9 SF'tir [6].

Vande Visse ve Brillant [133] irrigasyon solüsyonu kullanarak yapılan preparasyonun, irrigasyon solüsyonu kullanmadan yapılan preparasyona göre daha fazla miktarda debris apikalden taşırdığını bildirmişlerdir.

Abou-Rass ve Piccinino [134] kök kanallarına irrigasyon solüsyonlarının mümkün olduğunca apikal üçlüye yakın mesafelere ulaşılarak yapılmasının, preparasyon sırasında ortaya çıkan debrisin kök kanalından uzaklaştırılması açısından oldukça etkili olduğunu bildirişlerdir. Ancak bu yöntemin en büyük dezavantajı apikalden taşan debris miktarının artmasıdır [134].

İrrigasyon sırasında kullanılan irrigasyon iğnesi kök kanal duvarları arasına sıkışmamalıdır. Kök kanalı içine dikkatli bir şekilde yerleştirme ve ara ara geri çekerek yıkama yapılması önemlidir. Bu, özellikle apikal daralımın bozulmuş olduğu veya foramen apikalenin direkt olarak maksiller sinüse açılım yaptığı durumlarda daha fazla önem taşımaktadır. İrrigasyon sırasında solüsyon, yavaşça ve basınçsız bir şekilde kök kanalına verilmelidir. İğnenin apikalde zorlandığı veya sıkıştığı durumlarda solüsyonun periapikal dokulara taşması gibi istenmeyen sonuçlar ortaya çıkabilmektedir [1, 135].

2.6. Kök Kanal Preparasyonunun Periapikal Dokulara Etkisi

Kök kanal preparasyonunun en önemli amacı temiz bir kök kanal sistemi elde etmektir. Bu amaçla mekanik temizleme işlemine ek olarak farklı yıkama solüsyonları ile de yıkama yapılır. Tüm yapılan bu işlemler sırasında dentin talaşları, pulpa dokusu, nekrotik doku artıkları, bakteriler ve kullanılan yıkama solüsyonlarının periapikal açıklıktan kök ucunu çevreleyen periapikal dokulara doğru çıkabildiği bildirilmiştir [136]. Çıkan bu maddelerden özellikle enfekte debris, konak ve mikrobiyal flora arasındaki dengeyi bozarak periapikal bölgeyi irrite eder, yangısal yanıt başlatır, alevlenmelere ve periapikal iyileşmenin gecikmesine neden olur [19].

İyatrojenik aşırı preparasyon, periodontal ligament ve alveolar kemikte hasar oluşturmaktadır. Aşırı preparasyon apikal forameni genişletir, bunun sonucunda da kök kanalı içine kan ve eksuda girişine neden olur [137]. Bu sayede kök kanalı içinde var olan bakterilerin beslenmesi ve çoğalması için gerekli besiyeri sağlanır; sonrasında periapikal lezyon alevlenebilir. Aşırı preparasyon sonucu oluşan alevlenmelerin oluşum nedeni periapikal dokuların mekanik preparasyon ile hasar görmesidir, böylece belirgin miktarda enfekte debris de foramen apikalden kök ucu çevresine taşınır [19]. Aynı

zamanda apikal daralımın kaybı, açık apeks sonucu taşkın dolgu, uygun apikal tıkama yapılamaması ve ağrı ile hastanın devam edebilen rahatsızlığına neden olur [17, 18].

Kök kanallarının temizlenmesi, şekillendirilmesi ve yıkanması esnasında periapikal bölgeye debris çıkışının gerçekleşmesi kısa dönemde; debris bileşenlerinden mikroorganizmaların ve toksinlerinin antijenik nitelikleriyle, değişime uğramış doku proteinlerinin hapten karakterleriyle akut alevlenme tarzında iltihapsal ve immünolojik yanıtlara neden olabilir [16, 23, 31, 138, 139].

Uzun dönemde de debrisin ağırlıkça ve hacim olarak en büyük bileşeni olan dentin parçalarının ortamdan uzaklaştırılarak bütünlüğü ve özgün yapısı bozulan alveol kemiğin ve periodonsiyumun onarımının veya rejenerasyonunun sağlanması için konak hücrelerinde bazı faaliyetler başlar. Kök kanal tedavisini takiben periapikal lezyonun iyileşme sürecinde, makrofajların ve polimorfonükleer lökositlerin (PMNL), hasar görmüş bölgenin temizliğinin sağlanmasında görevli oldukları bilinmektedir. Bununla birlikte; dentin ve sement parçacıklarının, yabancı cisim reaksiyonu başlatarak periapikal iyileşme üzerine olumsuz etkisinin mi olduğu yoksa bu parçacıkların sert doku oluşumunda indükleyici etkisinin mi bulunduğu tartışma konusudur [135, 140].

Dentin ve sement parçalarının sıklıkla akut inflamasyonla birlikte görülmesi, muhtemelen kök kanalı içindeki dentinin önemli bir derinliğe kadar bakteri içermesinin de etkisiyle, periapikal iyileşme süreci için bir engeldir. Biyolojik yanıt süreci periapikal bölgede granülasyon dokusunun oluşumu ile kronik bir hal alabilir. Hatta dentin ve sement parçacıklarının irritasyona sebep olarak, periapikal dokuların rejenerasyonunu engellemesi ile bu biyolojik yanıt süreci skar dokusu oluşumu ile de sonuçlanabilir [140].

Periapikal dokulara enfekte debrisin taşması sonucu postoperatif ağrı oluşabilmektedir. Enfekte bir dişin sebep olduğu asemptomatik kronik periapikal lezyonlarda, mikroorganizma ve konak hücre arasında kurulmuş bir denge vardır. Biyomekanik preparasyon sırasında mikroorganizmaların periapikal dokulara taşması sonucu konak hücre artmış bir irritan miktarı ile karşı karşıya kalır. Bunun sonucu olarak da konak ve mikroorganizmalar arasındaki bu denge bozulurak akut bir enflamasyon meydana gelir [136].

İyatrojenik taşkın preparasyon sonucu genişleyen apikal foramenden kök kanalına kan ve eksudasyon girişi meydana gelmektedir [141]. Bu durum, ortamda bakterilerin üremesini kolaylaştıracak besinin bulunmasını sağlar ve kronik periapikal lezyonun alevlenmesine neden olur. Oluşan akut enflamasyon taşan bakterilerin sayısına ve

virulansına bağlıdır. Kök kanalı içinde bulunan patojenik bakteri türlerinin virülan klonal tipleri, preparasyon sırasında her ne kadar az bir miktar debrisle birlikte taşmış olsa da periapikal enflamasyona ya da alevlenmesine neden olacaktır [142, 143]. Pulpadan periapikal bölgeye ilerleyen enfeksiyon; akut apikal periodontitis, akut apikal apse, kronik apikal periodontitis veya periapikal kist ile devam eder. Bu evreler arasında klinik farklılıklar görülse bile histopatolojik olarak immün hücre sayısı ve profili dışında belirgin bir işaret yoktur. Olay periapikal bölgeye ulaştığında pulpada bol miktarda;

- bakteri ve bakteri ürünleri,
- yıkıma uğramış makrofajlar,
- PMNLLer,
- histiyositler,
- plazma hücreleri,
- B ve T lenfositler,
- bunların yıkımından ortaya çıkan litik artıklar,
- putrifiye bağ dokusu artıları,
- antijen antikör kompleksleri,
- serum ve eksuda bulunur.

Bu uyarıların etkisi ile geç pulpitis döneminden itibaren periapikal bölgede başlamış olan nörojenik iltihap yerini geleneksel immün reaksiyonlara bırakır. Periapikal bölgede görülen olayları ilk başlatan uyarı nörojenik olabileceği gibi, kök kanalından sızan antijenik uyarının periapikal bölgeyi etkilemesi şeklinde de olabilir [1, 7, 144]. Nörojenik mediyatörler; (calsitonin gen related peptid (CGRP) ve P maddesi) epitelizasyonu da tetikler [144].

Pulpa nekrozuna neden olan bakteriler, bakteri atıkları, doku yıkım ürünleri ve litik pulpa kalıntıları periapikal bölgeden sızmaya başladığında periapikal bölgede duyarlı hale gelmiş B ve T lenfositleri yer alır. Böylece periapikal bölge antijenik uyarılara pulpa kadar hazırlıksız yakalanmamış olur. Pulpitis ve pulpa nekrozunun devam ettiği süre boyunca monoklonal B ve T hücre dizileri buraya göç etmiş olur. İnterlökin (IL)-1, IL-2, prostoglandin, histamin, serotonin gibi vazoaktif mediyatörler arteriyolları genişletir ve periapikal bölge kök kanalından buraya sızabilecek yapılar ile mücadeleye hazırlanmış olur. Kapiller permeabilite ve serum sızıntısı artar, periapikal bölgede serum birikir. Kompakt kemik dokusunun ani genişlemelere uygun olmamasına

karşın, periapikal doku spongiyoz yapıdadır ve tedrici dilatasyonlara uygundur. Buna rağmen ilk genişleme en zayıf yöne doğru olur. Periodonsiyumun özellikle apikal yarısında liflerin arasına serum ve cerahat birikir. Bu sırada enfekte kök kanalı "glikoprotein fermantasyon fazı"ndadır. Diş kendi alveol soketinde yükselir. Aşırı perküsyon duyarlılığı vardır. Bu dönemde soğuk uygulanması ile rahatlama sağlanabilir [1].

Dokuda serum birikmesi daha fazla kompleman reaksiyonu demektir. Kök kanalından periapikal bölgeye sızan antijenik yapılar kompleman reaksiyonu ile bağlanarak antijen-antikor kompleksini oluşturur. Böylece daha fazla anaflatoksin (C3a, C5a) açığa çıkar. Aynı zamanda B lenfositleri hızlıca plazma hücrelerine dönüşürler ve IgM tipinde özgül antikor salarlar (humoral cevap). Özgül antikorlar birbirlerine daha kuvvetli tutunabilen antijen-antikor kompleksleri oluşturur. Özgül olmayan kompleman aktivasyonu ve özgül olan humoral cevap ile meydana gelen antijen-antikor komplekslerinin önemli bir bölümü fagositik hücreler tarafından ortadan kaldırılır. Diğer bir bölümü genişleyen venler ve lenfatikler yardımı ile bölgeden uzaklaştırılır. Bu maddelerin gönderildikleri iki yer vardır:

1. Dolaşıma katılan renal tübüllerden atılır. Bu kompleksler duyarlı bireylerde otoimmün hastalıkları başlatabilmektedir.
2. Lenf düğümlerine gelenler burada fagosit edilir. Bölgeden uzaklaştırılmayan antijen-antikor kompleksleri ise ileri dönemde osteoklastları harekete geçirirler. Olay akut apikal apseye doğru ilerler [1, 7, 145].

Martin ve Cunningham [20] elle yapılan preparasyona göre endosonik preparasyonun daha az debrisin apikalden taşmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Fairbourn ve ark. [17] dört farklı preparasyon tekniğinin apikalden taşırdıkları debris miktarlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, geleneksel yöntemle göre sonik, ultrasonik ve servikal flaring tekniklerinin apikalden daha az debrisi taşırdığını göstermişlerdir. Ruiz-Hubard ve ark. [21] step-back, crown-down ve step-down preparasyon tekniklerini karşılaştırdıkları çalışmada, hiçbir tekniğin apikalden debrisin taşmasını engelleyemediğini, ancak en fazla apikalden debris taşmasının step-back tekniğinde gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Reddy ve Hicks [23] geleneksel ve rotasyonel hareketli preparasyon sistemlerinin preparasyon esnasında apikalden taşırdıkları debris miktarını karşılaştırmışlardır. Rotasyon hareketinin, eğeleme hareketine göre apikalden taşan debris miktarını önemli ölçüde azalttığını ileri sürmüşlerdir. McKendry [18] sonik şekillendirmenin, step-back

ve balanced-force teknikleri ile karşılaştırıldığı farklı bir çalışmada ise; sonik ve step-back tekniği arasında fark bulamamıştır. Al-Omari ve Dummer [146] sekiz farklı el ile şekillendirme yönteminin karşılaştırıldığı çalışmada; başıncısız crown-down ve balanced-force tekniklerinin en az düzeyde apikalden debris çıkışına neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Tınaz ve ark. [147] apikal açıklığın boyutunun da periapikal dokulara sıvı ve debris çıkışı üzerinde önemli bir faktör olduğunu ve bu boyut arttıkça periapikale taşınan miktarın da arttığını bulmuşlardır. Tanalp ve ark. [148] Ni-Ti döner aletleri kullanarak periapikale debris çıkışını incelemişler, sonuç olarak; en fazla debris çıkışının ProTaper ile şekillendirilen grupta olduğunu ve en az debris çıkışının ise ProFile ile şekillendirilen grupta olduğunu gözlemlemişlerdir.

Preparasyon aşamasında kök kanallarında kullanılan NaOCl gibi doku çözücü özellikte olan irrigasyon solüsyonlarının periapikal dokulara çıkışına bağlı olarak ani ağrı ve şişliğe sebep olan periapikal hassasiyet veya doku nekrozları görülebilir [149-151]. Kök kanallarının biyomekanik şekillendirilmesine fayda sağlamak amacıyla kullanılan yıkama solüsyonlarının kök ucundan taşma ihtimalleri değerlendirmek üzere bir çok çalışma yapılmıştır. Kök ucundan periapikal dokulara irrigasyon solüsyonu çıkışının bir nedeni olarak da, *in vitro* şartlarda yapılan çalışmalarda periapikal bariyer varlığının olmayışı olarak açıklanmaktadır [152-154].

Brown ve ark. [106] kök kanal preparasyonu sırasında NaOCl kullanarak irrigasyon solüsyonunun apikalden çıkışını *in vitro* olarak incelemişler; enjektör iğnesinin apikale doğru iletildiği grupta daha fazla irrigasyon solüsyonunun apikalden çıktığını, irrigasyonun enjektörün sadece koronal giriş kavitesindeki rezervuar alanı içerisinde tutularak yapıldığı grupta ise en az irrigasyon solüsyonu çıkışının olduğu gözlemlenmiştir.

Son yıllarda; mekanik ve kimyasal kök kanal preparasyonu sırasında kullanılan farklı Ni-Ti döner alet sistemlerinin ve tekniklerin, kök kanal sistemi içerisinde dezenfeksiyon etkinliklerinin ve preparasyon sırasında apikalden taşınan sıvı ve debrisin taşınma miktarlarının değerlendirilmesi; farklı mekanik preparasyon ve teknik kombinasyonlarının muhtemel klinik başarısının belirlenmesinde önemli bir faktördür.

Bu çalışmada; Mtwo, Twisted File, Reciproc ve SAF Sistem Ni-Ti döner aletlerinin kanal içi dezenfeksiyon etkinliklerini değerlendirirken aynı zamanda tüm kök kanal preparasyonu sırasında periapikal dokulara taşırdıkları sıvı, debris ve bakteri miktarları incelenmiştir.

3. GEREÇ - YÖNTEM

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı ve Cumhuriyet Üniversitesi Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarında yapılmıştır.

Bu çalışmanın Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 25.05.2011-163 nolu toplantısında alınan 2011-05/15 numaralı kararı ile etik açıdan bir sakınca oluşturmadığına karar verilmiştir.

3.1 Kök Kanallarının Deney Öncesi Hazırlanması

Çalışmamızda, 225 adet kök gelişimini tamamlamış, tek köklü, tek kanallı kanin ve alt premolar insan dişi kullanıldı. Bu dişler periodontal hastalık, ortodontik, protetik tedaviler ve tedavisi mümkün olmayan diş çürükleri gibi nedenlerle çekilmiş olup üzerindeki sert ve yumuşak doku artıkları, periodontal küret ve pomza yardımıyla kök yüzeyine zarar vermeden temizlendi. Kanal yapısını ve sayısını belirlemek amacıyla tüm dişlerin bukkal ve aproksimal doğrultularda digital radyografileri (Schick Tech. Inc., Long Island City, NY, USA) alındı. Aşağıdaki kriterler dikkate alınarak dişlerin seçimi yapıldı;

1. Dişlerin tek köklü ve tek kanallı olmasına.
2. Kök boylarının mümkün olduğunca aynı uzunlukta olmasına,
3. Kök yüzeyinde kırık, çatlak, çürük veya abrazyon kavitelerinin olmamasına,
4. Restorasyon ya da kök kanal tedavisi yapılmamış olmasına,
5. Kanal açısının Schneider'ın [155] yapmış olduğu sınıflandırmaya göre düz açılı olmasına,
6. Kanallarda kalsifikasyon veya rezorpsiyon olmamasına,
7. 15 no'lu K-tipi kanal eğesinin foramen apikaleye kadar ulaşmasına,
8. Dişlerin kök gelişimini tamamlamış olmasına, dikkat edildi.

Dişler, anatomik kronlarından elmas separe (Mani, Tokyo, Japonya) kullanılarak, dental mikroskop altında (Olympus 4477, Tokyo, Japonya), kök kanal eğesinin foramen apikaleden görüldüğü noktadan itibaren ölçülüp 16 mm olacak şekilde kesildi. Diş kökleri, 2 saat %2,5 sodyum hipoklorit solüsyonunda (NaOCl) bekletilip temizlendikten sonra çalışma zamanına kadar oda sıcaklığında % 0,9 serum fizyolojik (NaCl) solüsyonunda saklandı. Her dişin apikal açıklığı 15 numaralı K-tipi paslanmaz çelik el eğesi (Mani, Tokyo, Japonya) ile kontrol edildi. Dental mikroskop altında; kök kanalı

içine yerleştirilen 15 numaralı K-tipi kanal eğesinin ucu apikal açıklıkta görülene kadar alet kanalda ilerletilip, lastik rondela yardımıyla işaretlenen boydan 1 mm geri çekilerek çalışma boyutu hesaplandı. Tüm kök kanallarında apikal açıklık kontrolü ve çalışma boyu belirleme esnasında oluşmuş olabilecek smear tabakasını uzaklaştırmak için örnekler %17 EDTA (Wizard, Rehber Kimya, İstanbul, Türkiye) ve %2,5 NaOCl (Aklar Kimya, Ankara, Türkiye) solüsyonları kullanılarak 2'şer dakika yıkandı. Daha sonra bol miktarda distile su ile yıkama yapılarak artık %17 EDTA ve %2,5 NaOCl solüsyonlarının kök kanallarından uzaklaştırıldı.

Çalışmamız; kanal aletlerinin kök kanalı içerisindeki dezenfeksiyon etkinliğinin ve preparasyon sırasındaki periapikal dokulara olan sıvı, debris ve bakteri taşıma potansiyellerinin değerlendirilmesi için beş grup altında incelendi.

Grup 1. Mtwo (VDW, Münih, Almanya) serisinin kullanıldığı grup

Grup 2. SAF Sistem (ReDent-Nova, Raanana, İsrail) serisinin kullanıldığı grup

Grup 3. Twisted File (TF, SybronEndo, Orange, CA, ABD) serisinin kullanıldığı grup

Grup 4. Reciproc (VDW, Münih, Almanya) serisinin kullanıldığı grup

Grup 5. Paslanmaz çelik (Mani, Tokyo, Japonya) el eğelerinin kullanıldığı grup

3.2 Deney Düzenegi

Çalışmamızda, preparasyon sırasında apikalden taşan sıvı, debris ve bakteri miktarı ile preparasyon sonrasında kanal içinde kalan bakteri miktarı incelendiğinden buna uyumlu bir şekilde deney düzenegi üç farklı şekilde düzenlendi:

I. Apikalden taşan sıvı ve debris miktarının incelenmesi

II. Apikalden taşan bakteri miktarının incelenmesi

III. Kanal içinde kalan bakteri miktarının incelenmesi

3.2.1 Apikalden Taşan Sıvı ve Debris Miktarının İncelenmesi

Dişlerin kök yüzeyleri apikal foramen dışına sıvı ve debris çıkışını önlemek amacıyla mine-sement hattından kök ucuna kadar iki kat tırnak cilası ile kaplandı. Daha sonra .02/15 no'lu konik açılı elle kullanılan paslanmaz çelik K-tipi kanal eğesi (Mani, Tokyo, Japonya) apikal foramenden 1 mm çıkana kadar ilerletildi ve yaklaşık 0,17 mm çapında standart apeks açıklığı elde edildi.

Preparasyon sırasında apikalden taşan sıvı ve debris miktarını ölçmek amacıyla 7 ml'lik cam şişeler ve 15 ml'lik eppendorf tüpleri kullanıldı. Eppendorf tüpleri işlem

öncesi dijital hassas terazide (Precisa, Precisa Inst, İsviçre) ölçülerek numaralandırıldı ve ağırlıkları kaydedildi. Eppendorf tüpü kapaklarına dişlerin yerleştirileceği delikler açıldı. Dişler, koronal kısım 2-3 mm kapaktan yukarıda ve apikal kısımları kapak kapatıldığında eppendorf tüpü içerisinde kalacak şekilde, eppendorf tüplerinin kapaklarına epoksi rezin ile sabitlendi. Eppendorf tüpü içi basınç ve atmosferik basıncı dengelemek amacıyla 27 gauge'luk enjektörün kanülü parabol şeklinde kıvrılarak kapağa sabitlendi. İşlem sırasında eppendorf tüpleri cam şişelere yerleştirilerek araştırmacının eppendorf tüpü ile temas etmesi engellendi (Şekil 3.1). Araştırmacının apikalden debris taşıp taşmadığını görmesini engellemek amacıyla şişelerin etrafı alüminyum folyo ile kaplandı.



Şekil 3.1 Apikalden taşan sıvı ve debris miktarının incelendiği deney düzeneği

Toplam 75 adet diş, her grupta 15 adet diş olacak şekilde rastgele 5 gruba ayrıldı. Cam şişe içerisindeki eppendorf tüpleri, dişlerin apikalleri sıvı içinde olacak şekilde, ağzına kadar distile su ile dolduruldu. Diş-kanül-kapak ünitesi tüpe yerleştirildi. Tüp içindeki fazla sıvının kanül yoluyla dışarı atılması sağlandı.

Tüm kanallar, her kanal eğesi kullanıldıktan sonra distile su ile irrigasyon yapıldı. Her diş için 2,5 ml'lik son yıkama ile birlikte toplamda 7,5 ml irrigasyon solüsyonu kullanıldı. İrrigasyon işlemi 27 gauge'luk enjektör kullanılarak yapıldı. İğnenin ucu kanal

içinde direnç ile karşılaşılana kadar ilerletildi, 1 mm geri çekilip aşırı basınç uygulamamaya dikkat edilerek irrigasyon yapıldı. Kullanılan her kanal eğesi sayısına bağlı olarak, her eğe sonrasında kullanılacak irrigasyon solüsyonu miktarı ayrı ayrı belirlendi.

3.2.1.1 Kök Kanal Preparasyon Yöntemlerinin Uygulanışı

Grup 1:

Üretici firmanın önerisi üzerine, Mtwo (VDW, Münih, Almanya) döner sisteminde, tüm kanal eğeleri belirlenen çalışma boyutunda olacak şekilde, sırasıyla .06/20, .06/25, .05/30, .04/35 ve .04/40 açılı ve numaralı kanal eğeleri kullanıldı.

Grup 2:

Üretici firmanın önerisi üzerine, SAF (ReDent-Nova, Raanana, İsrail) eğe sistemi, belirlenen çalışma boyutunda tek eğe sistemi ile kullanıldı. SAF Sisteme özel irrigasyon aparatı VATEA (irrigation device, part of the SAF-System, ReDent-Nova, Raanana, İsrail) dakikada 2 ml distile su akışı sağlanacak şekilde ayarlanarak 3 dakika boyunca KaVo (KaVo, Biberach, Almanya) ile uyumlu SAF sisteminin özel başlığı olan RDT3 (ReDent-Nova, Raanana, İsrail) ile preparasyon yapıldı. Son yıkama olarak 1,5 ml distile su kullanılarak toplam 7,5 ml distile su ile irrigasyon tamamlandı.

Grup 3:

Twisted File (TF, SybronEndo, Orange, CA, ABD) döner alet sistemi üretici firmanın önerisi üzerine, sırasıyla, .06/25, .06/30, .06/35, .04/40 açılı ve numaralı kanal eğeleri belirlenen çalışma boyutunda olacak şekilde kullanıldı.

Grup 4:

Üretici firmanın önerisi üzerine, Reciproc Sistem (VDW, Münih, Almanya), belirlenen çalışma boyutunda .06/40 açı ve numaralı tek eğe sistemi kullanıldı.

Grup 5: Kanallar 15-40 no'lu K-tipi paslanmaz çelik kanal eğeleri (Mani, Tokyo, Japonya) ile step back tekniği kullanılarak genişletildi. Kanal eğeleri belirlenen çalışma boyutunda lastik stoperleri ile işaretlendikten sonra 15, 20, 25, 30, 35 ve 40 no'lu kanal eğeleri çalışma boyutunda kullanıldı ve 40 no'lu kanal eğesi apikal master eğe olarak kabul edildi. Kanal eğeleri kanalda rahat hareket etmeye başladıktan sonra diğer kanal eğesine geçildi ve kanallarda basamak oluşumunu önlemek amacıyla ara safhalarda 20 no'lu kanal eğesi kullanılarak rekapitülasyon yapıldı. Her kanal eğesi değişiminde eşit olacak şekilde distile su kullanılarak irrigasyon tamamlandı.

Preparasyon tamamlandıktan sonra taşan irrigasyon solüsyonu kanül ağzına yerleştirilen 5 ml kalibrasyonlu plastik insülin enjektörü yardımıyla toplandı. Enjektör üzerindeki kalibrasyondan faydalanılarak taşan sıvı hacmi "ml" cinsinden belirlendi.



Şekil 3.2 Preparasyon sırasında taşan sıvı miktarının ölçüldüğü kalibrasyonlu insülin enjektörü

Diş-kapak-kanül ünitesi eppendorf tüpünden uzaklaştırıldı. Daha sonra kanülden taşarak enjektörde biriken sıvı hacmi kadar solüsyon, tekrar eppendorf tüpüne ilave edildi. 21 gün boyunca 37°C'de kuru hava sterilizatöründe bekletildi. Sıvı buharlaştıktan sonra taşan debris katı madde olarak eppendorf tüpünde kaldı. Tüpler daha sonra 10^{-5} hassasiyet ile dijital hassas terazide (Precisa, Precisa Inst., İsviçre) ölçüldü, değerler kaydedildi. Boş eppendorf tüplerinin tartılmasıyla elde edilen ölçüm ile preparasyon sonrası elde edilen ölçüm karşılaştırılarak iki değer arasındaki fark taşan debris miktarı olarak hesaplandı (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Eppendorf tüpünde preparasyon sonrası taşan debris miktarı

3.2.2 Apikalden Taşan Bakteri Miktarının İncelenmesi

Dişlerin kök yüzeyleri apikal foramen dışına sıvı çıkışını önlemek amacıyla mine-sement hattından kök ucuna kadar iki kat tırnak cilası ile kaplandı. Daha sonra .02/15 no'lu konik açılı elle kullanılan paslanmaz çelik K-tipi kanal eğesi (Mani, Tokyo, Japonya) apikal foramenden 1 mm çıkana kadar ilerletildi ve yaklaşık 0,17 mm çapında standart apeks açıklığı elde edildi. Her grupta 15 adet diş olacak şekilde toplam 75 adet diş rastgele 5 gruba ayrıldı. Preparasyon sırasında apikalden taşan bakteri miktarını ölçmek amacıyla 7 ml'lik cam şişeler kullanıldı. Cam şişe kapaklarına dişlerin yerleştirileceği delikler açıldı. Dişler, koronal kısım 2-3 mm kapaktan yukarıda ve apikal kısımları kapak kapatıldığında şişe içerisinde kalacak şekilde şişe kapaklarına epoksi rezin ile sabitlendi. Şişe içi basınç ve atmosferik basıncı dengelemek amacıyla 27 gauge' luk enjektörün kanülü parabol şeklinde kıvrılarak kapağa sabitlendikten sonra diş-kapak-kanül ünitesi, Anprolene AN 74C Gas Sterilizer (Andersen Products Inc., Haw River, NC, ABD) kullanılarak etilen oksit gaz sterilizasyonunda 12 saat steril edildi.

Apikalden taşan bakteri miktarının incelenmesinde *E. faecalis* (ATCC 29212) bakteri suşu kullanıldı. 1 ml saf *E. faecalis* bakteri suşu Brain-Heart Infision broth (BHI) içine eklenerek süspansiyon oluşturuldu. Hazırlanan süspansiyon 18-24 saatlik bekleme alınıldı. McFarland 0.5 (1.5×10^8 CFU ml⁻¹) olarak ayarlandı ve preparasyon yapılmadan önce kanallar 15µl *E. faecalis* solüsyonu ile kontamine edildi. Kontaminasyon işlemi steril pipetler kullanılarak yapıldı. Kontaminasyon sırasında 15 numaralı K tipi paslanmaz çelik kanal eğesi ile bakteri süspansiyonu dişlerin apikaline doğru, kökün koronal 2/3 mesafesine kadar itildi. Kontamine edilen diş grupları steril alüminyum folyo ile kaplanarak 36,5°C sıcaklıktaki etüvde 18-24 saat inkübasyona alındı.

İnkübasyon tamamlandıktan sonra preparasyon işlemi öncesi, kanal içinde üreme olup olmadığının kontrolünü yapmak amacıyla kanal içerisi 0,5-1 ml %9 steril serum fizyolojik ile nemlendirilerek kök kanalına steril kağıt kon (Dentplus Product Inc., Kore) yerleştirildi. 5 dk kanal içinde bekletilen steril kağıt kon, içinde 5 ml BHI bulunan cam tüpler içerisine alındı (Şekil 3.4). Tüpler 5 dakika vortekslendikten sonra steril ölçülü plastik öze (0,01 ml hacimli) ile örnek alınarak kanlı besiyerine ekim yapıldı.



Şekil 3.4 İçinde 5 ml BHI bulunan cam tüp ve kök kanalı içinden alınan kağıt kon

Daha sonra cam şişenin içi dişlerin kök uçları sıvıya temas edecek halde ağzına kadar %9 steril serum fizyolojik ile dolduruldu. İşleme başlamadan önce steril bir plastik öze ile cam şişeden alınan sıvı örneği önce ve sonra olarak ayrılmış kanlı besiyerinin bir yarısına ekildi. Diş-kapak-kanül ünitesi yerleştirildi (Şekil 3.5). Kanallarının preparasyon işlemine geçildi. Preparasyon işlemi sırasında toplam 7,5 ml %9 NaCl ile irrigasyon ile yapıldı.



Şekil 3.5 Apikalden taşan bakteri miktarının incelendiği deney düzeneği

3.2.2.1 Kök Kanal Preparasyon Yöntemlerinin Uygulanışı

Grup 1:

Üretici firmanın önerisi üzerine, Mtwo (VDW, Münih, Almanya) döner sisteminde, tüm kanal eğeleri belirlenen çalışma boyutunda olacak şekilde, sırasıyla .06/20, .06/25, .05/30, .04/35 ve .04/40 açılı ve numaralı kanal eğeleri kullanıldı.

Grup 2:

Üretici firmanın önerisi üzerine, SAF Sistem (ReDent-Nova, Raanana, İsrail) eğe sistemi, belirlenen çalışma boyutunda tek eğe sistemi ile kullanıldı. SAF Sisteme özel irrigasyon aparatı VATEA (irrigation device, part of the SAF-System, ReDent-Nova, Raanana, İsrail) dakikada 2 ml %9 steril serum fizyolojik akışı sağlanacak şekilde ayarlanarak 3 dakika boyunca KaVo (KaVo, Biberach, Almanya) ile uyumlu SAF sisteminin özel başlığı olan RDT3 (ReDent-Nova, Raanana, İsrail) ile preparasyon yapıldı. Son yıkama olarak 1,5 ml %9 steril serum fizyolojik kullanılarak toplam 7,5 ml %9 steril serum fizyolojik ile irrigasyon tamamlandı.

Grup 3:

Üretici firmanın önerisi üzerine, belirlenen çalışma boyutunda olacak şekilde Twisted File (TF, SybronEndo, Orange, CA, ABD) döner alet sistemi sırasıyla, .06/25, .06/30, .06/35 ve .04/40 açılı ve numaralı kanal eğeleri kullanıldı.

Grup 4:

Üretici firmanın önerisi üzerine, Reciproc (VDW, Münih, Almanya) Sistem, belirlenen çalışma boyutunda .06/40 açılı ve numaralı tek eğe sistemi ile kullanıldı.

Grup 5: Kanallar 15-40 no'lu K-tipi paslanmaz çelik kanal eğeleri (Mani, Tokyo, Japonya) ile step back tekniği kullanılarak genişletildi. Kanal eğeleri belirlenen çalışma boyutunda lastik stoperleri ile işaretlendikten sonra 15, 20, 25, 30, 35 ve 40 no'lu kanal eğeleri çalışma boyutunda kullanıldı ve 40 no'lu kanal eğesi apikal master eğe olarak kabul edildi. Kanal eğeleri kanalda rahat hareket etmeye başladıktan sonra diğer kanal eğesine geçildi ve kanallarda basamak oluşumunu önlemek amacıyla ara safhalarda 20 no'lu kanal eğesi kullanılarak rekaptülasyon yapıldı. Her kanal eğesi değişiminde eşit olacak şekilde irrigasyon tamamlandı.

Preparasyon işlemi sırasında fazla sıvının kanül yoluyla dışarı atılması sağlandı. Preparasyon tamamlandıktan sonra diş-kapak-kanül ünitesi şişeden uzaklaştırıldı. Preparasyon sonrasında steril ölçülü plastik öze ile sıvı alındı ve tekrar kanlı besi yerinin diğer yarısına ekim yapıldı. Ekim yapılan petri kutuları 36,5°C sıcaklıktaki

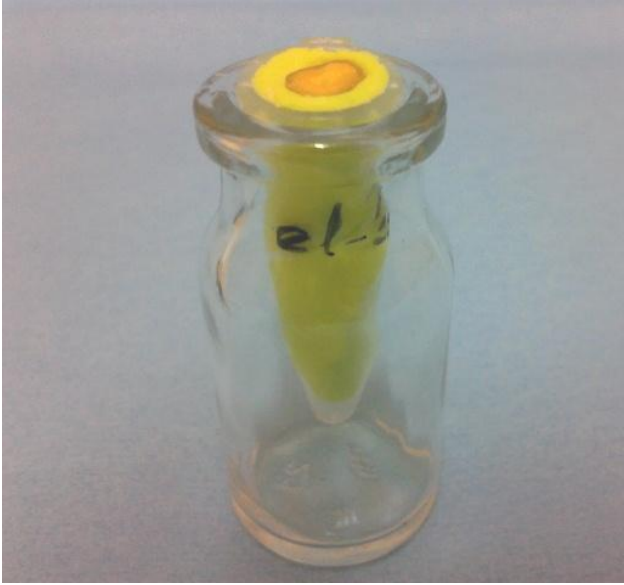
ettüvde 18-24 saat bekletildi ve daha sonra Colony Forming Units (CFU) sınıflamasına göre sayım yapıldı.

3.2.3 Kanal İçinde Kalan Bakteri Miktarının İncelenmesi

Dişlerin kök yüzeyleri apikal foramen dışına sıvı çıkmasını önlemek amacıyla 75 adet diş mine-sement hattından kök ucuna kadar iki kat tırnak cilası ile kaplandı. Daha sonra .02/15 konik açılı elle kullanılan K tipi paslanmaz çelik kanal eğesi (Mani, Tokyo, Japonya) apikal foramenden 1 mm çıkana kadar ilerletildi ve yaklaşık 0,17 mm çapında standart bir apeks açıklığı elde edildi. Daha sonra dişler Anprolene AN 74C Gas Sterilizer (Andersen Products Inc., Haw River, NC, ABD) kullanılarak etilen oksit gaz sterilizasyonunda 12 saat steril edildi. Her grupta 15 adet diş olacak şekilde toplam 75 adet diş rastgele 5 gruba ayrıldı.

Koyun kanlı agar besiyerine ekilen *E. faecalis* (ATCC 29212) suşu mikroorganizmalarının 18-24 saat inkübasyon sonrasında elde edilen taze kültürlerinden öze dolusu alınan koloniler BHI broth içine aktararak 18-24 saat inkübe edildi. Bu süre sonunda McFarland, optik yoğunluğu mikropate okuyucu (μ Quant ELISA Reader, Bio-Tek Instruments, Winooski, VT, ABD) kullanılarak spektrofotometrik olarak (OD600) =0,5 olacak şekilde ayarlandı. Sonrasında standart olarak hazırlanan kültüre diş kökleri atıldı. 48 saatte bir tazelenen *E. faecalis* ile enfekte sıvı besiyeri içinde 36,5°C'de 21 gün süreyle bekletildi. Bakterilerin dentin tübüleri içine girerek derin dentin enfeksiyonu oluşturması sağlandı.

Süreç sonunda dişler *E. faecalis* solüsyonundan çıkartıldı. Dişlerin apikalleri epoksi rezin ile kapatıldı ve içerisinde silikon esaslı ölçü maddesi bulunan eppendorf tüplerine yerleştirildi (Şekil 3.6). Ölçü maddesi donduktan sonra dişlerin kanal ağzına bir pamuk pelet ile geçici kavite (MD-Temp, MetaBiomed Ins, Kore) yerleştirildi. Dişlerin silikon esaslı ölçü maddesi dışında kalan diş yüzeyi ile silikon esaslı ölçü maddesinin yüzeyi önce % 2,5 NaOCl, sonra da %10 Sodyum Tiosülfat solüsyonu ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) ile silindi.



Şekil 3.6 Kök kanalı içinde kalan bakteri miktarının incelendiği deney düzeneği

Preparasyon işlemi öncesinde 0,5-1 ml %9 steril NaCl ile nemlendirildi. Kök kanalı içerisine steril kağıt kon yerleştirildi. 5 dk kanal içerisinde bekletilen steril kağıt kon, içinde 5 ml BHI broth bulunan cam tüpler içine alındı. Tüpler 5 dakika vortekslendikten sonra steril bir plastik öze ile örnek alınarak önce ve sonra olarak ayrılmış kanlı besiyerinin bir yarısına ekim yapıldı. Daha sonra preparasyon işlemine geçildi. Preparasyon işlemi sırasında toplam 7,5 ml %9 NaCl irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldı.

3.2.3.1 Kök Kanal Preparasyon Yöntemlerinin Uygulanışı

Grup 1:

Üretici firmanın önerisi üzerine, Mtwo (VDW, Münih, Almanya) döner sisteminde, tüm kanal eğeleri belirlenen çalışma boyutunda olacak şekilde, sırasıyla .06/20, .06/25, .05/30, .04/35 ve .04/40 açılı ve numaralı kanal eğeleri kullanıldı.

Grup 2:

Üretici firmanın önerisi üzerine, SAF Sistem (ReDent-Nova, Raanana, İsrail) eğe sistemi, belirlenen çalışma boyutunda tek eğe sistemi ile kullanıldı. SAF Sisteme özel irrigasyon aparatı VATEA (irrigation device, part of the SAF-System, ReDent-Nova, Raanana, İsrail) dakikada 2 ml %9 steril serum fizyolojik akışı sağlanacak şekilde ayarlanarak 3 dakika boyunca KaVo (KaVo, Biberach, Almanya) ile uyumlu SAF sisteminin özel başlığı olan RDT3 (ReDent-Nova, Raanana, İsrail) ile preparasyon

yapıldı. Son yıkama olarak 1,5 ml %9 steril serum fizyolojik kullanılarak toplam 7,5 ml %9 steril serum fizyolojik ile irrigasyon tamamlandı.

Grup 3:

Üretici firmanın önerisi üzerine, belirlenen çalışma boyutunda olacak şekilde Twisted File (TF, SybronEndo, Orange, CA, ABD) döner alet sistemi sırasıyla, .06/25, .06/30, .06/35 ve .04/40 açılı ve numaralı kanal eğeleri kullanıldı.

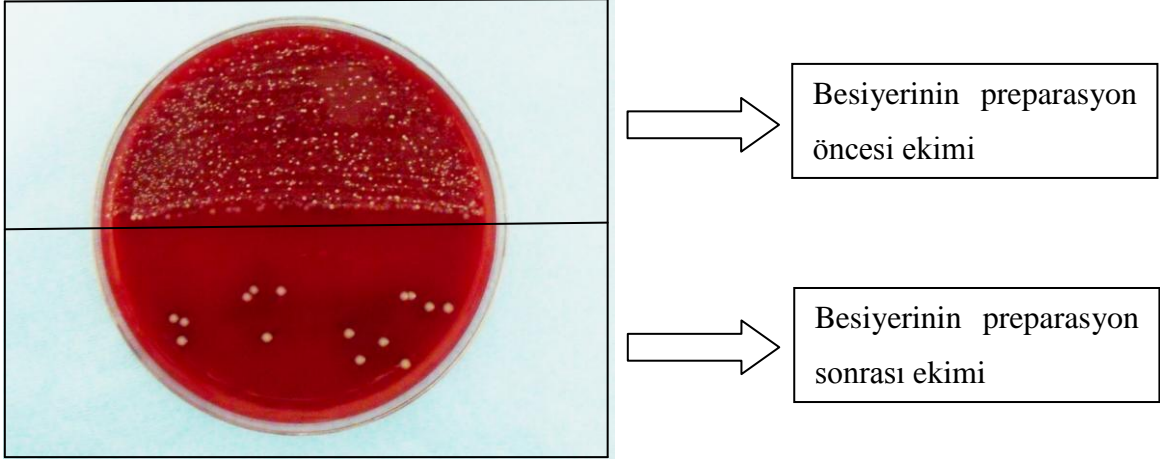
Grup 4:

Üretici firmanın önerisi üzerine, Reciproc Sistem(VDW, Münih, Almanya), belirlenen çalışma boyutunda .06/40 aç ve numaralı tek eğe sistemi ile kullanıldı.

Grup 5:

Kanallar 15-40 no'lu K-tipi paslanmaz çelik kanal eğeleri (Mani Inc., Tokyo, Japonya) ile step back tekniği kullanılarak genişletildi. Kanal eğeleri belirlenen çalışma boyutunda lastik stoperleri ile işaretlendikten sonra 15, 20, 25, 30, 35 ve 40 no'lu kanal eğeleri çalışma boyutunda kullanıldı ve 40 no'lu kanal eğesi apikal master eğe olarak kabul edildi. Kanal eğeleri kanalda rahat hareket etmeye başladıktan sonra diğer kanal egesine geçildi ve kanallarda basamak oluşumunu önlemek amacıyla ara safhalarda 20 no'lu kanal eğesi kullanılarak rekaptülasyon yapıldı. Her kanal eğesi değişiminde eşit olacak şekilde irrigasyon tamamlandı.

Preparasyon işlemi tamamlandıktan sonra kök kanalı içine yerleştirilen steril kağıt konlar kanal içindeki nemlilik tamamen kuruyana kadar bekletildi. Daha sonra kanal içerisinden alınan kağıt konlar, içinde 5 ml BHI broth bulunan cam tüpler içerisine alındı. Tüpler 5 dakika vortekslendikten sonra steril ölçülü plastik öze ile örnek alınarak önce ve sonra olarak ayrılmış kanlı besi yerinin diğer yarısına ekim yapıldı (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Apikalden taşan bakteri miktarının incelenmesi için kök kanalından alınan örneklerin besiyerine preparasyon öncesi ve sonrası ekimleri

Ekim yapılan petri kutuları 36,5°C sıcaklıktaki etüvde 18-24 saat bekletildi ve daha sonra CFU sınıflamasına göre sayım yapıldı.

4. BULGULAR

Farklı Ni-Ti döner alet sistemleri ile yapılan preparasyonun dentin dezenfeksiyonuna, apikalden taşan sıvı, debris ve bakteri miktarına etkisini *in vitro* olarak incelediğimiz çalışmamızda elde edilen veriler değerlendirilerek aşağıdaki bulgulara ulaşıldı.

Bulgular üç ana başlık altında incelendi.

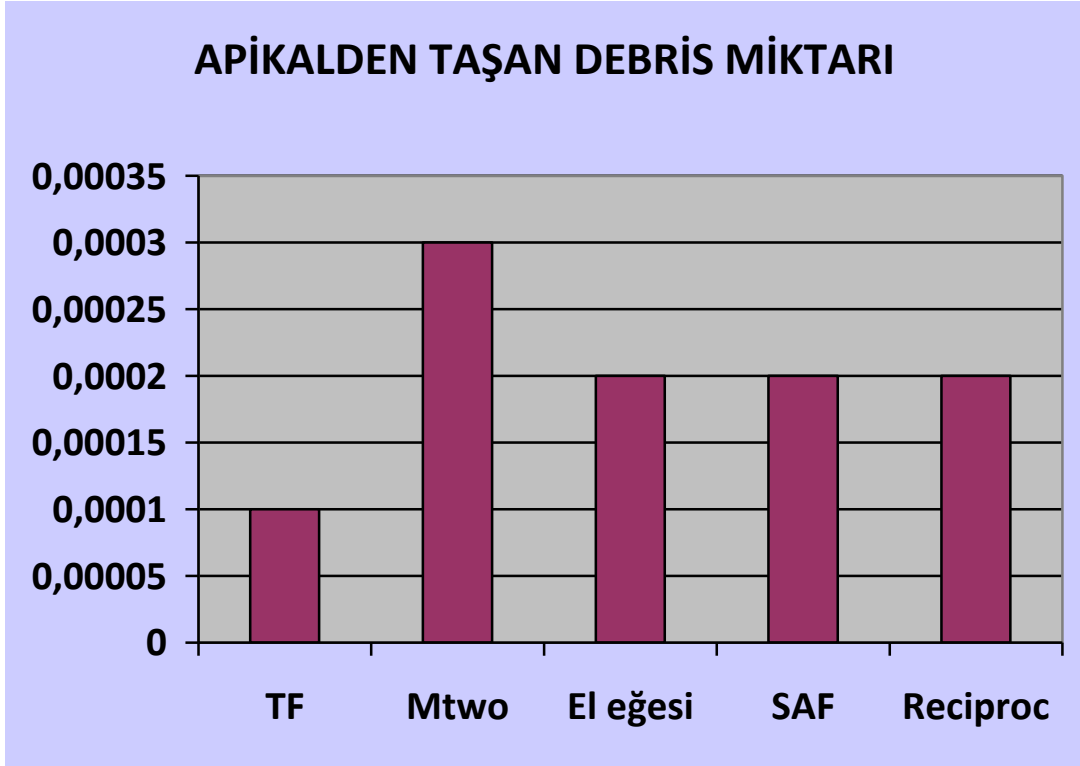
4.1 Apikalden Taşan Sıvı ve Debris Miktarının İncelenmesi

Apikalden taşan debris miktarları ile ilgili bulgular çizelge 4.1' de belirtildi. Buna göre sonuçlar incelendiğinde, en fazla apikalden debris taşmasının $0,0003 \pm 0,0002$ mgr ile Mtwo grubunda olduğu görüldü. Reciproc, SAF Sistem, El eğesi ve Twisted File grupları değerlendirildiğinde, apikalden taşan debris miktarı değerleri sırasıyla; $0,0002 \pm 0,0026$ mgr ile El eğesi, $0,0002 \pm 0,0005$ mgr ile Reciproc, $0,0002 \pm 0,0001$ mgr ile SAF Sistem ve $0,0001 \pm 0,0001$ mgr ile Twisted File gruplarında olduğu tespit edildi. Bununla birlikte, gruplara ait apikalden taşan debris miktarları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak farklılık önemsiz bulundu ($P>0,05$) (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

Çizelge 4.1 Apikalden taşan debris miktarına (mgr) ait ortalama değerler.

GRUPLAR	ÇALIŞMA ÖNCESİ İLK AĞIRLIK (mgr) $\bar{X} \pm S$	ÇALIŞMA SONRASI SON AĞIRLIK (mgr) $\bar{X} \pm S$	İLK AĞIRLIK SON AĞIRLIK FARKI (mgr) $\bar{X} \pm S$
TWİSTED FİLE	$0,7570 \pm 0,0044$	$0,7571 \pm 0,0043$	$0,0001 \pm 0,0001$
MTWO	$0,7541 \pm 0,0031$	$0,7545 \pm 0,0030$	$0,0003 \pm 0,0002$
EL EĞESİ	$0,7559 \pm 0,0038$	$0,7556 \pm 0,0046$	$0,0002 \pm 0,0026$
SAF SİSTEM	$0,7542 \pm 0,0050$	$0,7543 \pm 0,0050$	$0,0002 \pm 0,0001$
RECİPROC	$0,7544 \pm 0,0039$	$0,7546 \pm 0,0038$	$0,0002 \pm 0,0005$
	KW=5,23 P=0,264	KW=4,20 P=0,380	KW=9,09 P=0,059

($P>0,05$) önemsiz



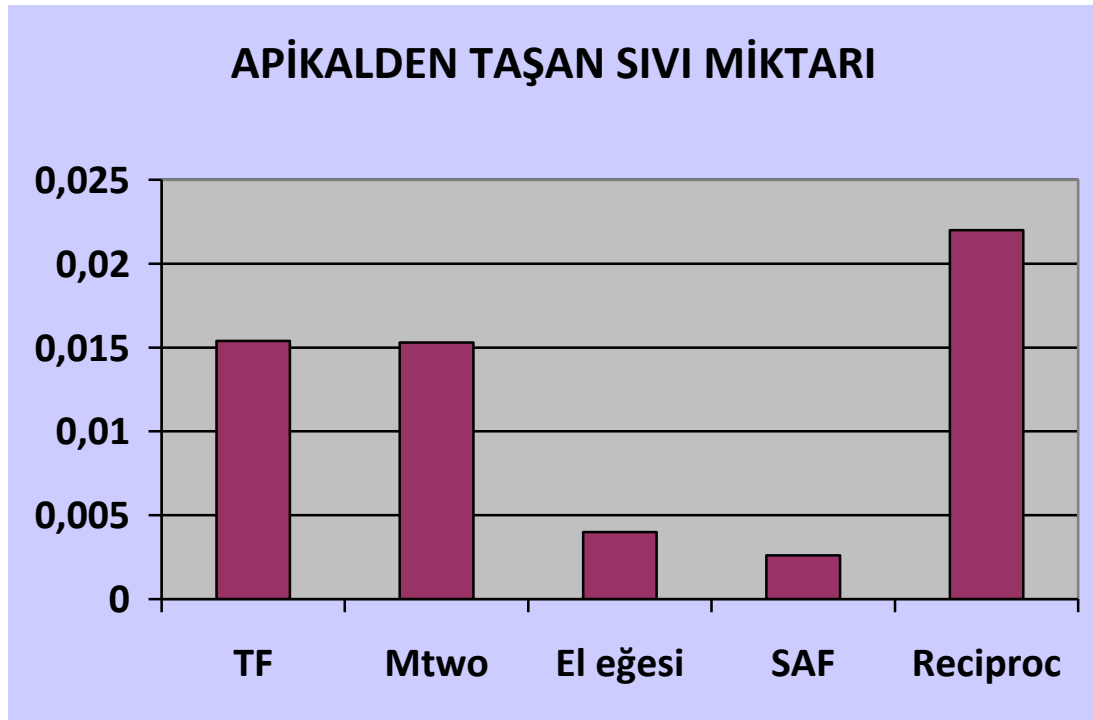
Şekil 4.1 Apikalden taşan debris miktarına (mgr) ait ortalama değerler.

Apikalden taşan sıvı miktarları ile ilgili bulgular çizelge 4.2'de belirtildi. Buna göre sonuçlar değerlendirildiğinde, en fazla sıvı taşması $0,0220 \pm 0,0305$ ml ile Reciproc grubunda olduğu görüldü. Bununla birlikte, büyükten küçüğe doğru en fazla apikalden taşan sıvı miktarları $0,0153 \pm 0,0434$ ml ile Mtwo, $0,0153 \pm 0,0396$ ml ile TwistedFile, $0,0040 \pm 0,0091$ ml ile El eğesi ve $0,0026 \pm 0,0056$ ml ile SAF Sistem olarak sıralandı. Gruplara ait apikalden taşan sıvı miktarları değerlendirildiğinde, gruplar arası farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulundu ($P > 0,05$) (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2).

Çizelge 4.2 Apikalden taşan sıvı miktarına (ml) ait ortalama değerler.

GRUPLAR	TAŞAN SIVI MİKTARI
	(ml) $\bar{X} \pm S$
TWİSTED FİLE	0,0153 \pm 0,0396
MTWO	0,0153 \pm 0,0434
EL EĞESİ	0,0040 \pm 0,0091
SAF SİSTEM	0,0026 \pm 0,0056
RECİPROC	0,0220 \pm 0,0305
	KW=4,56 P=0,335

P>0,05 önemsiz



Şekil 4.2 Apikalden taşan sıvı miktarına (ml) ait ortalama değerler.

4.2 Apikalden Taşan Bakteri Miktarının İncelenmesi

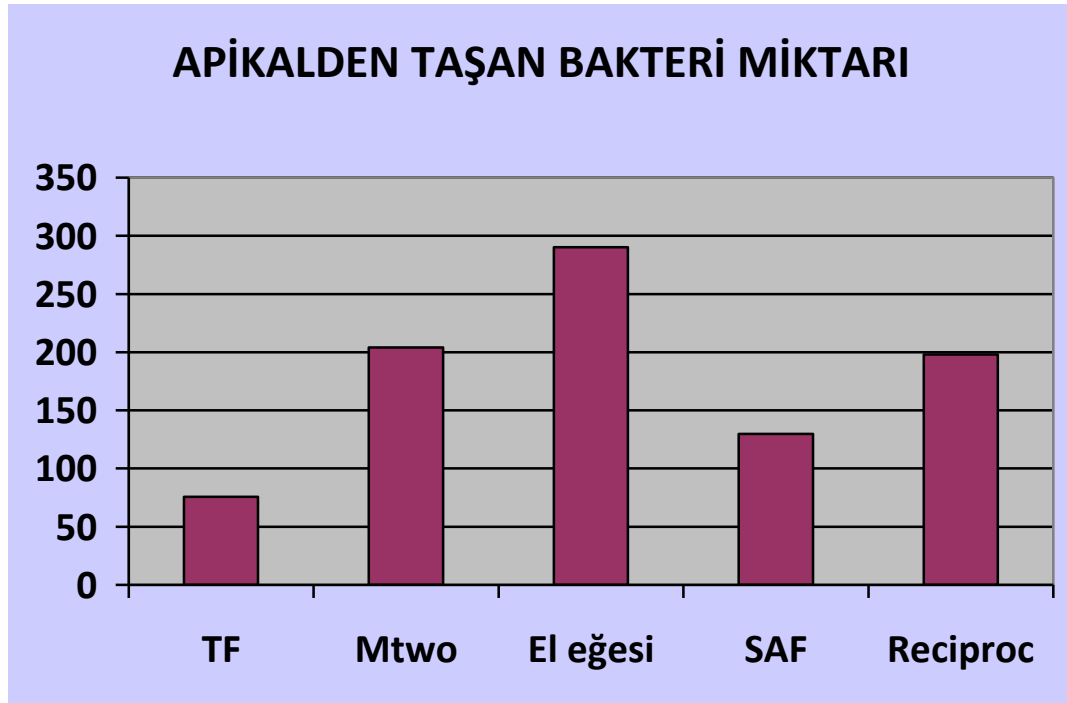
Çalışmamızda, apikalden taşan bakteri miktarı değerleri karşılaştırıldığında; Twisted File ile Mtwo, Twisted File ile SAF Sistem, Twisted File ile Reciproc ve Twisted File ile El eğesi grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulundu ($P<0,05$). Mtwo ile Reciproc grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunurken

diğer tüm gruplar arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak önemli bulundu ($P < 0,05$) (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3 - Şekil 4.13).

Çizelge 4.3 Apikalden taşan bakteri miktarına ($\text{CFU}/\text{ml}^{-1}$) ait değerler.

GRUPLAR	APIKALDEN TAŞAN BAKTERİ MİKTARI $\bar{X} \pm S$
TWİSTED FİLE	75,66 \pm 31,17
MTWO	204,20 \pm 54,86
EL EĞESİ	290,26 \pm 65,41
SAF SİSTEM	129,73 \pm 45,37
RECİPROC	198,06 \pm 40,67
	KW=53,45 P=0,001

$P < 0,05$



Şekil 4.3 Apikalden taşan bakteri miktarına ($\text{CFU}/\text{ml}^{-1}$) ait değerler.

Gruplara Ait Debris Ve Bakteri Taşması Miktarları Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi:

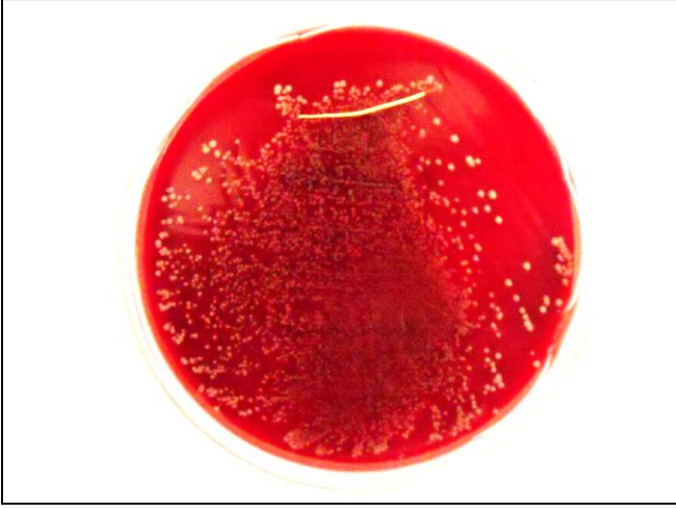
Ayrıca; debris taşması ve bakteri taşması grupları değerlendirildiğinde;

Twisted File grubunda, taşan debris ile taşan bakteri arasında : $r = - 0,39$

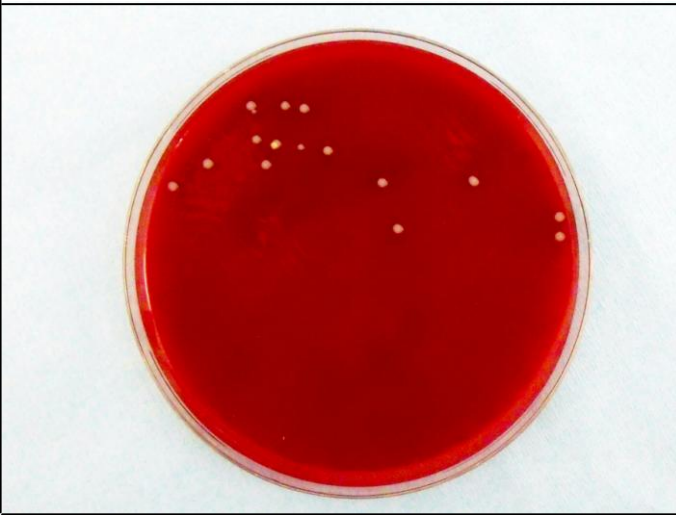
Mtwo grubunda taşan debris ile taşan bakteri arasında : $r = - 0,40$

SAF Sistem grubunda taşan debris ile taşan bakteri arasında : $r = - 0,32$

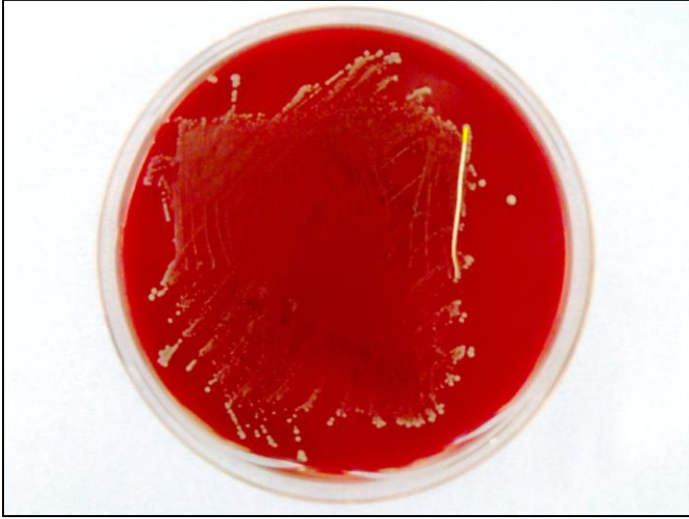
Reciproc taşan debris ile taşan bakteri arasında : $r = - 0,29$ negatif yönlü ilişki katsayıları bulundu. Bulunan bu ilişki katsayıları istatistiksel olarak önemsiz, aynı zamanda bir ilişki ölçütü olarak da zayıftır. (Önemli olması için $r > 0,50$ olmalı)



Şekil 4.4 Twisted File, inkübasyon sonrası *E. faecalis*'in kanal içi üreme kontrol ekimi



Şekil 4.5 Twisted File, preparasyon sonrası apikalden taşınan bakteri miktarı ekimi



Şekil 4.6 Mtwo, inkübasyon sonrası *E. faecalis*'in kanal içi üreme kontrol ekimi



Şekil 4.7 Mtwo, preparasyon sonrası apikalden taşan bakteri miktarı ekimi



Şekil 4.8 El eğesi, inkübasyon sonrası *E. faecalis*'in kanal içi üreme kontrol ekimi



Şekil 4.9 El eğesi, preparasyon sonrası apikalden taşan bakteri miktarı ekimi



Şekil 4.10 Saf Sistem, inkübasyon sonrası *E. faecalis*'in kanal içi üreme kontrol ekimi



Şekil 4.11 SAF Sistem, preparasyon sonrası apikalden taşan bakteri miktarı ekimi



Şekil 4.12 Reciproc, inkübasyon sonrası *E. faecalis*'in kanal içi üreme kontrol ekimi



Şekil 4.13 Reciproc, preparasyon sonrası apikalden taşınan bakteri miktarı ekimi

4.3 Kanal İçinde Kalan Bakteri Miktarının İncelenmesi

Kanal içinde kalan bakteri miktarı değerleri incelenerek ilk ölçüm ve son ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; Twisted File ile Mtwo, Twisted File ile El Egesi ve Twisted File ile Reciproc grupları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulundu ($P < 0,05$). Twisted File ile SAF Sistem ve Mtwo ile El Egesi grupları arasındaki farklılık önemsiz bulunurken diğer tüm gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulundu. ($P < 0,05$) (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4 - Şekil 4.19).

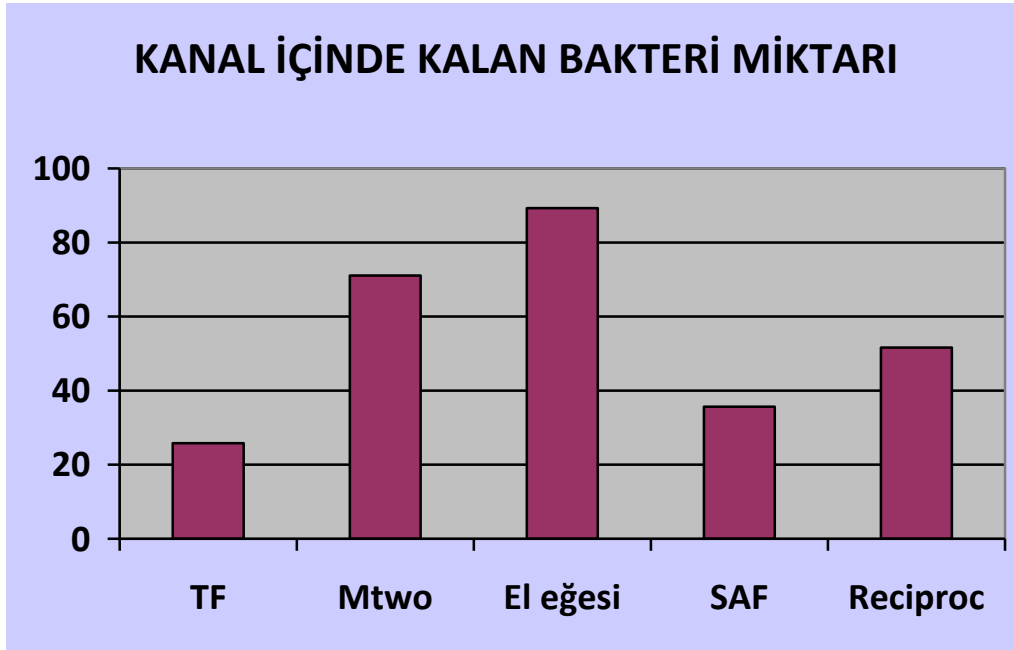
Çizelge 4.4 Kanal içerisinde kalan bakteri miktarına (CFU/ml⁻¹) ait ölçüm değerleri.

GRUPLAR	İLK ÖLÇÜM BAKTERİ MİKTARI (CFU/ ml) $\bar{X} \pm S$	SON ÖLÇÜM BAKTERİ MİKTARI (CFU/ ml) $\bar{X} \pm S$
TWİSTED FİLE	10 ⁵	25,80 ± 17,10
MTWO	10 ⁵	71,06 ± 31,63
EL EĞESİ	10 ⁵	89,28 ± 32,42
SAF SİSTEM	10 ⁵	35,66 ± 17,66
RECİPROC	10 ⁵	51,60 ± 29,39
		KW= 39,51 P=0,001

P < 0,05

Döner alet sistemlerinin preparasyon öncesi ve preparasyon sonrası bulguları *E. faecalis* üzerindeki dezenfeksiyon etkinliğinin sonuçları incelenerek *E. faecalis* sayısındaki azalma ortalamaları yüzde olarak belirtildi (Çizelge 4.5)

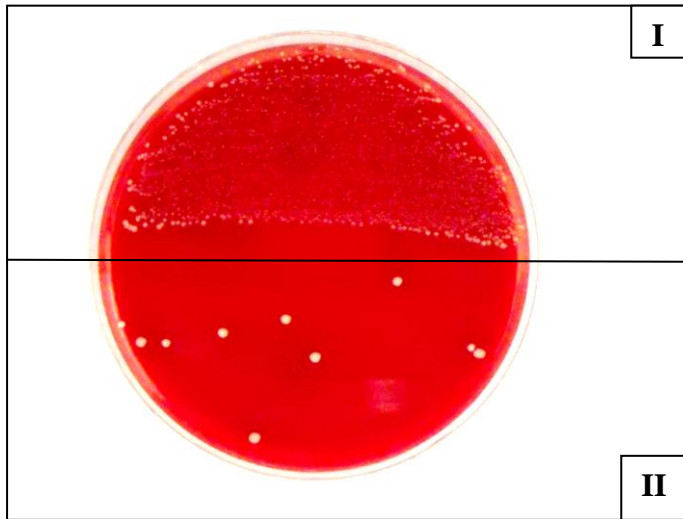
Buna göre; kanal içerisindeki bakteri miktarındaki en fazla azalma %97,42 ile Twisted File grubunda gözlemlendi. Bunu sırasıyla, %96,44 ile SAF Sistem, %94,84 ile Reciproc, %92,90 ile Mtwo ve %91,08 ile El Eğesinin izlediği tespit edildi.



Şekil 4.14 Kanal içerisinde kalan bakteri miktarına (CFU/ml⁻¹) ait ölçüm değerleri

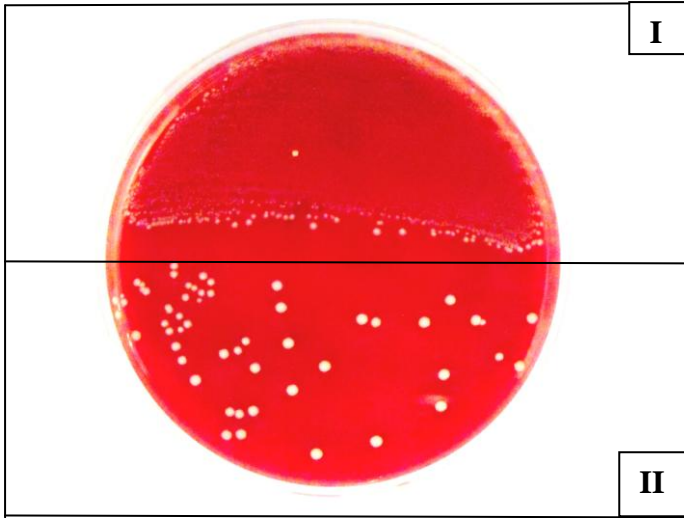
4.5 Preparasyon sistemlerinin kanal içindeki *E. faecalis* tizerine etkisi

GRUPLAR	BAKTERİYİ AZALTMA ORANI (%)
TWİSTED FİLE	% 97,42
MTWO	% 92,90
EL EĞESİ	% 91,08
SAF SİSTEM	% 96,44
RECİPROC	% 94,84



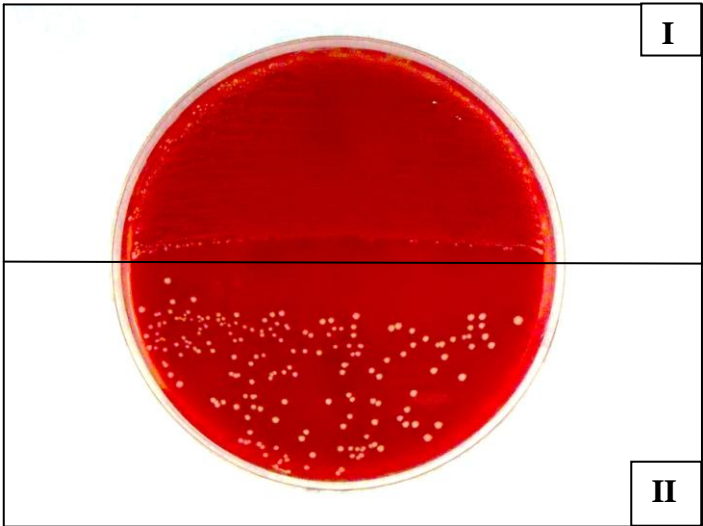
Şekil 4.15 Twisted File, kanal içinde kalan bakteri miktarı

(I.Preparasyon öncesi *E. faecalis* ekimi, II.Preparasyon sonrası *E. faecalis* ekimi)



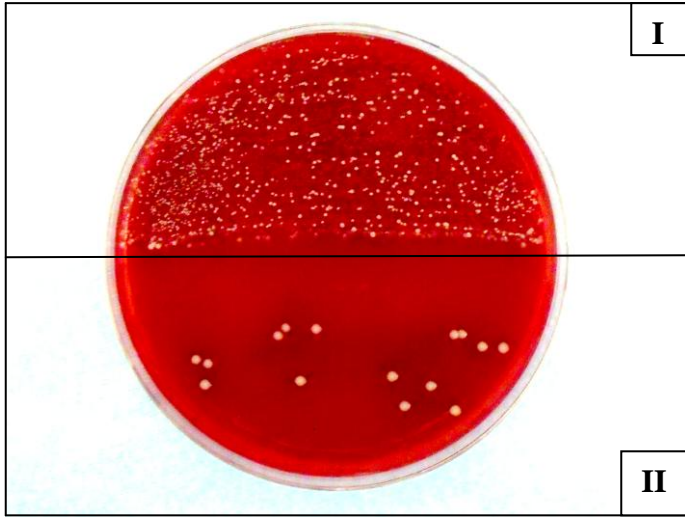
Şekil 4.16 Mtwo, kanal içinde kalan bakteri miktarı

(I.Preparasyon öncesi *E. faecalis* ekimi, II.Preparasyon sonrası *E. faecalis* ekimi)



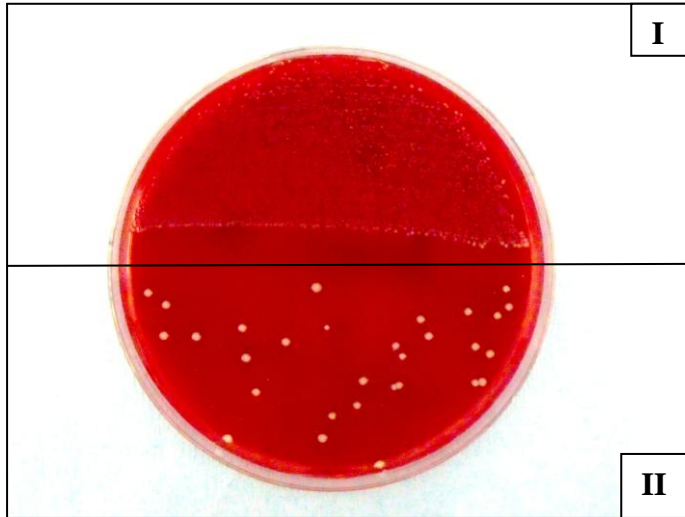
Şekil 4.17 El Eğesi, kanal içinde kalan bakteri miktarı

(I.Preparasyon öncesi *E. faecalis* ekimi, II.Preparasyon sonrası *E. faecalis* ekimi)



Şekil 4.18 SAF Sistem, kanal içinde kalan bakteri miktarı

(I.Preparasyon öncesi *E. faecalis* ekimi, II.Preparasyon sonrası *E. faecalis* ekimi)



Şekil 4.19 Reciproc, kanal içinde kalan bakteri miktarı

(I.Preparasyon öncesi *E. faecalis* ekimi, II.Preparasyon sonrası *E. faecalis* ekimi)

5. TARTIŞMA

5.1 Apikalden Taşan Sıvı, Debris ve Bakteri Miktarının Değerlendirilmesi

Kök kanal preparasyonu, kanal tedavisinin başarısındaki en önemli basamaklardan biri olarak kabul edilir. Bu işlem, kök kanal sisteminin mekanik olarak temizliğinin yanında, kanal içinde kullanılan ilaçlar için gerekli olan kanal içi boşluğun ve uygun kanal dolgusu için gerekli kök kanal geometrisinin oluşturulmasını içermektedir [1].

Son yıllarda kök kanal preparasyonunu daha kolay ve kısa süreli hale getirmek için bir çok preparasyon tekniği, kök kanal aleti ve cihaz geliştirilmiştir. Özellikle Ni-Ti alaşımların döner alet sistemlerinde kullanımı, klinisyen için daha kolay ve etkin bir preparasyon elde edilmesi; preparasyonun tamamlanması için gerekli zamanın azaltılması, basamak ile zip oluşumu ve perforasyon gibi oluşabilecek komplikasyonların minimuma indirilmesi açısından kök kanal tedavisinde bir devrim olarak kabul edilmektedir [156]. Günümüze kadar bir çok Ni-Ti döner alet sistemi endodontinin hizmetine sunulmuşlardır. Bu sistemler genel olarak, kesici yüzey tasarımı, koniklik farkları ve kullanılan teknikler bakımından birbirlerine üstünlükleri ileri sürülmektedir [61, 86, 157].

Kök kanal tedavisi sırasında uygulanan tüm preparasyon teknikleri ve kullanılan irrigasyon solüsyonları sonucunda periapikal bölgeye irrigasyon solüsyonları, bakteriler veya kök kanal içeriği taşabilmektedir. Bu durum, periapikal dokularda irritasyon ve hassasiyete sebep olabilmekte; mikrobiyal flora ve konak hücre arasındaki bu dengenin bozulması sonucunda, kısa dönemde yangısal olaylar ve akut alevlenmeler ile uzun dönemde periapikal doku iyileşmesinde gecikmelere neden olabilmektedir [19, 136].

Günümüze kadar farklı preparasyon yöntemleri, farklı teknikler veya farklı irrigasyon solüsyonları ile preparasyon ve şekillendirme sırasında periapikal dokulara taşan sıvı, debris ve bakteri miktarlarını belirlemeye yönelik sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır [17, 106, 148, 158, 159].

Farklı Ni-Ti döner alet sistemleri ile yapılan preparasyonun dentin dezenfeksiyonuna, apikalden taşan sıvı, debris ve bakteri miktarına etkisinin *in vitro* olarak incelendiği bu çalışmada amaçlanan; kullanılan kök kanal aletleri ile preparasyon sonucu apikalden taşan sıvı, debris ve bakteri miktarını değerlendirmektir. Sonrasında ise, uygulanan kök kanal preparasyonu sırasında kullanılan bu aletlerin kanal içinde bulunan *E. faecalis*'in kök kanalından temizlenme etkinliğini tespit etmektir.

Bu çalışmada tüm deney gruplarında; deneyimli tek bir araştırmacı olacak şekilde deneysel aşamalar uygulanmıştır.

Farklı kök kanal eğeleri ile yapılan kök kanal preparasyonlarının karşılaştırılmasında genellikle doğal dişler [160-163] veya şeffaf rezin bloklar [164-167] kullanılmıştır.

Kök kanal preparasyonunda, döner alet sistemlerine ilişkin yapılmış *in vitro* çalışmalarda kullanılan dişler veya şeffaf rezin bloklar kıyaslandıklarında, birbirlerine bazı üstünlükleri mevcuttur. Şeffaf rezin bloklardaki yapay kök kanalları; kök kanal çapı, uzunluğu ve eğim açısı gibi standart koşullarda kök kanal aleti tipi ve sıralamaları arasında karşılaştırmalara olanak sağlamaktadır. Ancak bu yöntem, doğal dişlerin yüzey yapısı, sertliği ve yatay kesit özelliklerini yansıtmamaktadır [168]. Çekilmiş dişlerden alınan yatay kesitlerle yapılan çalışmalarda, şeffaf rezin bloklardaki tüm gözlemler doğrulanabilmektedir. Kök kanallarının temizlenme yeteneğine ilişkin çalışmalar ise sadece çekilmiş dişlerde gerçekleştirilebilmektedir [26].

Çalışmamızda; preparasyonda kullanılan Ni-Ti döner alet sistemlerinin, *E. faecalis*'in kök kanalı içindeki dezenfeksiyon etkinliğinin değerlendirilmesi ve bu sırada Ni-Ti döner alet sistemlerinin apikalden taşıdıkları sıvı, debris ve bakteri miktarlarının incelenmesi amaçlandığından, köklerin ve kanalların morfolojik yapısını göz önüne alınarak, apeks oluşumu tamamlanmış çekilmiş daimi insan dişlerinin kullanılması tercih edildi.

Periapikal dokulara taşan kök kanal içeriğinin değerlendirilmesi; diş tipi, dişin kök kanalının genişliği, preparasyon tekniği, preparasyonda kullanılan kanal aletin tipi, aletin boyutu, preparasyonun sonlandığı nokta ve kullanılan irrigasyon solüsyonu ile irrigasyon yöntemi gibi faktörler göz önünde bulundurularak yapılmaktadır. Reddy ve Hicks [23] tek kök ve tek kanallı mandibular premolar dişleri; Myers ve Montgomery [47] tek köklü maksiller lateral keserler ile mandibular premolar dişleri; Saad ve ark. [169] tek köklü anterior ve premolar dişleri; Ferraz ve ark. [16] tek kanallı maksiller ve mandibular keser dişleri; ile Huang ve ark. [170] maksiller anterior dişleri, çalışmalar sırasında kullanmışlardır.

McKendry [171]'nin yapmış olduğu bir çalışmada, diş tipleri ile apikalden taşan debris miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Mangalam ve ark. [172] aşırı geniş kanallı ve geniş apeksli dişleri çalışmalarından çıkartmışlardır. Aynı şekilde Beeson ve ark. [31] da çalışmalarında aşırı geniş kanallı dişleri kullanmaktan kaçınmışlardır. Fairbourn ve ark. [17] dişlerin kök kanal genişliklerini

radyografik olarak incelemişler ve kanal genişliklerini küçük, orta ve büyük olarak değerlendirerek 1, 2, 3 sayısal değerleri ile sınıflamışlardır. Kanal genişliği arttıkça, apikal bölgeden daha az debris çıkışı olduğunu, fakat bunun istatistiksel olarak bir anlam ifade etmediğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada; kullanılan dişlerin anatomik farklılıklarının çalışmamızı etkilememesi için, dişlerin standart olarak seçilmesine dikkat edildi. Alınan radyografiler ile tek kök ve tek kanallı olduğu görülen; kök kanal genişlikleri mümkün olduğunca eşit olan ve kök uzunluklarının birbirine yakın olmasına özen gösterilen mandibular premolar ve kanin dişleri ile maksiller kanin dişleri kullanılmıştır.

Kök kanal sisteminin kompleks yapısı içinde; farklı derecede ve şekillerdeki eğimler mekanik olarak şekillendirilmesi en zor olan kök kanal formlarını oluşturmakta ve genellikle iki boyutlu radyografilerle tamamen görülememektedir. Bu tespit edilemeyen eğimler, temizleme ve şekillendirme işlemlerinde önemli rol oynamaktadır. Çünkü radyografiler ile tespit edilememiş olan bukkal-lingual yönlü eğim gösteren kök kanalının şekillendirilmesi sırasında, çalışma boyutu kaybı, kök kanal transportasyonu veya strip perforasyon gibi komplikasyonlar oluşabilir [83]. Tüm bunlarla birlikte, kök kanal eğiminin artışı kanal dezenfeksiyonu üzerinde olumsuz bir rol oynarken aynı zamanda apikalden taşan sıvı, debris ve bakteri miktarı üzerine de etkisinin olduğu düşünülmektedir [173]. Apikalden taşan sıvı, debris ve bakteri miktarının; bakteri sayısı veya diş morfolojisinden çok, kullanılan kök kanal preparasyon tekniğine bağlı olduğu bildirilmektedir [174]. Bu bilgiler ışığında; çalışmamızda kullandığımız dişler, elde edilen verilerin tüm deney gruplarında homojen olarak dağılım göstermesi amacıyla, radyografiler alınarak Schneider [155] 'in sınıflamasına göre düz açılı olmasına dikkat edilerek seçilmiştir.

Çalışmamızda kök kanalları *E. faecalis* ile enfekte edilmeden önce, kullanılan köklerin tüm dış yüzeyleri, dentin tübüllerinin tıkamak ve oluşabilecek herhangi bir sızıntıyı önlemek amacıyla tırnak cilası ile kaplanmıştır. Haapasalo ve Orstavik [175] yaptıkları *in vitro* bir çalışmada, dentin tübüllerinin kapatmak amacıyla uygulanan tırnak cilası içindeki çözücülerin de bir miktar antibakteriyel etkiye sahip olabileceklerini belirtmişler. Fakat, yaptıkları kontrol deneylerinde ise bunun önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Tanalp ve ark. [148] rehber noktasının kolay tespit edilebilmesi için, dişlerin kök ve kronlarını keserek çalışmada kullanmışlardır. Kök ucu genişliğinin de apikalden taşan sıvı , debris ve bakteri miktarı üzerine etkisinin olduğu Tınaz ve ark. [159] tarafından yapılan çalışmalarda göstermiştir.

Çalışmamıza, geniş kök ucu açıklığına sahip ya da apikal konstrüksiyonu bozulmuş olan diş kökleri dahil edilmemiştir. Preparasyon sırasında referans noktalarının kaybını önlemek amacıyla dişlerin kronları, servikale yakın bir bölgeden (standart 16 mm olacak şekilde) elmas separe yardımıyla kesilmiştir. Daha sonra sızıntıyı önlemek amacıyla tüm kök yüzeyi iki kat tırnak cilası ile kaplanmıştır. Tüm dişlerde standart bir apikal açıklık elde edilebilmesi amacıyla 15 numaralı K tipi kök kanal eğesi ile apikal foramenden 1mm çıkılarak 0,17 mm'lik apikal açıklık elde edilmiştir.

Kök kanal preparasyonunun sonlandığı nokta; apikalden taşan kök kanal içeriğinin miktarı üzerinde önemli bir faktördür. Kök kanal preparasyonu sırasında çalışma boyutunun tam olarak belirlenmesine rağmen debris, pulpa dokusu parçaları, nekrotik doku, mikroorganizmalar ve kanal içi irriganlar foramen apikaleden periapikal dokulara taşabilmektedir. Foramen apikaleden taşan bu materyaller preparasyon sonrası ağrıya yada akut alevlenmelere neden olabilmektedir [17]. Beeson ve ark. [31], kök kanal preparasyonunun apikal foramende tamamlandığı dişlerle, apikal foramenden 1mm kısa olarak tamamlanan dişleri kıyaslamışlardır. Apikalden taşan debris miktarının; apikal foramenden 1mm kısa olarak preparasyon yapılan grupta, apikal foramende preparasyon yapılan gruptan istatistiksel olarak anlamlı dercede daha az olduğu görülmüştür. Lee ve ark. [176] apeksten 3 mm uzaklıkta ultrasonik tekniği kullanarak, apeksten 1 mm uzaklıkta ultrasonik tekniği kullanarak ve apeksten 1 mm uzaklıkta K tipi kanal eğesini kullanarak yaptıkları çalışmada, tüm tekniklerde apikalden debris çıkışı olduğunu bildirmişlerdir.

Hinrichs [32] Ni-Ti döner alet sistemlerinin debris ve irrigasyon solüsyonunun apikalden taşması üzerine yapmış olduğu çalışmada, kullanılan dişlerin çalışma boyutunu apikal foramenden 0,5 mm kısa olarak belirlemiştir. Myers ve Montgomery [177]'nin yapmış oldukları çalışmada; apikalden taşan irrigasyon solüsyonu miktarlarının karşılaştırılması sırasında, çalışma boyutu apikal foramenden 1 mm kısa olarak preparasyon yapılmış ve foramen apikalede preparasyon yapılmış dişlerde edilen veriler; 1 mm kısa olarak preparasyon yapılmış olmasının daha az irrigasyon solüsyonu ve debris taşmasına neden olduğunu göstermiştir.

Lambrianidis [178], kök kanal preparasyonunun foramen apikalede tamamlanarak apikal daralımın kasten bozulduğu ve preparasyonun çalışma boyutundan 3 mm kısa olacak şekilde tamamlanarak apikal daralımın korunduğu çalışmada; apikalden taşan kanal içeriği miktarının; apikal daralımın korunduğu grupta, daralımın bozulmuş olduğu

gruptan daha fazla olduğunu rapor etmiştir. Bu durumu da apikal tıkaç formasyonu ile ilişkilendirmiştir.

Çalışmamızda; apikalden taşan sıvı, debris ve bakteri miktarı üzerine çalışma boyutunun etkisi olduğu göz önüne alınarak, dental mikroskop (Olympus 4477, Tokyo, Japonya) altında kök kanal aleti apikal foramenden görüldüğü noktadan 1mm geri çekilerek çalışma boyutu belirlenmiştir. Tüm kök kanallarının mekanik preparasyonu, en son 40 no'lu kanal eğesi kullanılarak bitirilmiş ve apikal çap standardize edilmiştir.

Fairbourn ve ark. [17] apikal foramenden taşan debris biriktirmek için oluşturdukları düzenekte, 1 numara lastik tapa içine dişleri kron ve kök uçları dışarıda kalacak şekilde yerleştirmişlerdir. Yerleştirilen dişin kök ucunun altına, üç tane tel ile lastik tapaya tutturulan bir alüminyum kron asmışlardır. Oluşturulan bu düzeneği de 20 ml'lik bir şişenin ağız kısmına yerleştirmişlerdir. Myers ve Montgomery [177] ise dişleri lastik bir tapa içine geçirmişlerdir. Ancak lastik tapanın altına alüminyum kron asmamışlardır. Taşan debris ve irrigasyon solüsyonunu biriktirmek amacıyla lastik tapayı 15-45 mm boyutlarında cam şişenin ağzına geçirmişlerdir. Daha sonrasında ise bu küçük cam şişe 20 ml'lik başka bir şişenin ağzına yine aynı lastik tapa kullanılarak yerleştirilmiştir.

Ferraz ve ark. [16] 'nın apikalden taşan debris biriktirmek için kullandıkları düzenek, Myers ve Montgomery [177] 'nin oluşturduğu düzenekten farklı olarak; diş ve lastik tapa küçük santrifüj tüpüne, tüp de 7 ml'lik bir şişeye yerleştirilmiştir. Tınaz ve ark. [159], Er ve ark. [174] ile Kuştarıcı ve ark [179]'nın yaptıkları çalışmalarda; Ferraz ve ark. [16] 'nın kullandığı düzeneğe ek olarak, şişe içi ve atmosferik basıncın eşitlenmesi için dişlerin geçirildiği lastik kapağa dental enjektör iğnesi geçirilmiş ve düzenek cam bir şişeye yerleştirilmiştir. Şişenin içine de periodonsiyumu taklit edebilmesi amacıyla serum fizyolojik solüsyonu doldurulmuştur. Akpınar ve ark. [180] üç farklı yöntem ile kök kanalından gutta perka sökümü sırasında apikalden taşan debris miktarını değerlendirdikleri çalışmada; dişleri eppendorf tüpleri içine yerleştirmişler ve irrigasyon solüsyonu olarak da distile su kullanmışlardır. Zarrabi [181] Ni-Ti döner alet sistemlerinin apikalden taşan debris miktarına etkisi üzerine inceleme yapmış, uygulanan her kanal eğesinden sonra irrigasyon solüsyonu olarak 1 ml distile su kullanmıştır.

Daha önce yapılmış olan çalışmaların rehberliğinde çalışmamızda; sıvı ve debris taşması aşamasında, dişlerin koronal parçaları eppendorf tüpünün kapağından 3-4 mm'lik yukarıda kalacak ve dişlerin apikalleri eppendorf tüpü içinde olacak şekilde

düzenek kurulmuştur. Eppendorf tüpü kapağına yerleştirilen diş ile tüpün kapağı arasındaki birleşim epoksi rezin kullanılarak sağlanmıştır. Atmosferik basınç ve tüp içi basıncı dengelemek amacıyla dental enjektör iğnesi eppendorf tüpünün kapağına yerleştirilmiştir. Bu düzeneğin kurulduğu eppendorf tüpleri de flakonlar içine yerleştirmişlerdir. Periodonsiyumu taklit edebilmesi amacıyla eppendorf tüpü içine, serum fizyolojik yerine distile su konulmuştur. Serum fizyolojik kullanılması halinde, tüp içindeki sıvı buharlaştırıldıktan sonra taşan debris ile birlikte taşan serum fizyolojik sonucu oluşacak NaCl tuzları, bir dizi işlemde geçirilerek debris miktarından ayrıştırılmak zorunda kalacak ve taşan debris miktarı ayrıca hesaplanmaya çalışılacaktır. Aynı zamanda taşan debris miktarının net değerlerini etkileyebilecektir. Bu nedenlerden dolayı, hem irrigasyon solüsyonu hem de eppendorf tüpü içi solüsyon olarak distile suyun kullanılması tercih edilmiştir.

Deney düzeneğinde; sıvı konulması ile periodonsiyum taklit edilen çalışmamızda elde edilen sonuçların, deney düzeneğinde herhangi bir basınç ile karşılaşılmadığından, gerçek periapikal dokularla kıyaslandığında sıvı, debris veya bakteri miktarında daha fazla apikalden taşma olduğu düşünülmektedir. Salzgeber ve Brillant [154], periapikal lezyonlu nekrotik olgularda, vital olgulara oranla irrigasyon solüsyonunun periapikal dokulara daha fazla miktarda ve kolaylıkla taşabildiğini göstermişlerdir. Laboratuvar ortamında elde edilen sonuçlar ile klinik ortamda elde edilen sonuçlar birebir uyum göstermemektedir. Kullanılan yöntemde iç ve dış basınçlar eşitlenmektedir. Periapikal bölgede ise pozitif veya negatif basınçlar oluşabilmektedir. Oluşturulan deney düzeneğinde ise böyle bir mekanizma yoktur. Eğer çalışmada elde edilen sonuçlar klinik ortamda da ortaya çıksaydı, kök kanal tedavisi sonrasında ortaya çıkabilecek flare-up ve postoperatif ağrı insidansında artış meydana gelebilirdi. Bu bilgiler ışığında apikalden taşan sıvı, debris ve bakteri miktarlarının klinik ve laboratuvar ortamında farklılık göstermesine rağmen; çalışma boyutu, irrigasyon yöntemleri, kullanılan kök kanal aletleri ve preparasyon yöntemleri ile diğer parametrelerin taşan sıvı, debris ve bakteri miktarlarına etkisi paralellik göstermektedir [148, 172, 178].

Mounce [87] ile Ghivari ve ark. [182]; kök kanal preparasyonunda kullanılan eğelerin kesim açısının ve yivlerin uzunluğunun da preparasyon sırasında çıkan debris miktarının koronal yönden dışarı atılmasında, böylece apikalden taşan debris ile dolayısıyla bakteri miktarı üzerinde etkili olduğunu iddia etmişlerdir. Elmsallati ve ark. [183] yivleri daha kısa dizayn edilmiş olan kök kanal eğelerinin, orta veya daha büyük

uzunlukta yive sahip olan eğelere oranla apikalden daha az miktarda debris taşmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Kök kanal preparasyonu sırasında kanal eğelerinden beklenen özellik, dentini kesme yeteneğidir. Bu sayede, enfekte dentin uzaklaştırılacak ve kök kanal dolumuna hazır koni şeklinde preparasyon gerçekleştirilecektir [184]. Endodontik kök kanal aletlerin kesici bıçaklarının kesme açısı; eğelerin kesme yeteneğini ve temizleme etkinliğini etkileyen faktörlerdendir. Pozitif kesim açısına sahip kök kanal eğeleri, kök kanal duvarında kazıma şeklinde temizleme yapan nötral ve negatif kesim açısına sahip olan kök kanal eğelerinden daha etkili bir şekilde kesme işlemine gerçekleştirmektedir [179, 185].

Hülsmann ve Hahn [186], preparasyon sırasında kök kanallarında kullanılan NaOCl gibi doku çözücü özellikte olan solüsyonların apikalden taşarak periapikal dokulara çıkışına bağlı doku nekrozlarının görülebildiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda bu hastalarda ani gelişen ağrı ve şişlik gelişebileceği bildirilmiştir [149, 150]. Bu nedenle kök kanallarında mekanik temizlemeye fayda sağlaması amacıyla kullanılan irrigasyon solüsyonlarının apikalden taşma ihtimalleri göz önünde bulundurularak birçok çalışma yapılmıştır [106, 152, 153].

Kök kanal tedavisi sırasında kullanılan Ni-Ti döner alet sistemleri ile yapılan preparasyonda, apikalden taşan irrigasyon solüsyonu ve debris miktarına; apikal çap, çalışma boyutu, kullanılan irrigasyon solüsyonu miktarı ile irrigasyon prosedürü, preparasyon tekniği ve kullanılan kök kanal aletinin dizaynı gibi faktörler etki etmektedir [17, 18, 139, 153, 177].

Ram [187], geleneksel irrigasyon yöntemi olan solüsyonların iğne ile kök kanalına gönderildiği teknikte, irrigasyon solüsyonunun ancak iğne ucunun 1 mm derinine kadar ilerleyebildiğini belirtmiştir. Bu nedenle irrigasyonda kullanılan iğnenin, etkin bir temizlik ve dezenfeksiyon için kök kanalı içinde sıkışmayacak şekilde kanalının en dar noktasına kadar ilerletilmesi tavsiye edilmektedir.

Fukumoto ve ark. [188] 'nın yapmış oldukları çalışmanın irrigasyon prosedüründe; 27 gauge'lik enjektör iğnesinin gövdesinin orta bölümüne bir eğim verilerek kök kanalına girişi kolaylaştırıldığı rapor edilmiştir. Bu teknik ile irrigasyon solüsyonunun uygulanması sonucunda iğnenin kanal içi ve kök ucundaki hareketi kontrol edilemeyebileceği ve bunun da apikal açıklıktan irrigasyon solüsyonunun taşmasına neden olabileceği bildirilmiştir.

Brown ve ark. [106] irrigasyon yönteminin apikalden taşıdığı solüsyon ve debris miktarını değerlendirdiği çalışmalarında; tüm gruplar apikal çapı 30 numara ve çalışma boyutu foramen apikaleden 1 mm kısa olacak şekilde belirlenmiş ve 23 gauge'lik dental enjektör iğnesi ile her diş için toplam 20 ml solüsyon kullanılmıştır. Grup 1 ve Grup 3'te, enjektör iğnesi kanal içinde ilerletilip sıkıştıktan sonra 1 mm yukarı çekilerek irrigasyonun yapıldığı; Grup 2 ve Grup 4'te, irrigasyon solüsyonu giriş kavitesi içine depolandığı (rezervuar tekniği) irrigasyon prosedürleri uygulanmıştır. İrrigan olarak Grup 1 ve Grup 2'de %2,5 NaOCl solüsyonu, Grup 3 ve Grup 4'te distile su kullanılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde; apikalden irrigasyon solüsyonu çıkışı rezervuar teknikte daha az olduğu görülmüştür. İrrigasyon solüsyonu olarak kullanılan %2,5 NaOCl ya da distile suyun apikalden taşması ile ilgili anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.

İrrigasyon solüsyonu olarak NaOCl kullanılan çalışmaların yanında [18, 20, 23, 106], distile su kullanılan çalışmalar da literatürde mevcuttur [16, 32, 146, 172, 177, 189].

Apikalden taşan sıvı ve debris miktarının incelendiği çalışmalarda; NaOCl, distile su, serum fizyolojik ya da musluk suyu kullanılmıştır. Fairbourn [17] 'nun yapmış olduğu çalışmada; step-back, sevikal flaring, ultrasonik ve sonik yöntemler ile apikalden taşan debris miktarı incelenirken irrigasyon solüsyonu olarak musluk suyu kullanılmıştır.

Preparasyonda kullanılan Ni-Ti kök kanal aletlerinin apikalden taşan sıvı debris miktarına etkisinin değerlendirildiği çalışmamızda; uygulanan irrigasyon solüsyonu debris ve sıvı taşması miktarını daha güvenli olarak değerlendirmek amacıyla distile su olarak seçilmiştir. İrrigasyon tekniği; 27 gauge'lik dental enjektör iğnesi ucundan bükülerek ve iğne kök kanalı içinde ilerletilip iğnenin kanal içinde sıkıştığı noktadan 1 mm geri çekilerek uygulanmıştır. Preparasyon sırasında 5 ml, son yıkama solüsyonu olarak 2,5 ml (SAF Sistem grubunda irrigasyon solüsyonu akım hızı 2 ml/dk olarak ayarlanan özel irrigasyon aparatı kullanılmış ve son yıkama 1,5 ml olarak ayarlanmıştır) olacak şekilde irrigasyon solüsyonu, kanal içine gönderilirken basınçsız bir şekilde uygulanmasına dikkat edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda görülmüştür ki; irrigasyon solüsyonlarının apikalden çıkışını etkileyen tek faktör sadece irrigasyon solüsyonunun kök ucuna doğru basınçlı bir şekilde verilmesi değildir. Preparasyon sırasında yapılan hareketler pistonlama etkisi

ortaya çıkartarak irrigasyon solüsyonunun ve debrisin apikalden çıkışına neden olmaktadır [106].

Kök kanallarında tek başına yapılan mekanik preparasyon işleminin kök kanal mikroflorasını azaltmada yetersiz kaldığı yapılan farklı çalışmalarda kanıtlanmıştır [33, 190, 191]. Kök kanal sisteminin etkili bir şekilde temizlenebilmesi için kullanılan irrigasyon solüsyonlarının, basınç uygulanmadan ve periapikal dokulara taşmamasına özen gösterilerek kök kanalının apikal uçlusüne ulaşabilmesi gerekmektedir [192, 193].

İrrigasyon solüsyonları, genellikle 27 gauge'lik dental enjektörler kullanılarak kök kanallarına uygulansa da irrigasyon işlemini daha etkin ve pratik hale getirmek amacıyla, Maxi-Probe ve Endo-Eze, Identoflex kök kanalı irrigasyon fırçaları ile Endomate irrigasyon sistemi gibi birçok cihaz geliştirilmiştir [1]. Ayrıca ultrasonik sistemlerin irrigasyon işleminde kullanılması ile solüsyonların debrisi uzaklaştırma kapasitesini arttırmakta olduğu ve NaOCl ile pasif ultrasonik irrigasyon tekniği kullanımının kök kanalından debrisi uzaklaştırmada geleneksel irrigasyon yönteminden daha etkili olduğu bildirilmiştir [194-196].

Vande Visse ve Brilliant [133], çeşitli preparasyon tekniklerinin apikalden taşan irrigasyon solüsyonu üzerine etkilerine değerlendirirken, tüm tekniklerin apikalden taşmaya sebep olduğunu bildirmiş ve bunun da periapikal dokularda sorunlar oluşturabileceğini belirtmişlerdir. Brown ve ark. [106] kök kanal aletinin kanal içinde ilerlerken pistonlama hareketi ortaya çıkabileceğini ve bunun da irrigasyon solüsyonunu ve debrisi apikale doğru pompaladığını rapor etmişlerdir.

Goldman ve ark. [190] preparasyon sırasında irrigasyon solüsyonu kullanılmayan kanallarda, kullanılan kök kanallarına kıyasla daha fazla artık dokunun kaldığını bildirmişlerdir. Etkin bir irrigasyon yapılması amacıyla apikal uçlu bölgesine kadar uzanan özel endodontik irrigasyon iğneleri tasarlanmış ve bu uçların klasik iğnelere kıyasla daha etkin bir temizleme yaptığı da araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Taşdemir ve ark. [153] yaptıkları bir çalışmada; pasif ultrasonik irrigasyon yöntemi ile geleneksel irrigasyon yönteminin apikalden taşan NaOCl solüsyonuna etkisini *in vitro* şartlarda değerlendirmişler ve pasif ultrasonik irrigasyon yönteminin uygulandığı grupta daha az irrigasyon solüsyonunun apikalden taşıdığını belirtmişlerdir. Bu sonuca sebep olarak da akustik akımın apikalden koronale doğru olması gösterilmiştir.

Çalışmamızın apikalden debrisi ve sıvı taşması miktarlarının değerlendirildiği aşamasında; apikal çapı tüm gruplarda standart olacak şekilde kök kanal

preparasyonunun bitirilen dişlerin elde edilen verilerinin, istatistiksel olarak anlamlı bir farkının olmadığı bulunmuştur. Gruplar kendi arasında değerlendirildiğinde, en az sıvı taşmasının SAF Sistem grubunda olduğu görülmüştür. Bunun nedeni olarak; kullanılan SAF Sistem eğesinin özel dizayn ağısı bir yapısının olmasından dolayı daha kontrollü bir şekilde irrigasyon yapılmasına olanak vermesi ve bu şekilde uygulanan irrigasyon solüsyonunun kanal ağzından dışarıya atılmasının kolaylaşarak apikalden solüsyon taşma ihtimalinin daha aza indirildiği düşünmekteyiz.

Aynı zamanda; SAF Sistem eğelerinin kullanımı sırasında, irrigasyon prosedürü, SAF Sistemin özel irrigasyon aparatı olan VATEA ile gerçekleştirildiğinden; tüm preparasyon sırasında irrigasyon solüsyonunun damlalar halinde, sürekli ve tamamen basınçsız bir şekilde uygulanmasının da apikal irrigasyon solüsyonu çıkışının en az seviyede olmasında katkısı olduğunu düşünmekteyiz. En fazla sıvı taşmasının Recipro grubunda görülmesinin sebebi olarak ise; tek eğe kullanılarak preparasyon yapılan bir sistem olmasına bağlı olarak pistonlama hareketinin daha fazla olması olduğu düşünmekteyiz. Diğer gruplarda ise apikalden taşan sıvı miktarları istatistiksel olarak anlam ifade etmese de; preparasyonda kullanılan farklı tekniklerin, kök kanal aleti yapısındaki farklılıkların ve preparasyon sırasında kök kanalı içindeki pistonlama hareketinin; apikalden taşan sıvı miktarları arasında farklılıklar yarattığı düşünmekteyiz.

Ruiz-Hubart ve ark. [21], crown-down ve step-back teknikleri, periapikal dokulara taşan debris ve sıvı miktarını kantitatif olarak şeffaf rezin bloklar kullanarak karşılaştırmışlar. Her iki yöntemde apikalden debris taşmasının engellenemediğini tespit etmişlerdir. Crown-down yönteminin apikalden daha az debris taşmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmaya benzer bir diğer çalışmada da elde edilen bulgular; K tipi kök kanal eğeleri ve Profile Ni-Ti döner aletleri ile prepare edilen kök kanalları için de tespit edilmiştir [159].

Mckendry [171] 'nin yapmış olduğu çalışmada sonik şekillendirmenin step-back ve balanced force teknikleri ile karşılaştırıldığında; sonik ve step-back teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Beeson ve ark. [31] 'nin bulgularına göre; döner alet sistemleri ile preparasyonun el ile yapılan preparasyon ile karşılaştırıldığında, apikalden daha az miktarda sıvı ve debris taşmasına neden oldukları görülmüştür. Döner aletlerin yapmış olduğu dönme hareketi ile, kullanılan irrigan ve preparasyon sırasında ortaya çıkan debrisin kolaylıkla kanal ağzına doğru ilerletildiği, böylece kanaldaki bu içeriğin apikal açıklıktan çıkışın daha az miktarda olduğu rapor edilmiştir. Ferraz ve ark. [16] yapmış oldukları çalışmada;

"hibrid tekniği"ni, "balance forced tekniği"ni ve döner alet sistemleri ile preparasyonu sıvı ve debris apikalden taşıma oranları yönünden karşılaştırmışlardır. Apikalden taşan debris miktarının en fazla "hibrid tekniği"nde olduğu ve döner alet sistemleri ile yapılan preparasyonda elde edilen verilerin "hibrid teknik"in olduğu grupta istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği belirtilmiştir.

Zarrabi ve ark. [181] Profile, Race, FlexMaster Ni-Ti döner alet sistemleri ve K tipi eğe (Ni-TiFlex) ile yaptıkları çalışmada Ni-Ti döner sistemlerinin apikalden taşıdıkları debris miktarlarını değerlendirmişler. En fazla debris taşmasının K tipi eğe (Ni-TiFlex) grubunda olduğunu bildirmişlerdir. Ni-Ti el eğeleri ile preparasyonun Ni-Ti döner alet sistemlerden daha fazla debris taşmasına neden olduğu rapor edilmiştir. Azar ve Ebrahimi [197] ProFile, Protaper Ni-Ti döner sistem eğeleri ile yapılan preparasyon teknikleri ve K tipi paslanmaz çelik eğe ile yapılan preparasyonu karşılaştırmışlardır. Apikalden taşan debris ve sıvı miktarlarının karşılaştırıldığı çalışmada, en fazla taşmanın K tipi paslanmaz çelik eğe kullanılan step-back tekniğinde olduğu görülmüştür.

Mangalam [172], hibrid, crown-down ve step-back tekniklerinin apikalden taşan debris ve sıvı miktarını karşılaştırdığı çalışmasında; en fazla debris taşmasının step-back tekniği ile en az debris taşmasının crown-down yönteminde olduğunu bildirmiştir. Apikalden taşan sıvı miktarları karşılaştırıldığında ise; en fazla taşmanın step-back tekniği ile en az taşmanın hibrid teknikte olduğu, ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı bildirilmiştir.

Lee ve ark. [176] apeksten 1 mm uzaklıkta ultrasonik tekniği kullanarak, apeksten 3 mm uzaklıkta ultrasonik tekniği kullanarak ve apeksten 1 mm uzaklıkta K tipi paslanmaz çelik eğeyi kullanarak yaptıkları çalışmalarında; apikalden debris çıkışının en az olduğu grubun, apeksten 1 mm uzaklıkta ultrasonik ile çalışılan grup olduğu ancak tüm tekniklerde apikalden debris çıkışı gözlenerek istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığı bildirmişlerdir.

Al-Omari ve Dummer [146] apikalden taşan debris miktarlarını sekiz farklı kök kanal preparasyon yöntemini kullanarak yaptıkları çalışmalarında değerlendirmişlerdir. Preparasyon yöntemi olarak; standart step-back, reaming ile birlikte yapılan step-back, antıkurvatür eğeleme ile birlikte yapılan step-back, çevresel eğeleme ile birlikte yapılan step-back, step-down, crown-down basınçsız teknik, double flare ve balanced force teknikleri kullanılmıştır. Preparasyon sonrasında apikalden debrisin taşma miktarı en fazla; çevresel eğeleme ile birlikte yapılan step-back tekniği ile antıkurvatür eğeleme ile

birlikte yapılan step-back tekniğinde olduğu gözlenirken, en az ise balanced force tekniği ile crown-down basınçsız tekniklerinde olduğu olduğu bildirilmiştir.

Reddy ve Hicks [23] çalışmalarında; Ni-Ti döner alet sistemleri ile K tipi paslanmaz çelik kök kanal aletinin apikalden taşırdıkları debris miktarları arasında değerlendirme yapmışlardır. K tipi paslanmaz çelik eğelerle kullanılan step-back tekniğini, Flex-R eğelerle kullanılan balanced force tekniğini, light speed ve .04 açılı Profile serisi tekniklerinin kullanmışlardır. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde apikalden debris taşmasının en fazla step-back tekniğinde olduğu görülmüştür. Taşan debris miktarları en çoktan en aza doğru olarak; step-back, balanced force, Profile .04 tekniği ve lightspeed şeklinde sıralanmışlardır. Ancak gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Bürklein ve ark. [198]'nin yapmış oldukları çalışmalarında; Reciproc, WaveOne, Mtwo ve ProTaper Ni-Ti döner sistem kök kanal aletlerinin apikalden taşan sıvı ve debris miktarı üzerine etkilerinin incelemişlerdir. Bu çalışmada resiprokasyon ve rotasyonel hareket yapan Ni-Ti döner alet sistemlerini karşılaştırmayı hedeflemişlerdir. Sonuç olarak; resiprokasyon hareketi ile çalışan Ni-Ti döner alet sistemlerinin rotasyonel hareket yaparak çalışan Ni-Ti döner alet sistemlerine oranla daha az miktarda apikalden sıvı ve debris taşmasına sebep olduğu bildirilmiştir.

De-Deus ve ark. [199] çalışmalarında; el eğesi ile yapılan crown-down yöntemi, geleneksel ProTaper yöntemi ve tek eğe ProTaper F2 eğe ile resiprokasyon yöntemi apikalden taşırdıkları debris miktarları açısından karşılaştırmışlardır. Geleneksel ProTaper'ın kullanıldığı grup ile tek eğe ProTaper F2'nin kullanıldığı grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamazken; el eğesi ile yapılan crown-down yönteminin kullanıldığı grupta görülen apikalden debris taşması miktarı değerlerinin, diğer gruplardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda farklı dönen Ni-Ti döner alet sistemleri ile yapılan preparasyonun, apikalden taşan sıvı, debris ve bakteri miktarına olan etkilerini değerlendirmek amacıyla preparasyonda Mtwo (rotasyonel hareket), Reciproc (balanced force), Twisted File (crown-down), SAF Sistem (çevresel eğeleme) ve K tipti paslanmaz çelik el eğeleri (step-back) kullanılmıştır. Kullanılan Ni-Ti döner sistem kök kanal aletlerin apikalden debris taşması üzerine olan etkilerinin incelendiği aşamasında; Twisted File grubunun apikalden en az miktarda debris taşmasına neden olduğu ve en fazla debris taşmasının ise Mtwo ile çalışılan grupta olduğu gözlenmiştir.

Diğer çalışmaları destekleyecek şekilde Ni-Ti döner alet sistemleri ile yapılan preparasyonda el ile yapılan preparasyona oranla apikalden daha az sıvı ve debris taşması görülmüştür. Ni-Ti döner alet sistemi eğeleri, preparasyon sırasında oluşan debris kanalın koronaline doğru almakta ve apikalden gerçekleşebilecek sıvı, debris ve bakteri çıkışını azaltmaktadır. Mtwo Ni-Ti döner alet sistemi eğelerinin kullanıldığı grupta, tüm kanal eğeleri çalışma boyutunda kullanılmaktadır. Bu teknikte, kanal içindeki ileri geri ve rotasyonel yönlü kanal eğesi bir piston gibi hareket ederek kanal içindeki sıvı ve debrisin apikal yönde kolaylıkla itilmesine neden olmaktadır.

Yine diğer çalışmaları destekleyecek şekilde apikalden en az miktarda sıvı ve debris taşmasının görüldüğü grup, crown-down preparasyon yönteminin kullanıldığı Twisted File Ni-Ti döner alet sistemidir. Bu eğe grubu ile ilk olarak koronal yönde bir genişletme yapıldığı için debris ve irrigasyon solüsyonunun kanal ağzından dışarıya kolaylıkla atıldığını düşünmekteyiz. Elde edilen tüm veriler, apikalden taşan sıvı ve debris miktarlarının incelendiği çalışmaları desteklemektedir.

K tipi paslanmaz çelik el eğesi, Reciproc ve SAF Sistem kullanılan gruplarda; taşan debris miktarları üzerinde birbirine yakın veriler elde edilmiş olmasından dolayı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Tüm bu bilgiler göz önünde bulundurularak; apikalden debris taşması üzerinde, crown-down yönteminin en güvenilir yöntem olduğu düşünmekteyiz. İstatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen elde edilen verilerde görülen farklılıkların kök kanal aletinin dizaynı, uygulanan preparasyon teknikleri ve pistonlama hareketi ile ortaya çıktığı düşünmekteyiz.

Hinrichs [32], apikalden irrigasyon solüsyonu taşması ile debris taşması miktarı arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirirken; Myers ve Montgomery [177], apikalden taşan debris miktarı ile irrigasyon solüsyonu arasında herhangi bir korelasyon olmadığını bildirmişlerdir. Aynı şekilde Taşdemir ve ark. [153]'nün yapmış olduğu benzer bir çalışmada ise taşan sıvı miktarı ile taşan debris miktarı arasında pozitif yönlü bir korelasyon tespit edildiği rapor edilmiştir.

Apikalden taşan sıvı ve debris miktarlarının incelendiği çalışmalarda genellikle ortalamadan aşırı sapan veriler olabilmektedir. Bazı çalışmalarda bu sapan veriler istatistiksel değerlendirme dahilinde bulundurulmazken, bizim çalışmamızda elde edilen tüm veriler değerlendirilmeye alınmıştır. Yine yapılan bazı çalışmalarda apikalden taşan sıvı ve debris miktarları arasında bir korelasyon olduğu tespit edilirken [16, 32], bazı çalışmalarda bu korelasyonun negatif yönlü olduğu bulunmuştur [159, 177].

Çalışmamızda elde edilen veriler değerlendirildiğinde; apikalden taşan sıvı, debris ve bakteri miktarları arasındaki korelasyonun negatif yönlü olduğunu düşünmekteyiz.

Bakterilerin hangi mekanizma ile kök kanallarına invazyon yaptıkları tam olarak bilinmemektedir. Dokuya penetrasyonlarının bakterinin hareket kabiliyetine bağlı olmadığı, en derinlere yerleşen bakterilerin hareketsiz bakteriler olduğu ve enfekte olan dentin kanallarının düzensiz olarak seçildikleri çalışmalarla bildirilmiştir [184]. Endodontik tedavi sonrası, kök kanallarının dentin tübüllerinde kalan mikroorganizmalar hızlı bir şekilde çoğalarak tedavinin başarısını olumsuz bir yönde etkileyebilmektedirler. Dentin tübülleri, bakteriler için çoğunlukla rezervuar görevi görmektedir. Bakteriler dentin tübüllerine invaze oldukları için kök kanalında kullanılan ilaçların etkinliğini azaltarak ve konak savunma mekanizmalarından korunarak kök kanal tedavisinin başarısı üzerinde olumsuz yönde rol oynamaktadırlar. Bu sebeple, dentin tübüllerine penetre olarak kök kanal tedavisinde başarıyı etkileyen bakterilerin eliminasyonu için yeni yöntemler geliştirilmektedir [200].

Kök kanal antiseptiklerinin ya da kanal aletlerinin antimikrobiyal etkinlikleri değerlendirilirken; yapılan işlemlere karşı en fazla direnç gösteren mikroorganizmalar ile çalışılması, elde edilen verilerin diğer pek çok mikroorganizma için de geçerli olması yönünden oldukça önemlidir [201]. *E. faecalis'* in birçok antimikrobiyal ajana karşı yüksek seviyede direnç gösterdiği ve inatçı periapikal lezyonlu vakalarda izole edilen birkaç fakültatif bakteri arasında yer aldığı bilinmektedir [202]. Aynı zamanda *E. faecalis'* in eliminasyonu zor olduğu için bu mikroorganizmanın eşlik ettiği endodontik enfeksiyonların tedavilerinde genellikle problemler yaşanmaktadır [117, 201]. Love [203], *S. gordonii*, *S. mutans* ve *E. faecalis* mikroorganizmalarını 56 gün boyunca içinde insan serumu bulunan besiyerinde saklamıştır. Sonuç olarak insan serumu varlığında *E. faecalis'*in dentin tübüllerine yayılması ve immobilize Tip 1 kollagen'e bağlanması artmıştır. Bu özelliklerine bağlı olarak da *E. faecalis'*in periapikal doku hastalıklarında ve başarısız kök kanal tedavilerinde sıklıkla izole edildikleri düşünülmektedir.

Kök kanal preparasyonunda kullanılan irrigasyon solüsyonlarının antibakteriyel etkinlikleri, kullanılan preparasyon teknikleri veya preparasyonda kullanılan döner alet kök kanal sistemlerinin kök kanal dezenfeksiyonu üzerine etkilerinin karşılaştırılması amacıyla yapılan çalışmaların pek çoğunda, kök kanallarını deneysel olarak enfekte etmek üzere mikroorganizma seçiminde sıklıkla *E. faecalis* kullanılmaktadır [42, 117, 158, 204-206].

Çalışmamızda kullanılan preparasyon yöntemlerinin, apikalden taşan bakteri miktarına ve kök kanalı içindeki mikroorganizmanın temizlenme etkinliğinin incelendiği aşamalarında; mikroorganizma seçiminde, pulpa ve periapikal doku hastalıklarındaki etkin rolü göz önünde bulundurularak *E. faecalis* tercih edilmiştir.

E. faecalis kullanılan *in vitro* çalışmalarda inkübasyon sürelerinin 24 saatten 30 güne kadar değiştiği görülmektedir [14, 36, 175, 205, 207, 208]. Haapasalo ve Orstavik [175] sığır dişlerinden hazırladıkları 4mm'lik silindirik örnekler üzerinde yaptıkları *in vitro* çalışmada, smear tabakasını kaldırdıktan sonra hazırladıkları blokları üç hafta boyunca *E. faecalis* ile enfekte etmişlerdir. Araştırmacılar bu örneklerden aldıkları SEM görüntülerinde kanal lümeninden dentin kanallarının içlerine doğru 500 µm derinlikte bakterilerin mevcut olduğunu, hatta bazı dentin bloklarında bakteri penetrasyonunun 1000 µm'ye kadar ulaştığını rapor etmişlerdir. Bu araştırmacılar, *E. faecalis*'in 24 saat içinde dentin kanallarına 300-400 µm'e kadar ulaşabildiğini ve daha fazla inkübe edilmiş olan dentin kanallarındaki bakteri penetrasyonu arasında belirgin fark olmadığını bildirmişlerdir. Bu sebeple, deneysel çalışmalarda daha kısa süreli inkübasyon sürelerinin kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Behnen ve ark. [207] yaptıkları *in vitro* bir çalışmada, hazırladıkları 5 mm yükseklikteki silindirik örnekleri 24 saat boyunca *E. faecalis* ile inkübe etmişler ve bu sürenin de dentin tübüllerini enfekte etmek için yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Er ve ark. [174] farklı preparasyon tekniklerinin apikalden taşan bakteri miktarına olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında; örneklerin *E. faecalis* ile kontamine edilmesini 24 saatlik inkübasyon sonucu sağlamışlardır. Aynı şekilde; Ghivari ve ark. [182] ile Kuştarıcı ve ark. [158]'nin yapmış oldukları apikalden bakteri taşması üzerine çeşitli preparasyon tekniklerinin etkisinin değerlendirildiği çalışmalarda da *E. faecalis*'in inkübasyon süresi 24 saat olarak uygulanmıştır.

Bu bilgileri göz önünde bulundurarak; çalışmamızın kök kanallarının farklı dönen Ni-Ti kök kanal eğeleri ile preparasyonu sırasında apikalden taşan bakteri miktarının incelendiği aşamasında; kök kanalları içine steril mikro pipetler ile bakteri solüsyonunun ekimi yapılması suretiyle, 18-24 saatlik inkübasyon süresi uygulanarak *E. faecalis* ile kontamine edilmiştir. Aynı zamanda; örneklerin uzun dönemli *E. faecalis* solüsyonu içinde bekletilerek kontamine edilmesi yöntemi, apikalden taşan bakteri miktarının belirlenmesinde güvenilir sonuçlar elde edilmesine engel teşkil edeceğinden; *E. faecalis* solüsyonunun kök kanalı içine ekim yapılarak örneklerin kontamine edilmesi yöntemi tercih edilmiştir.

Akpata ve Blechman [209] ile Kho ve Baumgartner [204], 21 gün inkübasyon süresi sonunda *E. faecalis* mikroorganizmalarının dentin tübüllerinde 300-400 µm derinliğe kadar ilerleyebildiklerini göstermekle birlikte dentin tübüllerine giren bakterilerin tübül içinde çok yavaş ilerleyebilmelerine rağmen, daha uzun dönem sonunda kısmen daha fazla dentin tübülü enfeksiyonu sağlanabileceğini de bildirilmiştir.

Pulpal dentin duvarına bakteri invazyonunun, zamana ve bakterilerin üreme hızına bağlı olduğu, vital pulpal dişlerin dentin tabakasının devital olanlardan bakteri invazyonuna daha fazla direnç gösterdikleri ifade edilmiştir [209, 210]. Bu nedenle çalışmamızın, farklı dönen Ni-Ti kök kanal eğeleri ile preparasyonun kanal içi *E. faecalis* eliminasyonuna etkisinin incelendiği aşamasında; kök kanallarında bakteri kolonizasyonunun kliniğe en uygun ve en güvenilir şekilde taklit edilebilmesi amacıyla tüm örnekler *E. Faecalis* ile 21 gün boyunca, bakteri solüsyonu gün aşırı tazelenerek şekilde ve bakteri solüsyonu içinde bekletilmek suretiyle, kontamine edilmiştir. Bu süre sonunda mikroorganizmaların dentin tübüllerine içine yeterince girmesi ve ilerlemesi neticesinde derin dentin enfeksiyonu oluşturması sağlanmıştır.

Estrela ve ark. [132] %2 NaOCl ve %2 klorheksidin glukonatın *E. faecalis* üzerine etkilerini incelerken McFarland'ı 1 (3×10^8 CFU ml⁻¹) olarak belirlemişlerdir. Berber ve ark. [211] farklı konsantrasyonlarda NaOCl ve farklı preparasyon teknikleri kullanarak kök kanallarındaki ve dentin tübüllerindeki *E. faecalis* miktarlarını incelemişlerdir. Çalışmada McFarland'ı 2 (6×10^8 CFU ml⁻¹) olarak belirlemişlerdir. Gomes ve ark. [129] çeşitli konsantrasyonlarda NaOCl ve klorheksidin glukonatın *E. faecalis* üzerine etkisini incelemişler, çalışmalarında McFarland'ı 0,5 ($1,5 \times 10^8$ CFU ml⁻¹) olarak belirlemişlerdir.

Preparasyon sonucunda kök kanallarında kalan ve preparasyon sırasında apikalden taşan *E. faecalis* miktarının incelendiği çalışmamızda McFarland 0,5 ($1,5 \times 10^8$ CFU ml⁻¹) olarak belirlenmiştir.

Er ve ark. [174] apikalden taşan bakteri miktarını değerlendirdikleri çalışmalarında; dişleri, apikalleri şişe içindeki sıvı ile temas halinde olacak şekilde cam şişeler içine yerleştirerek deney düzeneğini kurmuşlardır. Atmosferik basınç ve şişe içi basıncı dengelemek amacıyla dental enjektör iğnesi, periodonsiyumu taklit edebilmesi amacıyla serum fizyolojik yerleştirilen şişelerin kapağına yerleştirilmiştir. Kuştarıcı ve ark. [158] da döner alet sistemlerinin apikalden taşan bakteri miktarına olan etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, aynı düzeneği kullanmışlardır.

Çalışmamızın apikalden taşan bakteri miktarının incelendiği aşamasında; Er [174] ve Kuştarıcı [158] ile aynı düzenek kullanılmıştır. Periodonsiyumu taklit edebilmesi amacıyla flakon içine, serum fizyolojik solüsyonu konulmuştur. Diş köklerinin apikallerinin sıvıya temas etmesine özen gösterilmiştir. Bu şekilde 24 saat öncesinde kök kanalı içine *E. faecalis* ekimi yapılmış olan dişlerin, preparasyon sonucu apikalden taşan bakterinin sıvıya geçişi ile örnek alım işleminin kolaylaştırılması amaçlanmıştır.

Kök kanal preparasyonu sırasında irrigasyon solüsyonu olarak kullanılan serum fizyolojik solüsyonunun kök kanallarını sadece mekanik olarak temizleme özelliği mevcut olduğu bildirilmiştir [212]. Kontrol amaçlı yapmış olduğumuz pilot çalışmalarda %2,5 NaOCl kullanılarak yapılan preparasyon sonrası alınan örneklerde, hem kanal içi bakteri hem de apikalden taşan bakteri miktarının değerlendirilmesinde negatif kültür sonuçlarının elde edildiği görülmüştür.

Çalışmamızda kullanılan Ni-Ti döner aletlerin kök kanal preparasyon etkinliğinin ve apikalden taşan bakteri miktarı üzerinde elde edilecek verilerin daha güvenli bir şekilde değerlendirilebilmesi amacıyla; kullanılacak NaOCl solüsyonunun güçlü antibakteriyel etkisinden dolayı, irrigasyon solüsyonu olarak serum fizyolojik tercih edilmiştir.

Kök kanalı içindeki mikroorganizmalar konak savunmasına direnç göstererek kanal içinde değişen koşullara uyum sağlayabilir ve yeniden enfeksiyon oluşturabilir [175, 213-215]. *E. faecalis* sonucu oluşan bu enfeksiyonların tedavisi, *E. faecalis* 'in dentin tübüllerinin 400-1000 µm derinliklerine kadar ilerleyebilmesinden dolayı oldukça güç hale gelmiştir [10, 175]. Bu sebeple kök kanal tedavisinin en önemli basmağını oluşturan preparasyonun en etkili şekilde nasıl yapılacağına yönelik çalışmalar halen devam etmektedir.

Er ve ark. [174] tarafından yapılan çalışmada; Protaper serisi ve System GT serisi Ni-Ti döner alet sistemlerinin apikalden taşan bakteriye etkileri değerlendirilmiştir. System GT serisinin Protaper serisinden daha fazla apikalden taşmaya sebep olduğu ancak bu verilerin istatistiksel olarak bir anlam taşımadığı bildirilmiştir. Kuştarıcı ve ark. [158]'nin yapmış oldukları benzer bir çalışmada Race, K3, Flexmaster ve el eğesi ile preparasyonun apikalden taşan bakteri miktarı üzerine etkileri incelenmiş, en fazla apikalden bakteri taşmasının el eğesi ile preparasyon yapılan grupta olduğu tespit edilmiştir. En az apikal taşmanın görüldüğü grup ise, K3 ile preparasyon yapılan grubun olduğu gözlemlenmiştir. Diğer gruplar arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmediği bildirilmiştir.

Çalışmamızda; farklı dönen Ni-Ti kök kanal aletleri ile yapılan preparasyonun kök kanal dezenfeksiyon etkinliklerinin değerlendirildiği aşamasında; Reciproc, SAF Sistem, Twisted File, Mtwo ve el eğesi ile yapılan preparasyon yöntemleri karşılaştırılmıştır. Diğer çalışmaları destekler nitelikte; apikalden en az bakteri taşması miktarının görüldüğü grup Twisted File ile yapılan preparasyon yapılan grup iken en fazla bakteri taşmasının görüldüğü grup ise el eğesi ile preparasyon yapılan grup olduğu tespit edilmiştir. Twisted File ile tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Sadece Mtwo ile Reciproc grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmezken, diğer tüm gruplar arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur.

Twisted File Ni-Ti döner alet sistemi eğelerinin üçgen kesit alanı ile eğenin özel dizaynının kanal içindeki dezenfeksiyon etkisini arttırdığı, crown-down yöntemi ile kullanılan eğelerin preparasyon sırasında açığa çıkan debrisin kanal ağzına doğru ilerlemesinin ve kök kanalından kolayca uzaklaştırılmasının sağlandığı, böylece, apikalden taşan bakteri miktarında bir azalmaya sebep olduğunu düşünmekteyiz. Aynı zamanda pistonlama hareketinin bu grupta diğer gruplara oranla daha az miktarda etkili olduğunu düşünmekteyiz.

5.2 Kök Kanal Dezenfeksiyonunun Değerlendirilmesi

Kuştaıcı ve ark. [206] ozon gazı ve KTP lazerin etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında; kullanmış oldukları deney düzeneğini, kök uçları açık bırakılan dişleri, flakon şişelerinin kapaklarına epoksi rezin ile sabitleyerek kurmuşlardır. Soares ve ark. [216] NaOCl ve EDTA ile birlikte kök kanal preparasyonunun *E. faecalis* üzerine etkisinin incelendiği çalışmanın deney düzeneğinde; diş örneklerinin kök uçları epoksi rezin ile kapatıldıktan sonra dişler flakon şişelere sabitlenerek sterilizasyon işlemine alınmıştır.

Paranjpe ve ark. [217]'nin kök kanalları içindeki mikroorganizmanın eliminasyonu üzerine yapmış oldukları çalışmalarında kurmuş oldukları düzenekte, dişlerin kök uçları güçlü bir yapıştırıcı kullanılarak bakteriyel sızıntıyı önlemek amacıyla kapatılmıştır. Daha sonra dişler uzun aksları boyunca silikon esaslı ölçü maddesi içinde yerleştirilerek %30 H₂O₂ ile silindikten sonra rubber-dam uygulanarak preparasyon işlemine geçilmiştir. Madhubala ve ark. [218]'nin kök kanalı içindeki mikroorganizma eliminasyonunun incelendiği çalışmalarında kullanmış oldukları deney

düzeninde; dişlerin kök uçları epoksi rezin ile kaplanmış ve dişler uzun aksları boyunca akrilik bloklara yerleştirilip sabitlenerek otoklavda steril edilmiştir.

Kho ve Baumgartner [204]'in çalışmasında kök uçları akrilik ile kaplanmış olan diş örnekleri, her bir dişe özel olarak hazırlanmış silikon esaslı ölçü maddesinden yapılmış modellere yerleştirildikten sonra steril edilmiştir. Diş örnekleri sterilizasyondan çıkartıldıktan sonra *E. faecalis* ile kontamine edilerek deney işlemine geçilmiştir. Preethee ve ark. [219] tarafından yapılan kök kanalı içindeki mikroorganizma üzerine diode lazer uygulamasının dezenfeksiyon etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmanın deney düzeninde; diş kökleri sızdırmanın engellenmesi amacıyla akrilik ile kaplanmıştır. Daha sonra dişler eppendorf tüpü içindeki silikon esaslı ölçü maddesi içine yerleştirilerek sterilizasyon işlemine geçilmiştir.

Yapılan çalışmalardaki bu dünekler ile paralel olacak nitelikte çalışmamızın farklı dönen Ni-Ti döner alet sistemlerinin kök kanalları içindeki *E. faecalis* üzerine etkinliğinin incelendiği aşamasında; oluşturulan deney düzeninde, dişler 21 gün süreyle bekletildiği *E. faecalis* solüsyonundan çıkartıldıktan sonra kök uçları bakteri sızıntısını önlemek amacıyla epoksi rezin ile kaplanmıştır. Daha sonra eppendorf tüpleri içine yerleştirilen silikon esaslı ölçü maddesi içine dişin uzun aksı boyunca yerleştirilmiştir. Kanal ağzı minik bir pamuk pelet ile kapatıldıktan sonra diş yüzeyleri önce NaOCl ile daha sonra da sodyum tiosülfat ile silinerek preparasyon işlemine geçilmiştir.

Antibakteriyel ajanların veya preparasyon yöntemlerinin etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalarda; sıklıkla kullanılan değerlendirme yöntemleri, çeşitli mikrobiyolojik tekniklerle kök kanallarından elde edilen örneklerdeki canlılığını sürdüren mikroorganizmaların tayininin yapıldığı mikrobiyolojik sayım yöntemleridir. Bunlardan ilki; kök kanalı içinden dentin talaşının örnek olarak alınması, ikincisi ise; steril kağıt konların kök kanalı içine yerleştirilerek belli bir süre kanal içinde bekletilmesiyle bu konların aseptik şartlarda besiyerine transfer edilmesidir [117, 220-222].

Haapasalo ve Orstavik [175] dentin tübüllerinin enfeksiyonunu inceledikleri çalışmalarında, kök kannalrından örnek alma işlemini dentin talaşları alarak yapmışlardır.

Siqueira ve ark. [208] BioRaCe Ni-Ti döner alet sistemi ve SAF Sistemi kullanarak yaptıkları preparasyonun kök kanallarındaki *E. faecalis* üzerindeki dezenfeksiyon etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında; preparasyon sonrası kök

kanallarından örnek alma işlemini iki şekilde uygulamışlardır. Kök kanalı içine steril kağıt konlar yerleştirerek ve öncelikle kök kanalı içine 20 numaralı K tipi paslanmaz çelik el eğesi yerleştirip kanal içinde bir kaç döndürme hareketi uyguladıktan sonra steril kağıt kon yerleştirerek iki şekilde kök kanalından örnek almışlardır. Elde edilen verilerde her iki örnek alma yönteminin de güvenilir sonuçlar verdiği görülmüştür. Paranjpe ve ark. [217] tarafından yapılan çalışmada; Protaper Ni-Ti döner alet sistemi eğelerinin ve SAF Sistemin kök kanalı içindeki *E. faecalis* üzerine dezenfeksiyon etkinliği değerlendirilmiş ve örnek alma işlemi aynı tekniklerle yapılmıştır. İki teknikte de güvenli veriler elde edilmiştir.

Kuştarıcı ve ark. [206]'nın kök kanalları içindeki *E. faecalis* üzerine KTP lazer ve ozon gazının dezenfeksiyon etkinliğinin incelendiği çalışmalarında, uygulama sonrası kök kanallarından örnek alma işlemi kanal içine steril kağıt konlar yerleştirilerek yapılmıştır. Madhubala ve ark. [218] tarafından propolis ve üçlü antibiyotik uygulamasının *E. faecalis* üzerindeki dezenfeksiyon etkinliği değerlendirildiği bir çalışma yapmıştır. Örnek alma işlemi ise kök kanalları içine steril kağıt konlar yerleştirilerek bekletilmesi suretiyle yapılmıştır.

Çalışmamızın, farklı dönen Ni-Ti döner alet sistemlerinin kök kanalı içindeki dezenfeksiyon etkinliklerinin değerlendirildiği aşamasında; kök kanal sistemi *E. faecalis* ile kontamine edilip preparasyon uygulandıktan sonra örnek alma işleminde, diğer çalışmalar ile paralel olarak, kök kanalları içine steril kağıt konlar yerleştirilmesi tercih edilmiştir. Kanal kuruyana kadar bekletilip daha sonra BHI içine alınan kağıt konlar vortekslelendikten sonra BHI içinden steril öze ile örnek alınarak ekim yapılması yöntemi uygulanmıştır.

Günümüze kadar yapılan bir çok çalışmada kök kanalı temizleme ve şekillendirme işlemlerinin hangi noktada yeterli olacağına dair çeşitli görüşler öne sürülmüştür. Haga [223], orjinal kanaldan 2 numara daha büyük ege ile tamamlanacak bir kanal preparasyonunun yetersiz olacağı görüşünü savunmuştur. Gutiérrez ve Garcia [224] ise kök kanalının çapının kullanılacak kanal eğesinin çapından daha büyük olması halinde, temizleme işleminin yetersiz olacağını, bu nedenle de kök kanal çapının preparasyon öncesi mutlaka ölçülmesi gerektiğini çalışmalarında bildirmişlerdir. Walton [225], yaptığı histolojik çalışmada, 3 numara daha büyük eğeye kadar şekillendirilen kök kanalında tam bir temizleme meydana gelmediğini bildirmişlerdir.

Tan ve Messer [226] ise, *in vitro* bir çalışmada paslanmaz çelik kök kanal eğesi ve Ni-Ti döner alet sistem eğeleri kullanarak kök kanal boşluğunda kalan pulpa artıkları

ve debris kalıntılarını, alınan kesitler ile ışık mikroskobu kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, her iki sitemin de kök kanalının temizlenmesinde tam olarak etkin olmadığı verilerine ulaşmışlardır. Siqueira ve ark. [117] 5 farklı preparasyon tekniği kullanarak kök kanalının, özellikle apikal üçlünün, temizlenme etkinliğini histolojik olarak incelemişlerdir. Kullanılan bu tekniklerin tamamıyla kök kanalı içindeki debris uzaklaştırılmasını sağlayamadığını ve bunun da kök kanal anatomisindeki varyasyonlara bağlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Dalton ve ark. [227]'nin 48 hastanın dişinin kök kanal tedavisi sırasında .04 açılı Ni-Ti döner sistem kök kanal eğeleri ve paslanmaz çelik K tipi el eğeleri ile preparasyon yaptıkları bu çalışmada irrigasyon solüsyonu olarak steril serum fizyolojik kullanmışlardır. Preparasyon öncesi, preparasyon sırasında ve preparasyondan sonrasında kök kanallarından örnekler alınmış ve sonuç olarak kök kanallarının %72'sinde bakteriye rastlanmıştır. Berber ve ark. [211] yaptıkları bir çalışmada, belirli oranlardaki NaOCl konsantrasyonlarının ve preparasyon yöntemlerinin kök kanalları içindeki dezenfeksiyon etkinliklerini incelemişlerdir. Mekanik preparasyon; Hero 642 grubu, Gates Glidden frezleri ile Hero 642 grubu ve hibrid teknik grupları şeklinde uygulanmıştır. Preparasyon teknikleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken; en etkili NaOCl konsantrasyonunun %5,25 olduğu, bunu da %2,5 NaOCl konsantrasyonunun takip ettiği bildirilmiştir.

Kök kanallarının dezenfeksiyonuna çeşitli teknik ve solüsyonların etkinliğinin değerlendirildiği başka bir çalışma ise; Ni-Ti döner alet sistemleri ile K tipi paslanmaz çelik kök kanal aletlerinin karşılaştırıldığı çalışmadır [22]. Gruplar; K3, RaCe, Hero 642 Ni-Ti döner sistem aletleri ve K tipi paslanmaz çelik kök kanal aletleri şeklinde ayrılmıştır. Çalışmada kök kanalının apikal, orta ve koronal üçlü bölgelerindeki smear tabakası, pulpal debris, inorganik debris ve yüzey profili değerleri ölçümü yapılmıştır. Sonuç olarak; apikal üçlü bölgesinde daha fazla pulpal ve inorganik debris, smear tabakası ve yüzey düzensizlikleri görülmüştür. Her üç bölgede de yapılan değerlendirmelerde gruplar arasındaki farklılık anlamlı bulunmamıştır. Hero 642 ve K tipi paslanmaz çelik el eğesi ile preparasyon yapılan gruplarda, K3 ve RaCe ile preparasyon yapılan gruplara göre daha az miktarda pulpal debris olduğu bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda; K tipi paslanmaz çelik el eğesi kullanılarak yapılan gelenesal preparasyon ile Ni-Ti döner alet sistemleri eğeleri kullanılarak yapılan preparasyonun elde edilen verilerinde benzer sonuçlar olduğu tespit edilmiştir.

Siqueira ve ark.[208] tarafından yapılan kök kanalı içindeki *E. faecalis*'in kemomekanik eliminasyonunun değerlendirildiği çalışmada; BioRaCe Ni-Ti döner alet sistemi ile SAF Sistemin preparasyon etkinlik dereceleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen pozitif kültür verilerinde, BioRaCe grubunda %55 oranında mikroorganizma görülürken SAF Sistem grubunda %20 oranında mikroorganizma ile karşılaşmıştır. Machado ve ark. [228]'nin yapmış oldukları çalışmada Mtwo ve Protaper Ni-Ti döner alet sistemlerinin, kök kanalı içindeki *E. faecalis* üzerine olan dezenfeksiyon etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Mikroorganizmanın kök kanalından eliminasyonunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı ancak Mtwo grubunun Protaper grubundan daha etkili sonuç verdiği bildirilmiştir. Alves ve ark. [229] Reciproc ve BioRaCe Ni-Ti döner alet sistemleri ile yapılan preparasyonun kök kanal sistemi içindeki *E. faecalis* üzerine olan etkinliklerini incelemişlerdir. Yapılan moleküler analiz ve bakteri kültür çalışmalarının değerlendirilmesi sonucunda, her iki preparasyon yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir.

Çalışmamızın farklı dönen Ni-Ti kök kanal alet sistemleri ile yapılan preparasyonun, dentin dezenfeksiyonuna olan etkisinin değerlendirildiği aşamasında; kök kanal sisteminde en fazla preparasyon etkinliğine sahip olan grubun Twisted File eğeleri ile preparasyon yapılan grup olduğu tespit edilmiştir. En az dezenfeksiyon etkinliğine sahip olan grup ise K tipi paslanmaz çelik eğeler ile yapılan preparasyon grubunun olduğu görülmüştür.

Twisted File grubunun, SAF Sistem grubu dışındaki diğer tüm gruplar ile arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. K tipi paslanmaz çelik el eğesi grubunun, Mtwo grubu dışındaki tüm gruplar ile arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur.

Yapılmış olan diğer çalışmaları destekler nitelikte; Twisted File ile yapılan preparasyonda en fazla temizleme etkinliğinin görülmesindeki nedenin; Twisted File eğelerinin crown-down yöntemini kullanılarak preparasyon yapılmasının olduğunu düşünmekteyiz. Kök kanalı içindeki *E. faecalis* 'in eliminasyonunda, diğer eğelere oranla yüksek açılı olan Twisted File eğelerinin kesme etkinliğinin diğer ege sistemlerinin kesme etkinliğinden daha etkili olduğu ve aynı zamanda preparasyon sırasında ortaya çıkan kök kanallarındaki dentin talaşlarının crown-down yöntemi ile kanal ağzına daha kolay ilerletilerek kök kanalından uzaklaştırılmasının da daha kolay sağlanmasının olduğunu düşünmekteyiz.

SAF Sistem eğeleri ile yapılan preparasyonun, kök kanalı dezenfeksiyonunda Twisted File eğelerinden sonra ikinci etkili preparasyon sistemi olduğu görülmüştür. Siqueira [208]'nın yapmış olduğu çalışmaları destekler nitelikte, genel olarak SAF Sistemin Ni-Ti döner alet sistemlerinden daha etkin olduğu görülmüştür. SAF Sistem eğelerinin ağsı üç boyutlu dizaynı sayesinde kanal duvarlarına tam temas sağlayabilmektedir. Düzensiz yapıdaki kök kanallarında bile diğer Ni-Ti döner alet sistemi eğelerinin ulaşamadığı dokunulmamış kök kanalı yüzeylerine temas etme yeteneğinden dolayı, kanal içi bakteri eliminasyonunda daha etkin olduğunu düşünmekteyiz. Aynı zamanda SAF Sistemin zel irrigasyon prosedürünün uygulanmasının da kanal içi bakteri eliminasyonunda rol oynadığını düşünmekteyiz.

Aynı şekilde; yapılmış olan çalışmaları destekler nitelikte; K tipi paslanmaz elik el eğesini kullanıldığı grupta kullanılan step-back yönteminin kök kanalını temizleme ve şekillendirme etkinliğinin zayıf olması sonucu kök kanalı içindeki bakteri eliminasyonunda da yetersiz kaldığını düşünmekteyiz.

SONUÇLAR

Bu çalışmada; ilk aşamada, dört farklı preparasyon tekniği kullanılarak dişlerin biyomekanik preparasyonu ve irrigasyonu sonrasında apikalden taşan sıvı, debris ve bakteri miktarları incelenmiştir. İkinci aşamada ise, enfekte edilen dişlerde aynı preparasyon yöntemlerinin *E. faecalis*'in kök kanalı içerisindeki dezenfeksiyon etkinliği değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulara dayanarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Kullanılan tüm preparasyon tekniklerinde apikalden sıvı, debris ve bakteri taşması meydana gelmiştir.
- En az sıvı taşması SAF Sistem'in kullanıldığı grupta görülmüştür. En fazla sıvı taşması ise Reciproc grubunda meydana gelmiştir. Gruplar arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.
- Apikalden en az debris taşması Twisted File grubunda görülmüştür. En fazla debris taşmasının meydana geldiği grup ise Mtwo serisinin bulunduğu gruptur. Gruplar arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.
- Apikalden taşan bakteri miktarı incelendiğinde; en az bakteri taşmasının Twisted File grubunda olduğu görülmüştür. Apikalden en fazla bakteri taşması ise paslanmaz çelik eğelerin kullanıldığı el eğesi grubunda meydana gelmiştir. TwistedFile ile diğer tüm gruplar ve kontrol grubu arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.
- Uygulanan tüm preparasyon teknikleri sonrasında kanal içinde bakteri varlığına rastlanmıştır.
- Kanal içinde kalan bakteri miktarı incelendiğinde; kanal içinde en etkin temizlemeyi Twisted File grubunun yaptığı görülmüştür. Kanal içerisinde en az etkinliği olan grup ise paslanmaz çelik eğelerin kullanıldığı el eğesi grubunun olduğu görülmüştür. Twisted File ile diğer tüm gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.
- Reciproc, SAF Sistem ve döner sistem kanal aletleri ile yapılan preparasyon, el ile yapılan preparasyona oranla apikalden daha az miktarda sıvı, debris ve bakteri taşırılmıştır.
- Reciproc, SAF Sistem ve döner sistem kanal aletleri ile yapılan preparasyon, el ile yapılan preparasyona oranla kanal içinde daha etkin bir temizlemeye neden olmuştur.

KAYNAKLAR

1. Alaçam, T., *Endodonti*. 2012.
2. Deplazes, P., O. Peters, and F. Barbakow, *Comparing apical preparations of root canals shaped by nickel-titanium rotary instruments and nickel-titanium hand instruments*. Journal of endodontics, 2001. **27**(3): p. 196-202.
3. Weine, F.S., R.F. Kelly, and P.J. Lio, *The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape*. Journal of endodontics, 1975. **1**(8): p. 255-62.
4. Southard, D.W., R.J. Oswald, and E. Natkin, *Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique*. Journal of endodontics, 1987. **13**(10): p. 479-89.
5. Sjögren, *The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a shortterm intracanal dressing*. International Endodontic Journal 1991. **24**: p. 119-25.
6. Çalışkan, M.K., *Endodontide Tanı ve Tedaviler*. 2006.
7. Bayırlı, G., *Endodontik Tedavi II*. 1999.
8. Nair, P., et al., *Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study*. Journal of endodontics, 1990. **16**(12): p. 580-8.
9. Siren, E.K., et al., *Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation*. International endodontic journal, 1997. **30**(2): p. 91-5.
10. Sundqvist, G., *Ecology of the root canal flora*. J Endod, 1992. **18**(9): p. 427-30.
11. Siqueira, J.F., Jr. and I.N. Rocas, *Polymerase chain reaction-based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment*. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics, 2004. **97**(1): p. 85-94.
12. Pataky, L., et al., *Antimicrobial efficacy of various root canal preparation techniques: an in vitro comparative study*. Journal of endodontics, 2002. **28**(8): p. 603-5.
13. Menezes, M.M., et al., *In vitro evaluation of the effectiveness of irrigants and intracanal medicaments on microorganisms within root canals*. International endodontic journal, 2004. **37**(5): p. 311-9.
14. Colak, M., et al., *The effectiveness of three instrumentation techniques on the elimination of Enterococcus faecalis from a root canal: an in vitro study*. The journal of contemporary dental practice, 2005. **6**(1): p. 94-106.
15. Eldeniz, A.U., et al., *Bactericidal efficacy of Er,Cr:YSGG laser irradiation against Enterococcus faecalis compared with NaOCl irrigation: an ex vivo pilot study*. International endodontic journal, 2007. **40**(2): p. 112-9.
16. Ferraz, C.C., et al., *Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques*. International endodontic journal, 2001. **34**(5): p. 354-8.

17. Fairbourn, D.R., G.M. McWalter, and S. Montgomery, *The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris*. Journal of endodontics, 1987. **13**(3): p. 102-8.
18. McKendry, D.J., *Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris*. Journal of endodontics, 1990. **16**(1): p. 24-7.
19. Siqueira, J.F., Jr., *Microbial causes of endodontic flare-ups*. International endodontic journal, 2003. **36**(7): p. 453-63.
20. Martin, H. and W.T. Cunningham, *The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded*. Oral surgery, oral medicine, and oral pathology, 1982. **53**(6): p. 611-3.
21. Ruiz-Hubard, E.E., J.L. Gutmann, and M.J. Wagner, *A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques*. Journal of endodontics, 1987. **13**(12): p. 554-8.
22. Prati, C., et al., *Appearance of the root canal walls after preparation with NiTi rotary instruments: a comparative SEM investigation*. Clinical oral investigations, 2004. **8**(2): p. 102-10.
23. Reddy, S.A. and M.L. Hicks, *Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques*. Journal of endodontics, 1998. **24**(3): p. 180-3.
24. Hülsmann, M., Peters, O.A., Dummer, P.M.H., *Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means*. Endodontic Topics., 2005. **10**: p. 30-76.
25. Hulsmann, M. and F. Stryga, *Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation*. Journal of endodontics, 1993. **19**(3): p. 141-5.
26. Hulsmann, M., U. Herbst, and F. Schafers, *Comparative study of root-canal preparation using Lightspeed and Quantec SC rotary NiTi instruments*. International endodontic journal, 2003. **36**(11): p. 748-56.
27. Konarılı, M., *Kök kanal tedavisinde kullanılan rotasyonel hareketli preparasyon sisteminin eğimli kanalların şekillendirilmesindeki etkinliğinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi*. 2003.
28. Ruddle, C.J., *The ProTaper technique: endodontics made easier*. Dentistry today, 2001. **20**(11): p. 58-64, 66-8.
29. Yared, G.M., et al., *Influence of rotational speed, torque and operator proficiency on failure of Greater Taper files*. International endodontic journal, 2002. **35**(1): p. 7-12.
30. Walia, H.M., W.A. Brantley, and H. Gerstein, *An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files*. Journal of endodontics, 1988. **14**(7): p. 346-51.
31. Beeson, T.J., et al., *Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus profile .04 Taper series 29*. Journal of endodontics, 1998. **24**(1): p. 18-22.

32. Hinrichs, R.E., W.A. Walker, 3rd, and W.G. Schindler, *A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems*. Journal of endodontics, 1998. **24**(2): p. 102-6.
33. McComb, D. and D.C. Smith, *A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures*. Journal of endodontics, 1975. **1**(7): p. 238-42.
34. Berg, M.S., et al., *A comparison of five irrigating solutions: a scanning electron microscopic study*. Journal of endodontics, 1986. **12**(5): p. 192-7.
35. Schilder, H., *Cleaning and shaping the root canal*. Dental clinics of North America, 1974. **18**(2): p. 269-96.
36. Sundqvist, G., et al., *Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment*. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics, 1998. **85**(1): p. 86-93.
37. Gilhooly, R.M., et al., *Comparison of cold lateral condensation and a warm multiphase gutta-percha technique for obturating curved root canals*. International endodontic journal, 2000. **33**(5): p. 415-20.
38. Mayo, C.V., S. Montgomery, and C. de Rio, *A computerized method for evaluating root canal morphology*. Journal of endodontics, 1986. **12**(1): p. 2-7.
39. Wildey, W.L. and E.S. Senia, *A new root canal instrument and instrumentation technique: a preliminary report*. Oral surgery, oral medicine, and oral pathology, 1989. **67**(2): p. 198-207.
40. Gutierrez, J.H. and J. Garcia, *Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals*. Oral surgery, oral medicine, and oral pathology, 1968. **25**(1): p. 108-16.
41. Liolios, E., et al., *The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation*. International endodontic journal, 1997. **30**(1): p. 51-7.
42. Siqueira, J.F., Jr., et al., *Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite*. Journal of endodontics, 2000. **26**(6): p. 331-4.
43. Usman, N., J.C. Baumgartner, and J.G. Marshall, *Influence of instrument size on root canal debridement*. Journal of endodontics, 2004. **30**(2): p. 110-2.
44. Burleson, A., et al., *The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars*. Journal of endodontics, 2007. **33**(7): p. 782-7.
45. West, *The relation between the three-dimensional endodontic seal and endodontic failure, master's thesis*. 1975.
46. Hand, R.E., M.L. Smith, and J.W. Harrison, *Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite*. Journal of endodontics, 1978. **4**(2): p. 60-4.
47. Myers, G.L.M., S., *A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques*. Journal of endodontics, 1991. **17**(6): p. 275-9.

48. Thompson, S.A., *An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry*. International endodontic journal, 2000. **33**(4): p. 297-310.
49. Lancefield, R.C., *The Antigenic Complex of Streptococcus Haemolyticus : I. Demonstration of a Type-Specific Substance in Extracts of Streptococcus Haemolyticus*. J Exp Med, 1928. **47**(1): p. 91-103.
50. Gilmore, M.S., *The Enterococci: pathogenesis, molecular biology, and antibiotic resistance*. 2002.
51. Rams, T.E., et al., *Enterococci in human periodontitis*. Oral microbiology and immunology, 1992. **7**(4): p. 249-52.
52. Mohamed, J.A., et al., *Influence of origin of isolates, especially endocarditis isolates, and various genes on biofilm formation by Enterococcus faecalis*. Infection and immunity, 2004. **72**(6): p. 3658-63.
53. Portenier, I., Waltimo, T.M.T., Haapasalo, M., *Enterococcus faecalis-the root canal survivor and 'star' in post treatment disease*. Endodontic Topics., 2003. **6**: p. 135-59.
54. Hartke, A., et al., *Survival of Enterococcus faecalis in an oligotrophic microcosm: changes in morphology, development of general stress resistance, and analysis of protein synthesis*. Applied and environmental microbiology, 1998. **64**(11): p. 4238-45.
55. Bystrom, A. and G. Sundqvist, *Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy*. Oral surgery, oral medicine, and oral pathology, 1983. **55**(3): p. 307-12.
56. Barnett, F., et al., *Bacteriologic status of the root canal after sonic, ultrasonic and hand instrumentation*. Endodontics & dental traumatology, 1985. **1**(6): p. 228-31.
57. Saunders, E., *Hand instrumentation in root canal preparation*. . Endod Topics., 2005. **10**: p. 163-167.
58. Schafer, E., J. Tepel, and W. Hoppe, *Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals*. Journal of endodontics, 1995. **21**(10): p. 493-7.
59. Hülsmann, M., *Zur Geschichte der Wurzelkanalaufbereitung*. Endodontie, 1996. **2**: p. 97-112.
60. Serene, T.P., Adams, I.D., Saxena, A., *Nickel-titanium instruments. Applications in endodontics*. 1995.
61. al-Omari, M.A., P.M. Dummer, and R.G. Newcombe, *Comparison of six files to prepare simulated root canals. 1*. International endodontic journal, 1992. **25**(2): p. 57-66.
62. al-Omari, M.A., et al., *Comparison of six files to prepare simulated root canals. 2*. International endodontic journal, 1992. **25**(2): p. 67-81.
63. Archer, R., et al., *An in vivo evaluation of the efficacy of ultrasound after step-back preparation in mandibular molars*. Journal of endodontics, 1992. **18**(11): p. 549-52.

64. Oltramare, *Plötzliche Extirpation der Zahnpulpa mittels einer durch die Bohrmaschine in Rotation versetzten Nadel. Dtsch Monatsschr Zahnheilk.* 1892. **32**: p. 407-409.
65. Leeb, J., *Canal orifice enlargement as related to biomechanical preparation.* Journal of endodontics, 1983. **9**(11): p. 463-70.
66. Tepel, J., E. Schafer, and W. Hoppe, *Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part I. Cutting efficiency.* Journal of endodontics, 1995. **21**(8): p. 418-21.
67. Smith, R.B. and D.H. Edmunds, *Comparison of two endodontic handpieces during the preparation of simulated root canals.* International endodontic journal, 1997. **30**(6): p. 369-80.
68. Akpınar KE., T.G., *S.E.T. CANAL LEADER 2001 CİHAZI İLE YAPILAN KÖK KANAL PREPARASYONUNUN DEBRİS VE SMEAR TABAKASI YÖNÜNDE İNCELENMESİ.* Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi, 1998. **1**(1): p. 11-15.
69. Schäfer, E., *Metallurgie und Eigenschaften von Nickel-Titan-Instrumenten zur maschinellen Wurzelkanalaufbereitung. In Hülsmann, M. (Hrsg.): Wurzelkanalaufbereitung nmit Nickel-Titan-Instrumenten: ein Handbuch.* Quintessenz Verlag, 2002: p. 35-46.
70. Coleman, C.L. and T.A. Svec, *Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals.* Journal of endodontics, 1997. **23**(4): p. 232-5.
71. Schafer, E. and R. Lau, *Comparison of cutting efficiency and instrumentation of curved canals with nickel-titanium and stainless-steel instruments.* Journal of endodontics, 1999. **25**(6): p. 427-30.
72. Cohen, S., Burns, RC., *Pathways of the Pulp.* 2002. **8**th ed: p. 231-91.
73. Weine, F.S., *Endodontic Therapy.* 2004. **6th ed.**
74. Hero 642 kullanım kılavuzu. Oberursel, A., Micro Mega AG., (*Hero Shaper Instructions For Use- Advantages.*) 1998.
75. Veltri, M., et al., *A comparative study of Endoflare-Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals.* International endodontic journal, 2005. **38**(9): p. 610-6.
76. Beer, R., Baumann, M. A., *Praktische Endodontie.* 1994.
77. Edie, J.W., G.F. Andreasen, and M.P. Zaytoun, *Surface corrosion of nitinol and stainless steel under clinical conditions.* The Angle orthodontist, 1981. **51**(4): p. 319-24.
78. Glossen, C.R., et al., *A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments.* Journal of endodontics, 1995. **21**(3): p. 146-51.
79. Walia, H., Costas, J., Brantley, W., Gerstein, H., *Torsional ductility and cutting efficiency of the Nitinol file.* Journal of Endodontics, 1989. **15**(abstract): p. 174.

80. Bergmans, L., et al., *A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography*. International endodontic journal, 2001. **34**(5): p. 390-8.
81. Leseberg, D.A. and S. Montgomery, *The effects of Canal Master, Flex-R, and K-Flex instrumentation on root canal configuration*. Journal of endodontics, 1991. **17**(2): p. 59-65.
82. Gambill, J.M., M. Alder, and C.E. del Rio, *Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography*. Journal of endodontics, 1996. **22**(7): p. 369-75.
83. Schafer, E. and D. Lohmann, *Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile--Part 2. Cleaning effectiveness and instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth*. International endodontic journal, 2002. **35**(6): p. 514-21.
84. Bertrand, M.F., et al., *Curved molar root canal preparations using Hero 642 rotary nickel-titanium instruments*. International endodontic journal, 2001. **34**(8): p. 631-6.
85. Revathi, M., Rao, C.V.N., Lakshminarayanan, L., *Revolutions in Endodontic instrumentations – A review*. Endodontology 2001. **13**: p. 43-50.
86. Küçükay, E.S., Küçükay, I., Yılmaz, B., *Kök Kanalı Şekillendirme Yöntemleri*. 2004- Kasım.
87. Mounce, R.E., *The K3 rotary nickel-titanium file system*. Dental clinics of North America, 2004. **48**(1): p. 137-57.
88. Schafer, E., M. Erler, and T. Dammaschke, *Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals*. Int Endod J, 2006. **39**(3): p. 196-202.
89. Malagino, V.A., Grande, N.M., Plotino, G., Somma, F., *The Mtwo NiTi rotary system for root canal preparation*. Roots, 2006. **3**: p. 67-70.
90. Nicoll T, O.L., Tang C, Ravi VA., *Evaluation of product properties resulting from a new NiTi endodontic file manufacturing process*. 2006.
91. SybronEndo, *Twisted File Brochure*. 2011.
92. Peters, O.A. and F. Paque, *Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: a review*. Quintessence Int, 2010. **41**(6): p. 479-88.
93. Roane, J.B., C.L. Sabala, and M.G. Duncanson, Jr., *The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals*. Journal of endodontics, 1985. **11**(5): p. 203-11.
94. Yared, G., *Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations*. Int Endod J, 2008. **41**(4): p. 339-44.
95. RECIPROC®, *Files Instructions For Use*. 2008.
96. Kim, H.C., et al., *Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne*. J Endod, 2012. **38**(4): p. 541-4.
97. ReDent-NOVA, *Instructions For Use*. 2010.

98. Metzger, Z., et al., *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): p. 679-90.
99. Ingle, J.I., *A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials.* Oral surgery, oral medicine, and oral pathology, 1961. **14**: p. 83-91.
100. Goerig, A.C., R.J. Michelich, and H.H. Schultz, *Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique.* Journal of endodontics, 1982. **8**(12): p. 550-4.
101. Ingle, J.I.a.T., J.F., *Endodontics.* 1985(3rd ed).
102. Fava, L.R., *The double-flared technique: an alternative for biomechanical preparation.* Journal of endodontics, 1983. **9**(2): p. 76-80.
103. Morgan, L.F. and S. Montgomery, *An evaluation of the crown-down pressureless technique.* Journal of endodontics, 1984. **10**(10): p. 491-8.
104. Gilles, J.A. and C.E. del Rio, *Comparison of the Canal Master endodontic instrument and K-type files for enlargement of curved root canals.* Journal of endodontics, 1990. **16**(12): p. 561-5.
105. Abou-Rass, M., A.L. Frank, and D.H. Glick, *The anticurvature filing method to prepare the curved root canal.* Journal of the American Dental Association, 1980. **101**(5): p. 792-4.
106. Brown, D.C., et al., *An in vitro study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation.* Journal of endodontics, 1995. **21**(12): p. 587-91.
107. Grossman, *Irrigation of root canals.* J Am Dent Assoc., 1943. **30**: p. 1915-7.
108. Yguel-Henry, S., H. Vannesson, and J. von Stebut, *High precision, simulated cutting efficiency measurement of endodontic root canal instruments: influence of file configuration and lubrication.* Journal of endodontics, 1990. **16**(9): p. 418-22.
109. Harty, F.J., *Endodontic treatment.* British dental journal, 1983. **154**(11): p. 353.
110. Weine, F.S., *Endodontic Therapy.* 1996. **5th edn**: p. 367-8.
111. Peters, L.B., et al., *Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions.* International endodontic journal, 2002. **35**(1): p. 13-21.
112. Mader, C.L., J.C. Baumgartner, and D.D. Peters, *Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls.* J Endod, 1984. **10**(10): p. 477-83.
113. Cunningham WT, B.A., *Effect of temperature on collagen – dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant.* Oral Surgery Oral Medicine and Oral Pathology, 1980. **49**: p. 175-7.
114. Coolidge, E.D., *Past and present concepts in endodontics.* J Am Dent Assoc, 1960. **61**: p. 676-88.

115. Grossman LI, O.S., Del Rio CE., *Preparation of the Root Canal: Equipment and Technique for Cleaning, Shaping, and Irrigation, Endodontic Practice*. 1988(11th edn): p. 187-190.
116. Ingle JI, B.L., *Endodontics Lea&Febiger*. 1994(4th ed): p. 180-185.
117. Siqueira, J.F., Jr., et al., *Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of Enterococcus faecalis from the root canal, in vitro*. Int Endod J, 1997. **30**(4): p. 279-82.
118. Vissers MCM., P.J., Hampton MB., *Hypochlorous acid causes caspase activation and apoptosis or growth arrest in human endothelial cells*. The Biochemical Journal 1999. **344**: p. 443-449.
119. Barette WC, H.D., Wheeler WD, Hurst jk., *General mechanism for the bacterial toxicity of hypochlorous acid: abolition of ATP production*. Biochemistry, 1989. **28**: p. 9172-9178.
120. Hauman CHJ, L.R., *Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part I. Intracanal drugs and substances*. International Endodontic Journal, 2003. **36**: p. 75-85.
121. Andreoli, S.P., *Mechanisms of endothelial cell ATP depletion after oxidant injury*. Pediatr Res, 1989. **25**(1): p. 97-101.
122. Schraufstatter, *Mechanisms of hypochlorite injury of target cells*. Journal of Clinical Investigation, 1990. **85**: p. 554-562.
123. Smit MJ, A.R., *Biochemical mechanisms of hydrogen peroxide- and hypochlorous acid-mediated inhibition of human mono nuclear leukocyte functions in vitro: protection and reversal by anti-oxidants*. Agents Action. 1992. **38**: p. 58-65.
124. Byström A, S.G., *The antibacterial effect of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy*. International Endodontic Journal, 1985. **18**(35-40).
125. Cvek, *Prognosis of luxated non-vitalmaxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study*. Endodontic Dental Traumatology, 1992. **8**: p. 45-55.
126. Cvek, *Antimicrobial effect of root canal debridement in teeth with immature root*. Odontologisk Revy, 1976. **27**: p. 1-10.
127. Peters, O.A., *Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review*. J Endod, 2004. **30**(8): p. 559-67.
128. Byström A, S.G., *Bacteriological evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy*. Scandinavian Journal of Dental Research 1981. **89**: p. 321-8.
129. Gomes, B.P., et al., *In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of Enterococcus faecalis*. Int Endod J, 2001. **34**(6): p. 424-8.
130. Spratt, D.A., et al., *An in vitro evaluation of the antimicrobial efficacy of irrigants on biofilms of root canal isolates*. Int Endod J, 2001. **34**(4): p. 300-7.
131. Sen, B.H., K.E. Safavi, and L.S. Spangberg, *Colonization of Candida albicans on cleaned human dental hard tissues*. Arch Oral Biol, 1997. **42**(7): p. 513-20.

132. Estrela, C., et al., *Antimicrobial effect of 2% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine tested by different methods*. Braz Dent J, 2003. **14**(1): p. 58-62.
133. Vande Visse IE, B.J., *Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation*. J Endod., 1975. **1**: p. 243-6.
134. Abou-Rass, M. and M.V. Piccinino, *The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1982. **54**(3): p. 323-8.
135. Seltzer, S., W. Soltanoff, and J. Smith, *Biologic aspects of endodontics. V. Periapical tissue reactions to root canal instrumentation beyond the apex and root canal fillings short of and beyond the apex*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1973. **36**(5): p. 725-37.
136. Seltzer, S. and I.J. Naidorf, *Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors*. Journal of endodontics, 1985. **11**(11): p. 472-8.
137. Chavez de Paz Villanueva, L.E., *Fusobacterium nucleatum in endodontic flare-ups*. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics, 2002. **93**(2): p. 179-83.
138. Dylewski, J.J., *Apical closure of nonvital teeth*. Oral surgery, oral medicine, and oral pathology, 1971. **32**(1): p. 82-9.
139. Okuyan, H., *Farklı tip kök kanal egeleri ve farklı yöntemler kullanarak yapılan kök kanalı şekillendirmeleri sonucu foramen apikale dışına itilen debris miktarının ölçülmesi*. 1999. **Doktora Tezi; İstanbul Üniversitesi**.
140. Yusuf, H., *The significance of the presence of foreign material periapically as a cause of failure of root treatment*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1982. **54**(5): p. 566-74.
141. Villanueva, C.d.P., *Fusobacterium nucleatum in endodontic flareups*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2002. **93**(179-83).
142. Siqueira, J.F., Jr., et al., *Microbiological evaluation of acute periradicular abscesses by DNA-DNA hybridization*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2001. **92**(4): p. 451-7.
143. Siqueira, J.F., Jr. and I.N. Rocas, *Polymerase chain reaction-based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2004. **97**(1): p. 85-94.
144. Torabinejad, M., *Mediators of acute and chronic periradicular lesions*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1994. **78**(4): p. 511-21.
145. Nair PNR, *Pathobiology of primary apical periodontitis*, in: Cohen S, Hargraves KM, *Pathways of the pulp* 2006. **9th ed**: p. 541-79.
146. al-Omari, M.A. and P.M. Dummer, *Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques*. Journal of endodontics, 1995. **21**(3): p. 154-8.
147. Li, Z., et al., *Effect of prolonged pressure on flowmotion: An Investigation Using an in vivo Rat Model*. Conference proceedings : ... Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference, 2005. **1**: p. 597-600.

148. Tanalp, J., et al., *Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems*. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics, 2006. **101**(2): p. 250-7.
149. Sabala, C.L. and S.E. Powell, *Sodium hypochlorite injection into periapical tissues*. Journal of endodontics, 1989. **15**(10): p. 490-2.
150. Gatot, A., et al., *Effects of sodium hypochlorite on soft tissues after its inadvertent injection beyond the root apex*. Journal of endodontics, 1991. **17**(11): p. 573-4.
151. Zairi, A. and T. Lambrianidis, *Accidental extrusion of sodium hypochlorite into the maxillary sinus*. Quintessence international, 2008. **39**(9): p. 745-8.
152. Fukumoto Y., K.I., Yoshioka T., Kobayashi C., Suda H., *An ex vivo evaluation of a new root canal irrigation technique with intracanal aspiration*. Int Endod J., 2006. **39**: p. 93-9.
153. Taşdemir T., E.K., Celik D., Yildirim T., *Effect of passive ultrasonic irrigation on apical extrusion of irrigating solution*. Eur J Dent., 2008. **2**: p. 198-203.
154. Salzgeber, R.M. and J.D. Brilliant, *An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals*. Journal of endodontics, 1977. **3**(10): p. 394-8.
155. Schneider, S.W., *A comparison of canal preparations in straight and curved root canals*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1971. **32**(2): p. 271-5.
156. Thompson SA, D.P., *Shaping ability of Quantec rotary nickeltitanium instruments in simulated canals*. Int Endod J., 1998. **31**(4): p. 268-274.
157. Koch K, B.D., *Real world endo.Design features of rotary files and how they effect clinical performance*. Oral Health, 2002. **2**: p. 39-49.
158. Kustarci, A., et al., *Apical extrusion of intracanal bacteria following use of various instrumentation techniques*. Int Endod J, 2008. **41**(12): p. 1066-71.
159. Tinaz, A.C.A., T. Uzun, O. Maden, M. Kayaoglu, G., *The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion*. J Endod, 2005. **31**(7): p. 533-5.
160. Guelzow, A., et al., *Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation*. Int Endod J, 2005. **38**(10): p. 743-52.
161. Hulsmann, M., M. Schade, and F. Schafers, *A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments*. Int Endod J, 2001. **34**(7): p. 538-46.
162. Veltri, M., et al., *In vitro comparison of shaping abilities of ProTaper and GT rotary files*. J Endod, 2004. **30**(3): p. 163-6.
163. Vahid, A., N. Roohi, and F. Zayeri, *A comparative study of four rotary NiTi instruments in preserving canal curvature, preparation time and change of working length*. Aust Endod J, 2009. **35**(2): p. 93-7.
164. Ersev, H., et al., *A comparison of the shaping effects of 5 nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2010. **109**(5): p. e86-93.

165. Perez, F., M. Schoumacher, and J.F. Peli, *Shaping ability of two rotary instruments in simulated canals: stainless steel ENDOflash and nickel-titanium HERO Shaper*. Int Endod J, 2005. **38**(9): p. 637-44.
166. Ayar, L.R. and R.M. Love, *Shaping ability of ProFile and K3 rotary Ni-Ti instruments when used in a variable tip sequence in simulated curved root canals*. Int Endod J, 2004. **37**(9): p. 593-601.
167. Sonntag, D., et al., *Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper*. Aust Endod J, 2007. **33**(2): p. 73-81.
168. Rhodes, J.S., et al., *Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology*. Int Endod J, 1999. **32**(3): p. 165-70.
169. Saad, A.Y., S.M. Al-Hadlaq, and N.H. Al-Katheeri, *Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of Gutta-Percha during root canal retreatment*. J Endod, 2007. **33**(1): p. 38-41.
170. Huang, X., et al., *Quantitative evaluation of debris extruded apically by using ProTaper Universal Tulsa rotary system in endodontic retreatment*. J Endod, 2007. **33**(9): p. 1102-5.
171. McKendry, D.J., *Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris*. J Endod, 1990. **16**(1): p. 24-7.
172. Mangalam S, R.C.a.L.L., *Evaluation of apical extruded debris and irrigant using three instrumentation techniques*. Endodontology, 2002. **14**: p. 19-23.
173. Mohammadi, Z., *An ex vivo quantification of the apically extruded bacteria following use of nickel-titanium rotary instruments*. J Clin Dent, 2007. **18**(4): p. 120-2.
174. Er, K., Z. Sumer, and K.E. Akpınar, *Apical extrusion of intracanal bacteria following use of two engine-driven instrumentation techniques*. Int Endod J, 2005. **38**(12): p. 871-6.
175. Haapasalo, M.O., D., *In vitro infection and disinfection of dentinal tubules*. J Dent Res, 1987. **66**(8): p. 1375-9.
176. Lee, S.J., C.S. Lee, and E.J. Strittmatter, *An in vitro comparison of root canal content extrusion using ultrasonic and hand instrumentation*. Endod Dent Traumatol, 1991. **7**(2): p. 65-8.
177. Myers, G., Montgomery, S., *A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques*. J Endod., 1991. **17**: p. 275-9.
178. Lambrianidis, T., E. Tosounidou, and M. Tzoanopoulou, *The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion*. J Endod, 2001. **27**(11): p. 696-8.
179. Kustarci, A., et al., *Apical extrusion of intracanal debris using two engine driven and step-back instrumentation techniques: an in-vitro study*. Eur J Dent, 2008. **2**(4): p. 233-9.
180. Akpınar, K.E., D. Altunbas, and A. Kustarci, *The efficacy of two rotary NiTi instruments and H-files to remove gutta-percha from root canals*. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2012. **17**(3): p. e506-11.

181. Zarrabi, M.H., M. Bidar, and H. Jafarzadeh, *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): p. 85-8.
182. Ghivari, S.B., G.C. Kubasad, and P. Deshpande, *Comparative evaluation of apical extrusion of bacteria using hand and rotary systems : An in vitro study*. J Conserv Dent, 2012. **15**(1): p. 32-5.
183. Elmsallati, E.A., R. Wadachi, and H. Suda, *Extrusion of debris after use of rotary nickel-titanium files with different pitch: a pilot study*. Aust Endod J, 2009. **35**(2): p. 65-9.
184. Haapasalo M, U.T., Endal U, *Persistent, recurrent, and acquired infection of the root canal system post-treatment*. Endod Topics., 2003. **6**: p. 29-56.
185. Kum, K.Y., et al., *Smear layer production of K3 and ProFile Ni-Ti rotary instruments in curved root canals: a comparative SEM study*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2006. **101**(4): p. 536-41.
186. Hulsmann, M. and W. Hahn, *Complications during root canal irrigation-- literature review and case reports*. Int Endod J, 2000. **33**(3): p. 186-93.
187. Ram, Z., *Effectiveness of root canal irrigation*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1977. **44**(2): p. 306-12.
188. Fukumoto, Y., et al., *An ex vivo evaluation of a new root canal irrigation technique with intracanal aspiration*. Int Endod J, 2006. **39**(2): p. 93-9.
189. Vansan, L.P., et al., *Comparative in vitro study of apically extruded material after four different root canal Instrumentation techniques*. Braz Dent J, 1997. **8**(2): p. 79-83.
190. Goldman, L.B., et al., *The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1981. **52**(2): p. 197-204.
191. Peters OA, S.K., Laib A., *Effects of four Ni-Tim preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography*. Int Endod J, 2001. **34**: p. 221-30.
192. Baker, N.A., et al., *Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions*. J Endod, 1975. **1**(4): p. 127-35.
193. Moorer, W.R. and P.R. Wesselink, *Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite*. Int Endod J, 1982. **15**(4): p. 187-96.
194. Lee, S.J., M.K. Wu, and P.R. Wesselink, *The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls*. Int Endod J, 2004. **37**(10): p. 672-8.
195. Goodman, A., et al., *An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars*. J Endod, 1985. **11**(6): p. 249-56.
196. van der Sluis, L.W., et al., *The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation*. Int Endod J, 2006. **39**(6): p. 472-6.

197. Azar, N.G. and G. Ebrahimi, *Apically-extruded debris using the ProTaper system*. Aust Endod J, 2005. **31**(1): p. 21-3.
198. Burklein, S. and E. Schafer, *Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems*. J Endod, 2012. **38**(6): p. 850-2.
199. De-Deus, G., et al., *Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2010. **110**(3): p. 390-4.
200. Oguntebi, B.R., *Dentine tubule infection and endodontic therapy implications*. Int Endod J, 1994. **27**(4): p. 218-22.
201. Stuart, C.H., et al., *Enterococcus faecalis: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment*. J Endod, 2006. **32**(2): p. 93-8.
202. Nair PN, H.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**: p. 231-52.
203. Love, R.M., *Enterococcus faecalis--a mechanism for its role in endodontic failure*. Int Endod J, 2001. **34**(5): p. 399-405.
204. Kho, P., Baumgartner, JC., *A comparison of the antimicrobial efficacy of NaOCl/Biopure MTAD versus NaOCl/EDTA against Enterococcus faecalis*. J Endod., 2006. **32**: p. 652-5.
205. Krause TA, L.F., Hahn CL., *The antimicrobial effect of MTAD, sodium hypochlorite, doxycycline, and citric acid on Enterococcus faecalis*. . J Endod., 2007. **33**: p. 28-30.
206. Kustarci, A., et al., *Bactericidal effect of KTP laser irradiation against Enterococcus faecalis compared with gaseous ozone: an ex vivo study*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2009. **107**(5): p. e73-9.
207. Behnen MJ, W.L., Liewehr FR, Buxton TB, McPherson JCIII., *Antimicrobial activity of several calcium hydroxide penetrations in root canal dentin*. J Endod., 2001. **27**: p. 765-7.
208. Siqueira, J.F., Jr., et al., *Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or self-adjusting file to disinfect oval-shaped root canals*. J Endod, 2010. **36**(11): p. 1860-5.
209. Akpata, E.S. and H. Blechman, *Bacterial invasion of pulpal dentin wall in vitro*. J Dent Res, 1982. **61**(2): p. 435-8.
210. Nagaoka, S., et al., *Bacterial invasion into dentinal tubules of human vital and nonvital teeth*. J Endod, 1995. **21**(2): p. 70-3.
211. Berber, V.B., et al., *Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing Enterococcus faecalis within root canals and dentinal tubules*. Int Endod J, 2006. **39**(1): p. 10-7.
212. Kuruvilla, J.R. and M.P. Kamath, *Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants*. J Endod, 1998. **24**(7): p. 472-6.

213. Siqueira, J.F., Jr. and M. de Uzeda, *Disinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria*. J Endod, 1996. **22**(12): p. 674-6.
214. Lynne, R.E., et al., *In vitro antimicrobial activity of various medication preparations on E. faecalis in root canal dentin*. J Endod, 2003. **29**(3): p. 187-90.
215. Schafer, E. and K. Bossmann, *Antimicrobial efficacy of chlorhexidine and two calcium hydroxide formulations against Enterococcus faecalis*. J Endod, 2005. **31**(1): p. 53-6.
216. Soares, J.A., et al., *Effectiveness of chemomechanical preparation with alternating use of sodium hypochlorite and EDTA in eliminating intracanal Enterococcus faecalis biofilm*. J Endod, 2010. **36**(5): p. 894-8.
217. Paranjpe, A., et al., *Efficacy of the self-adjusting file system on cleaning and shaping oval canals: a microbiological and microscopic evaluation*. J Endod, 2012. **38**(2): p. 226-31.
218. Madhubala, M.M., N. Srinivasan, and S. Ahamed, *Comparative evaluation of propolis and triantibiotic mixture as an intracanal medicament against Enterococcus faecalis*. J Endod, 2011. **37**(9): p. 1287-9.
219. Preethee, T., et al., *Bactericidal effect of the 908 nm diode laser on Enterococcus faecalis in infected root canals*. J Conserv Dent, 2012. **15**(1): p. 46-50.
220. Heling, I. and N.P. Chandler, *Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules*. Int Endod J, 1998. **31**(1): p. 8-14.
221. Eddy, R.S., et al., *An in vitro evaluation of the antibacterial efficacy of chlorine dioxide on E. faecalis in bovine incisors*. J Endod, 2005. **31**(9): p. 672-5.
222. Oncag, O., et al., *Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants*. Int Endod J, 2003. **36**(6): p. 423-32.
223. Haga, C.S., *Microscopic measurements of root canal preparations following instrumentation*. J Br Endod Soc, 1968. **2**(3): p. 41-6.
224. Gutierrez, J.H. and J. Garcia, *Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1968. **25**(1): p. 108-16.
225. Walton, R.E., *Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space*. J Endod, 1976. **2**(10): p. 304-11.
226. Tan, B.T. and H.H. Messer, *The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size*. J Endod, 2002. **28**(9): p. 658-64.
227. Dalton, B.C., et al., *Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation*. J Endod, 1998. **24**(11): p. 763-7.
228. Machado, M.E., et al., *Comparison of two rotary systems in root canal preparation regarding disinfection*. J Endod, 2010. **36**(7): p. 1238-40.

229. Alves, F.R., et al., *Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique*. Int Endod J, 2012. **45**(9): p. 871-7.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

Adı Soyadı	Betül KAYA
Doğum Yeri ve Tarihi	Manisa/Salihli, 01/06/1984
Medeni Hali	Bekar
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, 58140.
E-posta Adresi	bbetulkaya@yahoo.com

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise	Sekine Evren Anadolu Lisesi	1995-2002
Lisans-Yüksek Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi	2003-2008
Doktora	Cumhuriyet Üniversitesi	2008-2013

İş Tecrübesi

Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma görevlisi, 2009-2013

Üyelikler

Türk Endodonti Derneği