T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

K3XF KANAL EĞELERİNİN RESİPROKAL, ADAPTİF VE ROTASYONEL HAREKETLİ PREPARASYON SİSTEMLERİYLE KULLANIMLARININ APİKALDEN TAŞAN SIVI VE DEBRİS MİKTARINA ETKİLERİNİN İN-VİTRO OLARAK İNCELENMESİ

MUSTAFA TOYOĞLU

DOKTORA TEZİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANA BİLİM DALI

SİVAS-2016

T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

K3XF KANAL EĞELERİNİN RESİPROKAL, ADAPTİF VE ROTASYONEL HAREKETLİ PREPARASYON SİSTEMLERİYLE KULLANIMLARININ APİKALDEN TAŞAN SIVI VE DEBRİS MİKTARINA ETKİLERİNİN İN-VİTRO OLARAK İNCELENMESİ

MUSTAFA TOYOĞLU

DOKTORA TEZİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
YRD. DOÇ. DR. DEMET ALTUNBAŞ

SİVAS-2016

“K3XF Kanal Eğelerinin Resiprokal, Adaptif ve Rotasyonel Hareketli Preparasyon Sistemleriyle Kullanımlarının Apikalden Taşan Sıvı ve Debris Miktarına Etkilerinin İn-Vitro Olarak İncelenmesi ” adlı **Doktora** Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Restoratif Diş Tedavisi** Ana Bilim Dalında **Doktora** tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan	Doç. Dr. Kerem Akpınar	_____
Üye	Doç. Dr. Alper Kuştarcı	_____
Üye	Doç. Dr. Fuat Ahmetoğlu	_____
Üye	Yrd. Doç. Dr. Ziynet Çınar	_____
Üye (Danışman)	Yrd. Doç. Dr. Demet Altunbaş	_____

ONAY

Bu tez çalışması, …….. tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Zahid Tevfik AĞAOĞLU
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRÜ

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 18.02.2015 tarihli ve 4/4 sayılı kararı ile kabul edilen Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna göre hazırlanmıştır.

ÖZET

K3XF KANAL EĞELERİNİN RESİPROKAL, ADAPTİF VE ROTASYONEL HAREKETLİ PREPARASYON SİSTEMLERİYLE KULLANIMLARININ APİKALDEN TAŞAN SIVI VE DEBRİS MİKTARINA ETKİLERİNİN İN-VİTRO OLARAK İNCELENMESİ

Mustafa TOYOĞLU
Doktora Tezi, Restotatif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Demet ALTUNBAŞ
2016, 69 sayfa

Bu in-vitro çalışmanın amacı, K3XF eğe sisteminin resiprokal, adaptif ve tam rotasyonel hareketle, el eğelerinin ise step-back tekniğiyle kullanımı sırasında apikalden taşan sıvı ve debris miktarlarının incelenmesidir.

Çalışmamızda 80 adet çekilmiş alt premolar insan dişi kullanıldı. Dişler rastgele 4 gruba ayrıldı (her grupta 20 diş). Kök kanalları K3XF eğeleri kullanılarak resiprokal, adaptif ve rotasyonel hareket kinematikleriyle şekillendirildi. Kontrol grubu olarak K-tipi paslanmaz çelik eğeler step-back tekniğiyle kullanıldı. Bi-distile su irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldı. Apikalden taşan debris önceden tartılmış Eppendorf tüplerinde biriktirildi ve kurutulduktan sonra debris ağırlığı elektronik tartı ile ölçüldü. Taşan irrigasyon solüsyonunun miktarı ise Eppendorf tüplerin kapağına yerleştirilen 27 gauge iğnelerin kanüllerinde biriken sıvının 0,01 ml kalibreli insülin şırıngaları kullanılarak ölçülmesiyle belirlendi.

Elde edilen veriler Kruskal-Wallis testi ve Mann-Whitney U testi ile istatistiksel olarak analiz edilerek yanılma düzeyi 0,05 olarak alındı.

Sonuç olarak, K-tipi paslanmaz çelik eğe grubu en yüksek debris taşması gösterdi ve diğer gruplarla karşılaştırıldığında bu farklılık önemli bulundu ($p<0,05$). Resiprokal, adaptif ve rotasyonel hareketler benzer miktarda apikal yönde debris taşırdı ($p>0,05$). Gruplara ilişkin sıvı taşması incelendiğinde ise gruplar arası farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulundu ($p>0,05$).

Anahtar Kelimeler: Adaptif hareket, Debris taşması, İrrigasyon, K3XF, Kinematik, Resiprokasyon

ABSTRACT

IN-VITRO EVALUATION OF THE EFFECTS OF USING K3XF INSTRUMENTS WITH RECIPROCAL, ADAPTIVE AND ROTATIONAL PREPARATION SYSTEMS ON THE AMOUNT OF APICALLY EXTRUDED IRRIGANT AND DEBRIS

Dt. Mustafa TOYOĞLU

Ph.D. Thesis, Department of Restorative Dentistry

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Demet Altunbaş

2016, 69 pages

The purpose of this in-vitro study was assessing the effect of K3XF file systems' usage with reciprocal, adaptive and rotational kinematics and hand files with step-back technique on apical extrusion of debris and irrigation.

In our study, 80 extracted mandibular premolars were used. Teeth randomly assigned 4 groups (20 teeth per group). The root canals were instrumented with K3XF file using the following movement kinematics: reciprocating motion, adaptive motion and continuous rotation. As the control group, K-type stainless steel instruments were used with step-back technique. Bidistilled water was used as irrigant. Debris extruded apically during instrumentation was collected in pre-weighed Eppendorf tubes, and after drying, the mean weight of the debris was assessed with an electronic balance. The amount of extruded irrigation solution was calculated with collecting the extruded irrigants from the 27-gauge needles's cannula which is at the caps of the Eppendorf tubes, with the calibtared 0.01 ml insulin syringes.

The data were analysed statistically using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests with the significance level set at $p<0.05$.

The K-type stainless steel instrument group produced the highest mean extrusion value, and this was significantly greater when compared with other groups ($p<0.05$). Reciprocating, adaptive and continuous rotation motions produced similar

amounts of debris extrusion (p> 0.05). There was no stattistically diffences between the groups in terms of irrigant extrusion (p > 0,05).

Keywords: Adaptive motion, Debris extrusion, Irrigation, K3XF, Kinematics, Reciprocation

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimime başladığım günden bugüne, desteğini ve hoşgörüsünü hiçbir zaman benden esirgemeyen, bilgi, tecrübe ve klinik deneyimlerinden yararlandığım, tez çalışmalarım sırasında fikirleri ile her zaman bana yol gösteren, örnek aldığım değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Demet ALTUNBAŞ'a,

Doktora eğitimim ve tez çalışmalarım süresince, değerli bilgileriyle her konuda bana yol gösteren, yardım, destek ve deneyimlerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Kerem Engin AKPINAR'a,

Her daim yardımlarını esirgemeyen ve manevi desteğini her zaman hissettiğim değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ziynet ÇAKIR'a

Eğitimim ve tez çalışmalarım süresince ilgisini ve desteğini daima hissettiğim, mesleki bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr.Recai ZAN'a,

Yoğun çalışma tempomuzda gösterdikleri yardımlarıyla her zaman sevgiyle hatırlayacağım C.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti ailesine,

Yoğun çalışmalarım süresince ihmal ettiğim ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ailem ve sevgili eşim Ayşe ÇALIŞKAN TOYOĞLU'na,

Tüm kalbimle teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK ii
ONAY iii
YÖNERGE iv
ÖZET v
ABSTRACT vii
TEŞEKKÜR ix
İÇİNDEKİLER x
ŞEKİLLER DİZİNİ xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xiv
1. GİRİŞ 1
2. GENEL BİLGİLER 2
2.1 Preparasyon Teknikleri 3
2.1.1 Apikal Genişletmenin Öncelikle Yapıldığı Teknikler 3
2.1.1.1 Standardize Preparasyon Tekniği 3
2.1.1.2 Step-Back Tekniği 4
2.1.1.3 Balanced-Force (Roane) Tekniği 5
2.1.2 Koronal Genişletmenin Öncelikle Yapıldığı Teknikler 5
2.1.2.1 Step-Down Tekniği 5
2.1.2.2 Double-Flared Tekniği 6
2.1.2.3 Crown-Down Basınçsız Preparasyon Tekniği 6
2.1.2.4 Canal Master Tekniği 7
2.1.2.5 Antikurvatür Eğeleme Tekniği 7
2.2 Ni-Ti Kök Kanal Aletlerinin Tarihçesi ve Yapısal Özellikleri 8
2.3 Çalışmamızda Kullanılan K3XF Kanal Eğelerinin Özellikleri 11
2.4 Ni-Ti Eğe Sistemlerinin Kinematikleri ve Kinematik Tarihçesi 14
2.5 Apikalden Sıvı ve Debris Taşması 17
3. GEREÇ-YÖNTEM 22
3.1 Dişlerin Toplanması 22
3.2 Kök Kanal Çalışma Boyunun Belirlenmesi 22
3.3 Deney Düzeneğinin Hazırlanması 23
3.4 Deney Grupları 25
3.5 Kök Kanallarının Şekillendirilmesi 26

3.5.1 Grup 1 (Tam Rotasyon Hareketi) 26
3.5.2 Grup 2 (Resiprokasyon Hareketi) 27
3.5.3 Grup 3 (Adaptif Hareket) 28
3.5.4 Grup 4 (El Eğeleriyle Preparasyon) 28
3.6 Taşan İrrigasyon Sıvısının Toplanması 28
3.7 Taşan Debris Miktarının Belirlenmesi 29
3.8 İstatiksel Yöntem 29
4. BULGULAR 30
4.1 Apikalden Taşan Debris Miktarına İlişkin Bulgular 30
4.2 Apikalden Taşan Sıvı Miktarına İlişkin Bulgular 31
4.3 Taşan Debris ve Sıvı Miktarı Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi 32
5. TARTIŞMA 34
6. SONUÇLAR 53
7. KAYNAKLAR 54
İZİNLER 66
EK 1. Klinik Araştırmalar Kurul Kararı 66
ÖZGEÇMİŞ 69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1 K3XF eğesinin özellikleri 12
Şekil 2. 2 K3XF eğesinin güvenli sonlanan uç tasarımı 13
Şekil 2. 3 K3XF kanal eğeleri 13
Şekil 2. 4 Reciproc kök kanal eğesi dönüş yönü 16
Şekil 2. 5 Farklı resiprokasyon hareketleri 17
Şekil 3. 1 Hassas terazi 24
Şekil 3. 2 Deney düzeneği 24
Şekil 3. 3 Vatea irrigasyon aparatı 25
Şekil 3. 4 Elements motor 26
Şekil 3. 5 Rotasyon hareketinin kullanım ayarları 27
Şekil 3. 6 Satalec Endo Dual motor ve kullanım ayarları 27
Şekil 3. 7 Adaptif hareketin kullanım ayarları 28
Şekil 3. 8 İnsulin enjektörü 29
Şekil 4. 1 Eppendorf tüpünde toplanan debris 30
Şekil 4. 2 Apikalden taşan debris miktarlarına ait ortalama değerler 31
Şekil 4. 3 Apikalden taşan sıvı miktarlarına ait ortalama değerler 32

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 4. 1 Gruplara ilişkin debris ölçümlerinin karşılaştırılması 31
Tablo 4. 2 Gruplara ilişkin sıvı taşması ölçümlerinin karşılaştırılması 32

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ISO	Uluslararsı Standardizasyon Organizasyonu
$CaCl_2$	Kalsiyum Klorür
CLX	Klorheksidin Glukonat
CCW	Saat Yönü Tersi
CW	Saat Yönü
GG	Gates Glidden
MAF	Master Apikal Eğe
NaCl	Sodyum Klorür
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
Ni-Ti	Nikel Titanyum
SAF	Self Adjusting File
Santigrat Derece	°C
Fahrenheit derece	°F
Gramsantimetre	gcm
rpm	Revolutions Per Munite
sn	Saniye
ml	Mililitre
cc	Kübik Santimetre

1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin amacı, kök kanal sistemindeki enfekte doku artıklarının uzaklaştırılması, kök kanalının şekillendirilmesi ve üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurulmasıdır [1]. Enfekte artıkların uzaklaştırılması kök kanalının mekanik olarak şekillendirilmesi ve kimyasal solüsyonlarla yıkanması ile sağlanabilmektedir [2].

Kemomekanik preparasyon esnasında dentin talaşları, nekrotik dokular, mikro organizmalar, pulpa artıkları ve yıkama solüsyonlarının apikal foramenden periapikal dokulara taşması işlem sonrasında enflamasyona ve ağrıya yol açabilmektedir [3]. Özellikle periapikal lezyonlu dişlerde, konak ile mikroorganizmalar arasında oluşan dengenin, biyomekanik preparasyon sırasında apikalden taşan maddeye bağlı olarak artan irritan miktarıyla bozulması sonucu, akut enflamasyon meydana gelir [4]. Apikalden madde taşmasının kısa dönemde akut alevlenme [5], uzun dönemde ise periapikal iyileşmenin gecikmesi ile sonuçlanabileceği bildirilmiştir [6]. Ayrıca bilindiği üzere enflamatuar reaksiyonlar kemik rezorpsiyonuna, ödeme ve ağrıya sebep olabilmektedir [7]. Bu sebeplerden dolayı apikalden taşan debris miktarının azaltılması tedavi sonrası reaksiyonların azalmasında önemli rol oynamaktadır. Taşan debris miktarının şekillendirme tekniğine ve kullanılan eğenin kesitine göre değiştiği ve mevcut preparasyon sistemlerin hiçbirinin kök kanallarını apikal taşma olmadan şekillendiremediği bildirilmiştir [8-11]. Günümüzde endodontik tedavilerde sıklıkla döner nikel-titanyum (Ni-Ti) eğeler kullanılmaktadır. Elle yapılan preparasyonun, döner eğelerle yapılan preparasyona göre daha fazla miktarda debris taşmasına sebep olduğu belirtilmektedir [12, 13].

Yapılan çalışmalarda kanal şekillendirmesi esnasında apikalden debris taşmasının kaçınılmaz olduğu fakat bir takım önlemler alınarak daha az miktarda taşmanın olabileceği bildirilmektedir [14].

Ayrıca son yıllarda yapılan çalışmalarda Ni-Ti eğelerin farklı kinematikler ile kullanımının apikalden taşan debris miktarlarını etkilediği bildirilmektedir [10, 15, 16].

İn vitro olarak gerçekleştirdiğimiz bu çalışmanın amacı; rotasyonel, resiprokal ve adaptif hareketlerle kullanılan K3XF (SybronEndo, Orange, CA, ABD) kanal eğelerinin apikalden taşan sıvı ve debris miktarına etkilerinin değerlendirilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

Kök kanal tedavisinde nekrotik dokuların ve artık materyallerin uzaklaştırılması, kanalın uygun bir şekilde temizlenmesi, preparasyonu ve irrigasyonu tedavinin prognozu açısından önem taşımaktadır. Temizleme ve şekillendirme işlemi; kanal içerisindeki nekrotik ve enfekte pulpa dokusu, bakteriler ve endotoksinleri ile immünolojik faktörler gibi biyolojik faktörleri de içine aldığından biyomekanik preparasyon olarak adlandırılmaktadır [17].

Kök kanalındaki aksesuar ve yan kanallar, isthmus ve deltalar gibi anatomik varyasyonlar mikroorganizmaların sadece preparasyonla elimine edilmesini zorlaştırmaktadır [18]. Kök kanal eğeleriyle irigasyon solüsyonu kullanılmadan yapılan mekanik genişletmede kök kanalında temizlenmeyen bölgeler kalmaktadır [19]. Çünkü kök kanal aletleri kök kanalının şekillendirilmesi sırasında dentin duvarlarının %35-45'ine hiç temas etmemektedir [20, 21]. Kök kanallarının preparasyonu esnasında antimikrobiyal etkisi olmayan irrigasyon solüsyonu kullanımının bakterileri tam olarak yok etmese de kök kanal sisteminin dezenfeksiyonunu artırdığı ortaya konmuştur [22-24]. Kök kanal enstrümantasyonundan sonra kanal duvarlarında kalan veya kök kanalı doldurulduktan sonra tekrar kolonize olan mikroroganizmalar tedavinin başarısızlığına neden olduğundan dolayı irrigasyon solüsyonlarının antimikrobiyal etkiye sahip olması önemlidir [25]. Enstrümantasyon ile beraber yeterli miktarda irrigasyon yapılması, özellikle kanal aletleri ile ulaşılamayan bölgelerde dezenfeksiyonu sağlamaktadır [26, 27].

Ayrıca irrgasyon solüsyonlarının doku ve debris çözücü özelliğinin olması ve şekillendirme sırasında ortaya çıkan debrisin apikalden koronale doğru hareketini sağlaması kök kanal tedavisinin başarısını artırmaktadır. Kanalların şekillendirilmesi solüsyonla dolu bir ortamda gerçekleştirildiğinde dentin talaşlarının pulpa odasına doğru yükselmesi debrisin aspirasyon yapılarak veya kâğıt konilerle alınmasını kolaylaştırmakta ve böylece debrisin apeks yakınında birikerek apeksi tıkama ihtimali azalmaktadır [17].

Mekanik preparasyon şekillendirme ve boşaltma işlevi yanında irrigasyon solüsyonlarının derinlere ve kanal ayrıntılarına ulaşabilmesi açısından çift yönlü bir

yarar sağlamaktadır. Özellikle koronal bölümde şekillendirme işlemleri solüsyonların apikal bölümlere kadar ulaşmasını kolaylaştırmaktadır [28].

Mekanik preparasyon enfekte kanallarda bakteri sayısını azaltmaya katkı sağlayan bir işlemdir [29]. Sadece mekanik preparasyon ve salin solüsyonu irrigasyonu ile bakteri sayısı 100 ile 1000 kat arasında azalma göstermektedir [30]. Mikroorganizmaların kök kanalına ve apekse infiltre olduğu durumlarda dentin tübüllerinde 375 μm derinliğe ilerleyebildiği [31, 32], mekanik preparasyon ile birlikte irrigasyon solüsyonunun apikal bölgeye ulaşabilmesi için şekillendirme esnasında daha büyük eğelerin kullanımının gerekli olduğu ortaya konmuştur [33, 34]. Daha fazla genişletme yalnızca yeterli yıkamayı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda kanal sisteminde kalan bakterilerin sayısını da önemli oranda azaltmaktadır [33]. Preparasyon esnasında kullanılan farklı teknikler ve aletler kanal içerisindeki gerek yumuşak gerekse sert dokuların uzaklaştırılmasının yanı sıra kanal dolgu maddelerinin kanal içerisine kolayca yerleştirilmesine de yardımcı olmaktadır [35].

2.1 Preparasyon Teknikleri

Kanal preparasyonu için önerilen yöntemler apikal bölümde genişletmeyi ön plana alan veya koronal bölümde genişletmeye öncelik veren yaklaşımlar olarak iki ana grup altında toplanabilir.

2.1.1 Apikal Genişletmenin Öncelikle Yapıldığı Teknikler

2.1.1.1 Standardize Preparasyon Tekniği

Ingle tarafından tanıtılan ve ‘’Apikal stop preparasyonu’’ veya ‘’Geleneksel yöntem’’ olarak da adlandırılan klasik yöntem, ilk geliştirilen kök kanal şekillendirme yöntemidir [36].

Bu yöntemde preparasyona, 15-40 numaralı kanal eğelerinin çalışma boyunda ilk sıkışan eğesi ile başlanır. Sırasıyla eğeler, çalışma boyunda kullanılır ve kanal preparasyonu hekimin belirlediği bir apikal genişlikte bitirilir. Eğeler arasında bol irrigasyon kullanmanın ve eğelerin nemli ortamda çalışılmasının önemi büyüktür. Bu yöntem genellikle düz kanallarda uygulanmaktadır. Apikal preparasyonu paralel yapmak ve böylece kanala uygun ana konu yerleştirebilmek esas amaçtır [17].

Bu yöntemin yetersizlikleri,

1- Hangi tip eğelerin kullanılması gerektiği belirtilmemiştir.
2- Şekillendirmenin kaç numaralı eğe ile bitirilmesi gerektiği de belli değildir.
3- Bu yöntemle apikal üçlüden koronal üçlüye doğru koni şeklinde genişleyen bir kanal hazırlamak olanaksızdır. Özellikle eğri kanallarda bu şekil gerçekleştirilemez.
4- Apikal transportasyon, perforasyon veya dirsek oluşumu gibikomplikasyonlara yol açabilir [36].

2.1.1.2 Step-Back Tekniği

Kanal genişletme işlemine apikal daralıma kadar kanala sıkışarak giren en ince kök kanal aleti ile başlanır. Başlangıç eğesiyle kanalda apikal daralma hissedilene kadar ilerlenir. Çok dar kanallarda önce 10 numaralı eğe, daha geniş ise 15 veya 20 numaralı eğe başlangıç eğesi olarak kullanılabilir. Kanal, ilk sıkışan aletten sonra en az üç numara büyük alete kadar çalışma boyunda genişletilir. İlk sıkışan aletten sonraki şekillendirmenin yapıldığı üçüncü eğeye ‘’Master Apikal Eğe- (Master Apikal File - MAF)’’ denir. Bu aşamada kanal eğesi en fazla çeyrek tur çevirerek kanal içerisinde çevresel eğeleme yapılır. Bu sayede fizyolojik foramen bölgesinin dentin talaşları ile tıkanması, zip ve elbow oluşumu önlenir [37]. Her alet değişiminde irrigasyon yapılması önemlidir. Bu safhaya kadar uygulama standardize preparasyon tekniğiyle aynıdır. MAF’dan sonra koronale doğru 3 eğe, her biri bir diğerinden 1 mm kısa olacak şekilde kullanılır. Eğeler her 1 mm’de bir boy büyütülür. Koronal genişletme sırasında kanal duvarlarından açığa çıkan debrisin apikal bölgeyi tıkamasını ve basamak oluşumunu önlemek için ana eğeden sonra kullanılan her eğeden sonra, ana eğe ile çalışma boyuna tekrar ulaşılarak çalışma boyu kaybının önüne geçilir. Bu işleme ‘’rekapitülasyon’’ denir [17].

Bu tekniğin avantajları:

1- Basamak ve perforasyon riski azalır.
2- İrregüler şekilli kanallarda düzgün bir genişletme elde edilir.
3- Kanal boşaltma işlemi daha başarılıdır.

4- Bu teknikte konvansiyonel yönteme göre apikal genişletmede daha az ve daha kontrollü dentin kaldırılır; böylece kök uçlarının gereksiz zayıflatılması engellenmiş olur.
5- Klinik uygulama süresi kısalır.
6- Kanala konik bir şekil verildiğinden gutta-perka ile doldurulan kanallarda ideal kondensasyon sağlanır.
7- İrrigasyon solüsyonlarının kanalda daha etkin kullanımı sağlanır [17, 38].

2.1.1.3 Balanced-Force (Roane) Tekniği

Bu yöntem 1985 senesinde Roane ve arkadaşları tarafından uygulamaya konmuştur [39]. Aşırı eğri kanallarda ideal ve etkili bir preparasyon yapmaya olanak veren bu teknikte preparasyonlar çok geniş ve aletler kırılmaya yatkındır [17]. Preparasyon işlemi esnasında kanal aleti, sonraki alete geçmeden birkaç defa çıkarılıp, üzerindeki dentin talaşlarından arındırılarak tekrar kanal içerisinde kullanılır [40]. Roane tekniği için özel tasarlanmış Flex-R eğeleri sırasıyla dört preparasyon hareketiyle kullanılır.

1- Kanal aleti, döndürmeksizin hafif bir basınçla kök kanalına yerleştirilir.
2- Alet, 180° saat yönünde (CW) rotasyon hareketiyle çevrilir.
3- Dentini aşındırmak için eğe saat yönünün tersi yönde (CCW) 120° veya daha büyük açılı derecelerle eğenin dayanabileceği kadar basınçla eğeye bir veya iki devir rotasyon hareketi yaptırılarak apikal yönde itilir. Bu işleme çalışma boyunda ideal derinliğe ulaşıncaya kadar devam edilir.
4- Alet, döndürülmeksizin kök kanalından çıkarılır.

2.1.2 Koronal Genişletmenin Öncelikle Yapıldığı Teknikler

2.1.2.1 Step-Down Tekniği

Üç aşamadan oluşan bu teknik; koronal giriş, radiküler giriş ve apikal preparasyondan oluşmaktadır [17]. Kanalın koronal 2/3'ünün eğelenmesi 15-25 numaralı Hedström kanal aletleri ile yapılır. Eğeler hafif basınçla kanala yerleştirilir ve furkasyondan uzak karşı taraftaki kanal duvarına doğru yönlendirilerek aşağı yukarı hareketlerle kullanılır. İrrigasyon sonrasında 2 numaralı veya 3 numaralı Gates-Glidden (GG) frezleri ile koronal genişletme yapılır. Bu aşamalardan sonra kanalın koronal 2/3'ünde genişletme

sağlanır ve apikal bölüme düz bir giriş elde edilir. Kökün apikal kısmı çalışma boyu belirlenip Step-back tekniğindeki gibi prepare edilir [41]. Bu yöntem Step-back ve Basınçsız Crown-down yöntemlerinin kombinasyonu niteliğindedir [17].

Bu tekniğin dezavantajları;

1- Dar kanallarda basamak oluşumu
2- Apikal blokaj
3- Lateral perforasyondur [42].

2.1.2.2 Double-Flared Tekniği

Double-Flared tekniğinde dişin pulpa odasında irrigasyon yapıldıktan sonra 15 veya 20 numaralı bir eğe radyografide belirlenen ortalama çalışma boyuna kadar ileri ve geri hareket yapılarak yerleştirilir. Bu işlemde amaçlanan, irrigasyon solüsyonunun kanalın derinliklerine ulaşmasını sağlamaktır. Radyografi alınarak çalışma boyu belirlenir. Ardından irrigasyon yapılarak, koronalden apikale doğru servikal üçlüde sıkışacak bir kanal eğesi ile preparasyona başlanır. Sırasıyla sonraki küçük numaralı eğeler çalışma derinlikleri 1'er mm artırılarak apikalin 1/3 kök kısmının başlangıcına kadar eğelemeye devam edilir. İrrigasyon yapılarak çalışma boyuna ulaşıncaya kadar preparasyona devam edilir. Çalışma boyuna ulaşıldıktan sonra kanal Step-back tekniği ile prepare edilir. Bu teknik düz kanallarda veya eğri kanalların düz bölümlerinde tavsiye edilir. Kalsifiye kanallarda, genç daimi dişlerde ve açık apeksli dişlerde önerilmemektedir [43].

2.1.2.3 Crown-Down Basınçsız Preparasyon Tekniği

Bu teknikte kanalların şekillendirmesi koronalden apikale doğru basınçsız olarak gerçekleştirilir. Eğeleri büyükten küçüğe doğru kullanarak kök kanalının koronal bölümünün ilk önce genişletilmesi, apikal bölgenin ise en son genişletilmesi ana prensiptir [44].

Avantajları;

1- Kök kanalının koronalindeki ve orta üçlüsündeki enfekte dokular ilk önce uzaklaştırıldığı için apikal bölgenin şekillendirilmesi yapılırken enfekte dokuların periapikal bölgeye taşma riski azaltılmış olur.

2- Kök kanalının 2/3 koronal bölümündeki ön genişletme sayesinde apikal genişletme daha kolay olmakla birlikte yıkama solüsyonunun penetrasyonu daha etkili olur [4].

Dezavantajları;

1- Uygulaması zor bir tekniktir.
2- Apikal genişletme aşamasında basamak oluşturma riski vardır.
3- Özellikle GG frezlerinin kullanılması esnasında furkasyon bölgesinde lateral perforasyon oluşma riski vardır [38].

2.1.2.4 Canal Master Tekniği

Bu yöntemde Canal Master adı verilen özel eğe yardımıyla preparasyon yapılır. Bu eğe; kesici olmayan uç bölüm, kısa ve kesici bir baş kısım ve esnek olan gövde bölümünden oluşur. Bu eğeler elle ve turla kullanılmak üzere 2 tipte bulunurlar [45].

Bu teknikte, eğri kanallarda çalışma boyu tespit edildikten sonra tur ile kullanılan 90 numaralı eğe yardımıyla kök kanalında engelle karşılaşılana kadar ilerlenir ve preparasyon aşamasına geçilir. Koronal genişletmeden sonra elle kullanılan eğe grubuna geçilir. Düz kanallarda büyük eğeden küçüğe doğru ve koronalden apikale doğru, eğri kanallarda ise küçükten büyüğe ve apikalden koronale doğru ilerlenir [17].

Bu tekniğin avantajları;

1- Preparasyonları geleneksel eğelere oranla daha hızlı ve kolaydır.
2- Özellikle eğimli kanallarda transportasyonu önemli miktarda azaltır [46, 47].

2.1.2.5 Antikurvatür Eğeleme Tekniği

Bu teknik, eğri kök kanallarında kök eğimine bağlı olarak kök kanal duvarı ile sement arasındaki dentinin kökün her bölgesinde aynı miktarda olmadığı düşüncesiyle ve strip tipte perforasyondan kaçınmak için önerilmiştir [17].

Bu teknikte çevresel eğelemenin aksine, önceden eğim verilmiş kanal aletleriyle kanal eğiminin dış duvarından daha fazla eğeleme yapılır. Bu sayede eğimin iç duvarındaki strip perforasyon açısından tehlikeli olan alan korunur [38].

Kanalın kurvatürlü olması preparasyon sırasında asimetrik madde kaldırmaya yol açarak çeşitli derecelerde apikal yer değiştirmeye sebep olur [48]. Düz metal

bloklardan yapılan kanal aletleri eğri kanallarda düzleşme eğilimi gösterdiğinden dolayı belirli kontakt noktalarına düzensiz kuvvet dağılımı yapar [39, 49]. Büyük ve esnek olmayan paslanmaz çelik el eğelerinin kullanımı ile orijinal kanal kurvatürlerinde sapmalar oluşmaktadır [50]. Eğri kök kanallarının şekillendirilmesinde ortaya çıkabilecek bu tür komplikasyonları azaltmak amacıyla yüksek elastisiteye ve şekil hafızasına sahip Ni-Ti esaslı eğelerin üretilmesi gündeme gelmiştir [50, 51].

2.2 Ni-Ti Kök Kanal Aletlerinin Tarihçesi ve Yapısal Özellikleri

Kök kanal aletleri başlangıçta karbon ve çelik alaşımlardan üretilmiştir [52]. Fakat karbon ve çelik alaşımların korozyon direnci düşük olduğu için, kimyasal maddeler (örn: iyodin, klorin vs.) ve buhar sterilizasyonu aletlerde korozyona sebep olmuştur. Bu dezavantajlarından dolayı daha sonra paslanmaz çelik alaşımlar kullanılmış ve bu alaşımın kullanımı kanal aletlerinin kalitesini artırmıştır [53]. Standart paslanmaz çelik aletlerde uç kısımdan itibaren ilk 16 mm'de kesici bıçak bulunmakla beraber her 1 mm'de alet çapı 0,02 mm artmaktadır. Piyasada en çok tercih edilenleri Hedström ve K-tipi aletlerdir. K-tipi eğeler, rotasyonel ve düz ileri-geri hareketler ile kullanılabilmektedir. Dentini kesmek için kullanılan en eski eğelerdir. K tipi eğeler, birim uzunluk başına daha fazla spirale, üç ya da dört kenarlı yapıya (üçgen ya da kare formunda ana gövdeye) ve daha fazla kesici kenara sahiptirler. Fakat esnek olmamalarından dolayı eğimli kök kanallarında iatrojenik hatalara ve 0,02 koniklikte olmaları sebebiyle orta ve koronal üçlüde yeterli genişlik sağlayamamalarından dolayı yıkama solüsyonunun daha az etkinlik göstermesiyle kök kanal artıklarının apikale taşınmasına sebep olması gibi dezavantajları bulunmaktadır [54]. Bu tür olumsuzluklar, eğe dizaynında farklı arayışlara yol açmış ve Ni-Ti alaşımları kanal aletlerinin üretiminde kullanılmaya başlanmıştır.

Ni-Ti alaşım 1960 senelerinde metalurji uzmanı William J. Buehler tarafından geliştirilmiştir. Alaşıma, yapısına katılan metaller olan Nikel ve Titanyum kelimelerinin ilk heceleri ve Ni-Ti alaşımların geliştirildiği laboratuar olan Naval Ordnance Laboratory'un ilk harflerini temsilen Nitinol ismi vermiştir [55]. Titanyum, korozyona dirençli, biyouyumlu ve elastisite modülü düşük bir metaldir. Oluşturduğu alaşımlar yapısal olarak sağlam ve korozyona dayanıklıdır [56].

Walia ve arkadaşları tarafından ilk Ni-Ti kök kanal aleti üretilmiş ve Ni-Ti kök kanal tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır [57]. Kök kanal tedavisinde kullanılan aletlerdeki Ni-Ti alaşım ağırlıkça %56 nikel ve %44 titanyum içermektedir [58].

Ni-Ti alaşımların, paslanmaz çelik alaşımlara göre en önemli avantajları, süperelastisite, şekil hafıza özelliği, biyouyumlu olmaları ve yüksek korozyon direncine sahip olmalarıdır [17].

Süperelastisite, metal alaşımlarınının kalıcı deformasyon göstermeksizin uygulanan strese direnç gösterme yani orijinal şekline geri dönme yeteneği olarak tanımlanır. Ni-Ti alaşımlı metaller, diğer metallere göre geri dönüşümsüz olan plastik deformasyon oluşmadan 10 kat daha fazla gerilebilme özelliğine sahiptirler. Bunun aksine diğer metaller, stres altında plastik deformasyona bağlı olarak geri dönüşümsüz şekil değişikliklerine maruz kalırlar [59, 60]. Düşük elastik modüle sahip olduklarından torsiyonel ve döngüsel kırılmaya karşı yüksek direnç göstermektedirler [58].

Ni-Ti eğeler için şekil hafızası, metalin, ısı ve fiziksel kuvvet gibi etkenler ile şekil değiştirmesine rağmen, etken ortadan kaldırıldığında orijinal şekline tekrar dönmesine verilen isimdir. Ni-Ti alaşım yüksek sıcaklıkta östenit ve düşük sıcaklıkta martensit adı verilen fazlara sahiptir. Ni-Ti alaşımlar 100 C°'ye kadar östenit fazdadır. Isı ve stres uygulamalarıyla fazlar arasında geçiş meydana gelmektedir. Ni-Ti alaşım süperelastisite ve şekil hafızası özelliğini, fazlar arası geçişin neden olduğu atomik düzeydeki değişiklikler sonucu elde etmektedir [61]. Şekil belleği özelliğiyle birlikte Ni-Ti alaşımı eğitmek ve belirli sıcaklıkta alaşıma şekil vermek mümkün olmaktadır. Kök kanal tedavilerinde kullanılan Ni-Ti eğelere 125 C° sıcaklığın üzerinde eski şekilleri kazandırılabilmektedir [62, 63].

Ni-Ti alaşımlar biyolojik olarak insan vücuduyla uyumlu olmakla beraber nikel alerjen ve sitotoksik bir materyaldir. Biyouyumluluğu ise Ni-Ti alaşımına uygulanan bir yüzey işlemiyle nikelin bu etkisinin ortaya çıkması engellenerek sağlanmaktadır [64].

Kesme kabiliyeti açısından bakıldığında ise, Ni-Ti esaslı kök kanal aletlerinin paslanmaz çelik aletlere göre daha az etkili olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır [65-67]. Kesme etkinliği değerlendirilirken önemli bir faktör de metalin sertliğidir [51]. Ni-Ti entrümanların yüzey sertliğinin paslanmaz çeliklere göre daha az olduğu bilinmektedir [51, 68, 69]. Ni-Ti aletlerin sertliği 296-347 Vickers ünite iken paslanmaz çeliklerin sertliği 403-651 Vickers ünittir [69]. Bazı araştırmacıların da işaret ettiği gibi

düşük yüzey sertliğinden dolayı Ni-Ti eğeler ile paslanmaz çelik eğeleri, kesme etkinliği bakımından karşılaştıran çalışmalar az sayıdadır [67, 70, 71]. Fakat bazı yüzey mühendislik teknikleri ile Ni-Ti eğelerinin yüzey sertliği ve dolayısıyla kesme etkinliği artırılmıştır [72].

Son yıllarda, Ni-Ti kök kanal eğelerinin olumlu özellikleri göz önünde bulundurularak, düşük devirli motorlarla çalışan "Ni-Ti esaslı döner aletler" gündeme gelmiş ve geliştirilmiştir.

Ni-Ti eğeler döner sistemlerle kullanıldığında preparasyon zamanı el eğeleriyle yapılan preparasyona göre önemli derecede kısalmaktadır [73]. Ayrıca motorla kullanılan Ni-Ti eğelerin elle kullanılana göre daha iyi özelliklere sahip bir kanal preparasyonu hazırladığı belirtilmiştir [74]. Ni-Ti esaslı döner eğeler, "yüksek taperli endodontik aletler" olarak da adlandırılmaktadırlar. ISO taper sisteminin özelliklerine göre %2'den %12'ye kadar taperları değişebilmektedir [51]. Geniş taperlı Ni-Ti kanal eğelerinin kullanımıyla irrigasyon solüsyonlarının apikale daha fazla ulaşması sağlanmakta ve kanal içerisindeki organik ve inorganik maddelerin kanaldan uzaklaştırılması başarılabilmektedir [75]. Ayrıca geniş taperlı Ni-Ti eğeler ile yapılan preparasyon, dolum aşamasında gutta-perkanın kanala daha kolay tatbik edilmesi ve kondanse edilen gutta-perkanın apikalden sökülmeye daha dirençli olmasıyla kanal duvarlarına daha iyi adapte olmasını sağlamaktadır [76]. Geniş taperlı Ni-Ti eğeler ile yapılan preparasyonun diğer bir faydası ise, taper açısının değişmesiyle kanal duvarlarının birim alanına etki eden kuvvet artırılarak kesme etkinliğinin maksimum seviyeye çıkarılmasıdır [51].

Ni-Ti kanal eğelerinin günümüzde, geliştirilmiş beş farklı nesli bulunmaktadır. Birinci nesil kanal eğeleri; ProFile, LightSpeed, Quantec ve Grater Taper gibi eğelerdir. Tüm birinci nesil eğelerin, aktif çalışan kısımlarının uzunluğu boyunca sabit taperları ve pasif kesim yapan radyal alanları bulunmaktadır. Nötr veya hafif negatif rake açısına sahiptirler. Bu eğelerle preparasyonu tamamlamak için fazla sayıda kanal eğesine ihtiyaç duyulmaktadır. [77].

İkinci nesil kanal eğeleri; ProTaper Universal, K3, EndoSequance ve BioRace gibi kanal eğeleridir. İkinci nesil kanal eğelerinin, birinci nesil eğelerden farklı olan özellikleri, radyal alanları olmadan aktif kesim yapan kenarlarının olması ile bir kanalın preparasyonunu tamamlamak için daha az eğeye ihtiyaç duymalarıdır. Birçok ikinci

nesil Ni-Ti kanal eğesi daha iyi kesme etkinliği sağlayan pozitif rake açısıyla tasarlanmıştır. İkinci nesil kanal eğelerinin kesici bıçağı ile uzun ekseni arasındaki açı birinci nesil eğelerin açısından daha düşüktür. Bu özellik sayesinde, kullanım esnasında vidalama etkisi büyük ölçüde azalmaktadır [77].

Üçüncü nesil Ni-Ti kanal eğeleri; HyFlex CM, K3XF, ProFile GT X serisi, ProFile Vortex ve Vortex Blue, TYPHOON Infinite Flex ve Twisted File gibi eğelerdir. Ni-Ti metalurjisindeki ilerlemeler sonucu üçüncü nesil eğelerin mekanik niteliklerinin gelişmesi sağlanmıştır. Termal işleme Ni-Ti alaşımlarının geçiş sıcaklıklarını ayarlayan ve Ni-Ti eğelerin yorulma dirençlerini etkileyen önemli yaklaşımlardan biri olarak sunulmuştur. 2007 yılından itibaren, Ni-Ti alaşımların mikro yapılarını iyileştirmek için birçok yeni termomekanik işleme ve üretim teknolojisi geliştirilmiştir [78]. Bir ısıl işlem olan M-wire teknolojisi de, eğelerin fleksibilite ve fleksural yorgunluk direncini arttırmaktadır [79, 80].

Dördüncü nesil kanal eğeleri; WaveOne, Reciproc, M4, Endo-Eze AET ve Endo-Express gibi eğelerdir. M-wire teknolojisinin gelişmesi ve resiprokasyon teknolojisindeki gelişmeler kanalların preparasyonu için kullanılan eğelerde dördüncü neslin önünü açmıştır [77]. Resiprokasyon hareketi ile kullanılan WaveOne ve Reciproc sistemleri, tek eğe ile preparasyon tekniklerini başlatmışlardır.

Beşinci nesil kanal eğeleri ise; Revo-S, OneShape ve ProTaper Next gibi eğelerdir. Beşinci nesil eğelerin ağırlık merkezi veya rotasyon merkezi dengeli şekilde tasarlanmıştır. Eğe rotasyon hareketi esnasında, dengeli bir tasarımı olan aktif uzunluğu boyunca dolanan mekanik bir hareket dalgası (snake-like) oluşturmaktadır. Herhangi bir ProTaper eğesinin artan taperlı tasarımı gibi, bu dengeli tasarım eğe ile dentin yüzeyi arasındaki bağlanmayı daha da azaltmayı amaçlamaktadır [81].

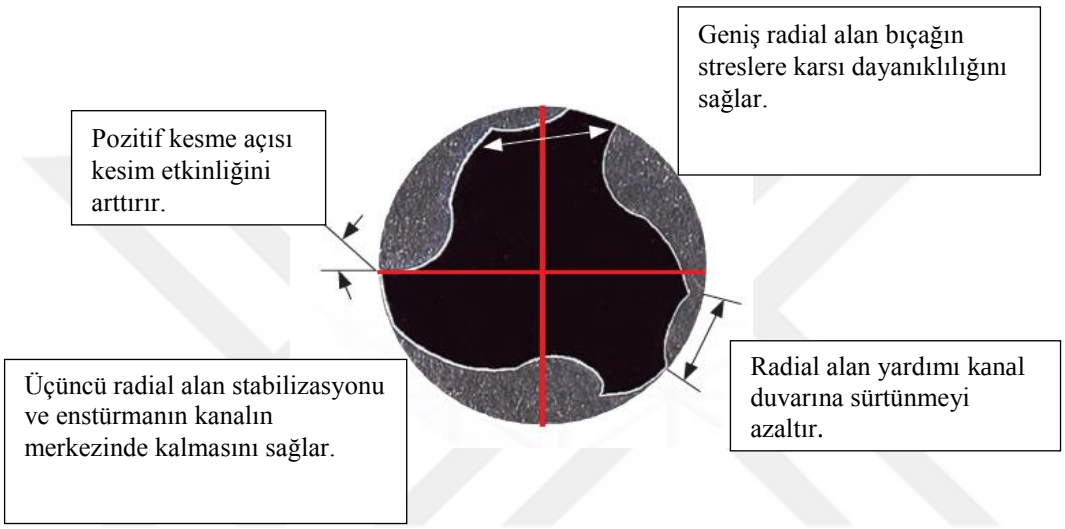
2.3 Çalışmamızda Kullanılan K3XF Kanal Eğelerinin Özellikleri

K3 ve K3XF eğelerin enine kesitleri, üretim metotları (aşındırma) ve kullanım prensipleri aynı olmasına rağmen K3 eğeler geleneksel Ni-Ti alaşımdan, K3XF ise R-Faz teknolojisi ile üretilmiştir [82, 83]. Bu teknoloji, eğeye üstün bir esneklik ve kırılma dayanımı sağlamaktadır [84, 85].

K3XF eğesinde kesme etkinliğini belirleyen kesim açısı pozitiftir. 3 adet asimetrik yerleştirilmiş radyal alana ve 3 adet radyal alanın ikisinin arasında bulunan

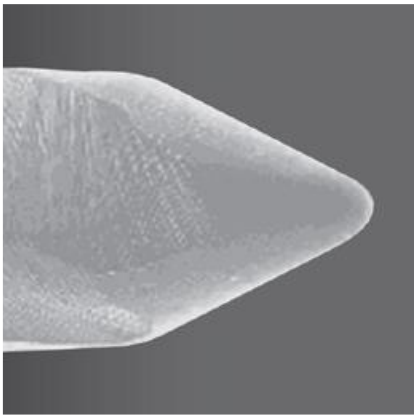
rahatlatıcı bölgeye sahiptirler. Eşit olmayan alan genişliği, oluk genişliği ve derinliğine sahiptirler. Farklı helikal yiv açısına sahip olduklarından dolayı dentin talaşları kesme esnasında rahat bir şekilde çalışma alanından kanal ağzına doğru ulaştırılmaktadır (Şekil 2.1) [86, 87].

Eğelerin artırılmış radyal alanı rotasyon esnasındaki periferal dayanıklılığı artırmakla birlikte, üçüncü radyal alan varlığı ise eğenin kök kanalında kırılmaya karşı dayanıklılığını arttırmaktadır [86, 87].



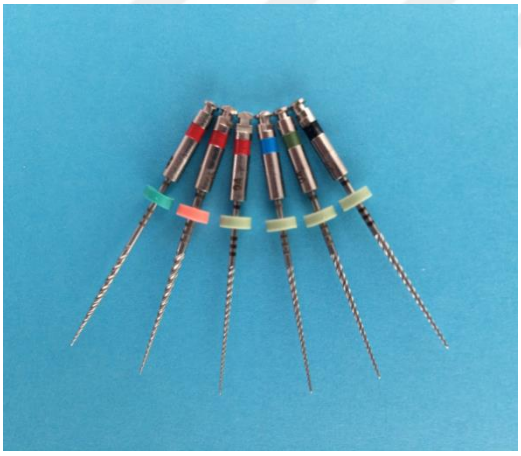
Şekil 2. 1 K3XF eğesinin özellikleri [88]

K3XF eğeleri kesici olmayan, güvenli sonlanan uç tasarımına sahiptirler. Bu uç tasarımı eğenin kanal içerisinde rahat ilerlemesini sağlarken, basamak, zip ve perforasyon meydana gelmesini de önlemektedir(Şekil 2.2). K3XF eğesinin sap kısmı, diğer eğelere göre 4 mm kısa olarak üretilmiştir ve bu özellik posterior bölgede çalışma kolaylığı sağlamaktadır [88].



Şekil 2. 2 K3XF eğesinin güvenli sonlanan uç tasarımı [88]

K3XF eğeleri .04, .06, .08, .10, .12 taperlı olarak üretilmiştir. .04 taperlı ve .06 taperlı K3XF eğeleri 15'ten 60 numaraya değişen uç boyutlarında ve 21 mm, 25 mm, 30 mm uzunluk seçenekleriyle üretilmiştir. .08, .10, .12 taperlı K3XF eğeleri ise 20'den 40 numaraya kadar değişen uç boyutunda 17 mm, 21 mm, 25 mm, 30 mm uzunluk seçenekleri ile üretilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2. 3 K3XF kanal eğeleri

K3XF ile yapılan çalışmalar genellikle kırılma, dayanıklılık ve metal yorgunluğu üzerinedir. Devamlı rotasyonda (300 rpm) K3XF eğelerin, K3'ten %94 oranında daha uzun sürede, Twisted File'dan ise %84 oranında daha uzun sürede kırıldığı, resiprokal harekette ise Twisted File ve K3XF arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmediği, ikisinin de K3'ten uzun sürede kırıldığı görülmüştür [89].

Metal yorgunluğu açısından K3XF, K3'e göre iki kat daha fazla dayanıklı bulunmuştur. K3 ve K3XF eğelerinin kırılmadaki tork ve dönme açısı benzer olmakla beraber ön yüklemeli kuvvet altında K3XF'in torsiyonel kırılganlıktan daha az etkilendiği belirtilmektedir [90].

Bir çalışmada eski nesil Ni-Ti eğelerden Profile ve K3, yeni nesil eğelerden ProFile Vortex, Vortex Blue ve K3XF ile elektron tarama mikroskobu (SEM) kullanılarak yüzey yapısı ve metal yorgunluk direnci açısından karşılaştırılmış ve K3XF eğelerdeki mekanik olukların yanlarında birçok sığ oyuk olduğu görülmüştür. Profile, K3, ProFile Vortex, Vortex Blue eğelerinin aksine K3XF eğesindeki kırıkların bu oyuklardan başlamayıp radyal alanda meydana geldiği görülmüştür [91].

R-faz ısıl işlemin torsiyonal direnci mi yoksa döngüsel yorgunluk direncini mi artırdığı araştırılmış ve R-faz ısıl işlemin döngüsel yorgunluğa karşı direnç oluşmasına faydası olmakla birlikte torsiyonal dirence bir etkisinin olmadığı gösterilmiştir [92].

K3XF Ni-Ti kanal eğelerinin farklı açılardaki resiprokasyon hareketleriyle ve tam rotasyonlu hareketle döngüsel yorgunlukları karşılaştırılmış ve resiprokasyonla kullanılan aletlerin daha uzun sürede kırıldığını hatta saat yönüne doğru olan açıyı artırdıkça kırılmaya direncin de artmakta olduğu bulunmuştur [93].

K3XF eğeleri K3 eğeler ile karşılaştırıldığında, özel ısıl işlem gördüklerinden dolayı farklı esneklik ve faz değişim davranışı gösterdikleri bulunmuştur [94].

K3XF'in dentin defektine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada resiprokasyon hareketiyle çalışan tek eğe sistemine göre daha fazla dentin hasarı oluşturduğu bulunmuştur [95].

K3XF eğeleri, Vortex Blue (VB; Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, ABD), Reciproc (VDW, Munih, Almanya) ve ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) Ni-Ti eğeleri ile apikalden taşan debris miktarı bakımından karşılaştırılmış ve VB ile ProTaper Next, K3XF eğelerine göre daha az debris taşırırken K3XF ile Reciproc eğeleri arasında debris taşırma bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır [96].

2.4 Ni-Ti Eğe Sistemlerinin Kinematikleri ve Kinematik Tarihçesi

Kök kanal sisteminin mekanik enstrümantasyonu, endodonti biliminin 19. yy'dan günümüze kadar öncelikli olarak ilgilendiği bir alandır [2]. Hülsmann ve arkadaşlarına

[2] göre ilk döner enstrüman Oltramare tarafından 1892 senesinde geliştirilen kare yatay kesitli ve dental angldurvaya takılan ince iğnelerden yapılmıştır. Sonrasında ilk defa 1899 yılında Rollins tarafından yapılan endodontik başlık kanallarda mekanik preparasyon amacıyla kullanılmaya başlamıştır. Kerr firması 1912'de pedalla ve ayak gücüyle çalışan karbon-çelikten yapılmış eğeleme sistemini (K-style rotary broaches) üretmiştir. 1925'li yıllarda üretilen ilk endodontik motor olan Endocursor (W&H, Burmoos, Austria) konvansiyonel K tipi ve Reamer paslanmaz çelik eğelerine kullanım sağlayan tam rotasyonla kombine vertikal darbe kinematiğindedir [2].

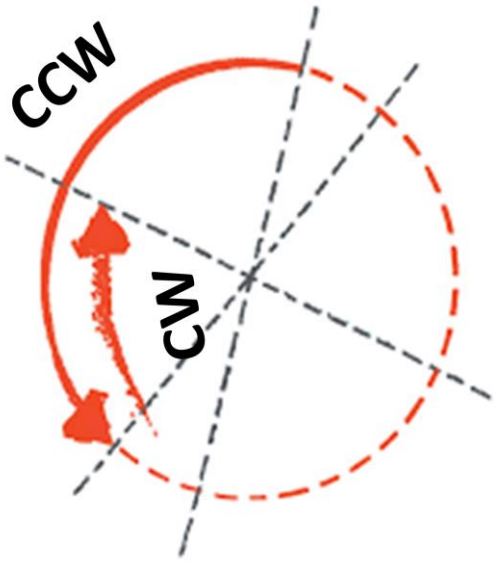
1964'de 90° resiprokasyon yapan Giromatik'i de (MicroMega, Besancon, France) içine alan farklı endodontik anglduruvalar tasarlanmıştır. Bu endodontik anglduruva için ilk eğeler tirnerf benzeri iken daha sonra Giro-reamer ve Giro-file bu motorla kullanılmıştır [97]. Intra-Endo 3 LD (KaVo, Biberach, Germany) ve Dynatrak system (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) 80° resiprokasyon hareketi dışında Giromatik'le benzer sistemlerdir. Genellikle bu motorlar daha fazla fayda sağlamak amacıyla 3000-6000 resiprokasyon/dakika hızında resiprokasyon yapacak şekilde tasarlanmıştır. Eş zamanlı olarak bu anguldurvaların sonik versiyonu olan ve benzer eğelerle kullanılan Micro Mega 1500 Sonic Air Endo System gibi endodontik anguldurvalar tanıtılmıştır [98-100].

1958 senelerinde resiprokasyon hareketine ilave olarak çeşitli derecelerde vertikal hareket yapan The Racer (Cardex, Klagenfurt, Austria), Canal Finder System [101, 102], Excalibur, Canal-Leader 2000, Endolift, Endoplaner, ve EndoPulse system gibi ürünler kullanıma sunulmuştur.

Motorla kullanılan eğeler şekillendirme yeteneği ve güvenli kullanım açısından elle kullanılan paslanmaz çelik eğelere göre daha yetersiz bulunmuş ve iatrojenik hata oluşma riski yükselmiştir [103, 104]. Giromatic, şekillendirme kapasitesi ve işlemsel hatalar yönünden diğerleriyle karşılaştırıldığında daha iyi bulunmuş [105] ve el eğeleriyle yapılan preparasyonla benzer sonuçlar ortaya çıkarmıştır [106].

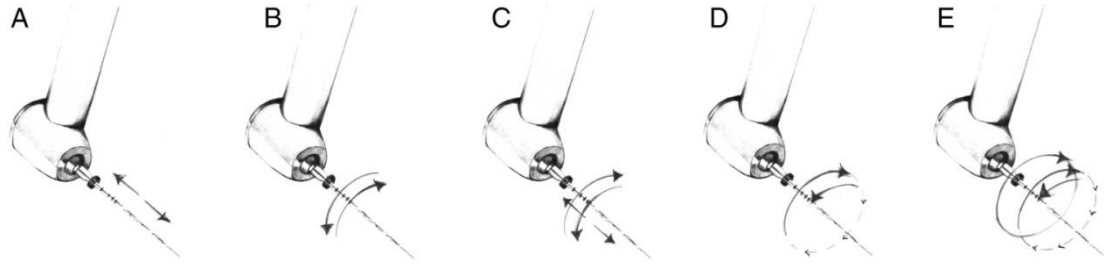
Ni-Ti alaşımının kanal eğelerinin üretiminde kullanılmasıyla taper açısı daha fazla olan tek eğe sistemi de dahil olmak üzere farklı özelliklere ve kinematiklere sahip enstrümantasyon sistemleri tasarlanmıştır. 1985 senesinde Roane tarafından tanımlanan balanced force tekniğinden sonra 2004 senesinde Yared resiprokasyon hareket yapan Ni-Ti tek eğe sistemi üzerine çalışmalar yaparak resiprokasyon hareketiyle preparasyon

yapan bir sistem geliştirmiştir [107]. Çeşitli firmaların farklı derecelerde resiprokasyon yapan sistemleri mevcuttur. WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) 170° saat yönü tersi, 50° ise saat yönündeki açılarla hareket etmektedir. Reciproc (VDW, Munih, Almanya) 150° saat yönü tersi, 30° saat yönünde hareket etmektedir (Şekil 2.4) [108].



Şekil 2. 4 Reciproc kök kanal eğesi dönüş yönü

Daha sonra, hibrit bir yöntem olan Adaptif hareket kullanıma sunulmuştur. Element motor (SybronEndo) ile gerçekleştirilen bu harekette, kanal aletine gelen stres az olduğunda veya stres olmadığında eğe 600° saat yönünde ve 0° saat yönünün tersine hareket ederken stres arttığında 370° kesme yönü olan saat yönünde, 50° saat yönü tersine olacak şekilde hareket kinematiğini değiştirmektedir [109]. Bu hareket resiprokal hareketin avantajlarını maksimalize ederken, dezavantajlarını minimalize etmektir. Oluk şekli ve radyal alanın dizaynı, eğe saat yönünde rotasyonla dönerken kesme etkinliği ve debris uzaklaştırması açısından maksimum etki göstermektedir. Adaptif harekette kanal eğesinin üzerindeki stres sonucu resiprokal harekete geçmesi ile kanal içerisinde eğenin kırılma riski azalırken, eğenin kesme etkinliğinin etkilenmemesi düşünülmüştür [110].



Şekil 2. 5 Farklı resiprokasyon hareketleri:

(A) vertikal salınımla beraber tam resiprokasyon (Racer ve Self-Adjusting File), (B) horizontal rotasyonel salınımla beraber tam resiprokasyon hareketi (Giromatic, Intra-Endo 3 LD, Dynatrak system, M4 Safety Handpiece, Endo-Gripper, NSK TEP-E10 R, Endo-Eze AET system, Tilos system ve Endo-Express SafeSider), (C) kombine salınımla tam resiprokasyon (Canal Finder System, Excalibur, Canal-Leader 2000, Endolift, Endoplaner, ve EndoPulse system), (D) rotasyonal etkiyle parsiyel resiprokasyon (ATR Teknica, WaveOne, WaveOne Gold, ve Reciproc), ve (E) hibrit resiprokasyon (Twisted File Adaptive/Elements motor) [109].

2.5 Apikalden Sıvı ve Debris Taşması

Kanal preparasyonu sırasında dentin talaşları, nekrotik dokular, mikroorganizmalar, pulpa dokuları ve yıkama solüsyonları apikal foramenden taşabilir [111]. Apikal taşma, şekillendirme ve temizleme işleminin enflamasyon, postoperatif ağrı veya periapikal iyileşmede gecikmeye neden olan, istenmeyen bir yan etkisidir [3, 14, 112]. Başarısız olmuş kök kanal tedavisi veya apikal rezeksiyon olgularına ait periapikal granülomların histolojik kesitlerinde %33 oranında yabancı cisim olduğu gösterilmiştir [6]. Mevcut tüm şekillendirme yöntemleri ve enstrümanları birbirinden farklı miktarlarda kök apikalinden taşmaya neden olmaktadır [9, 12, 13, 113, 114]. Kanal tedavisi sırasında patojenik bakterilerin ve enfekte debrisin çok azı bile periapikal dokulara taştığı zaman periradiküler inflamasyona yol açabilmektedir [115]. Bakterilerin virulansına müdahele edilemese de doğru şekillendirme yöntemi ile periapikal dokuya taşan debris miktarı azaltılabilmektedir [116].

Bakterilerin varlığı ve virulansı flare-up oluşumunda en önemli etken olsa da, enfekte olmamış dentin talaşı ve pulpa artıkları da periapikal bölgede enflamatuar bir durum başlatabilmektedir. Enfekte olmamış dentin talaşının periapikal alana taşırılması sonucunda periodontal ligamentlerde basınç oluştuğu belirlenmiştir [117]. Flare-up oluşurken, enfeksiyon ile savaşı başlatan enflamasyonun kimyasal mediatörleri tetiklemesiyle, hasta için istenmeyen ağrı ve şişlik gibi etkileri beraberinde

getirmektedir [118]. Asemptomatik lezyonlarda hastanın vücut ve kök kanalındaki enfeksiyon arasında bir denge oluştuğu fakat bu dengenin periapikal bölgeye taşan yıkama solüsyonları ile bozulması sonucunda vücudun akut reaksiyon olarak flare-up geliştirdiği belirtilmiştir [116]. Ayrıca kök kanal tedavisinde flare-up görülme sıklığı %1,4 ile %16 arasında değişmektedir [14, 119].

Kanal aletinin kanal duvarlarına tamamen temas etmesinin imkansızlığı [20, 21] gibi problemlerden dolayı mikroorganizmalarla başa çıkmanın en önemli aşaması kanalları kimyasal solüsyonlarla yıkamaktır [26, 27]. Organik doku çözücülüğü ve geniş spektrumlu antimikrobiyal özelliklerinden dolayı en yaygın olarak kullanılan irrigasyon solüsyonu sodyum hipoklorit (NaOCl)'tir [25]. Fakat apikalden az bir miktarının taşması ağrı, yanma ve periapikal doku hasarına neden olabilmektedir [120]. NaOCl'nin apikalden taşması ile apikal açıklığı kontrol etmek için kullanılan eğe arasındaki ilişki incelenmiş ve apikal açıklık bozulmamış olarak bırakılsa bile irrigasyon solüsyonunun perirapikale ulaştığı ortaya konmuştur. İrrigasyon iğnesinin kök ucunda sıkıştığı yerden 1 mm geri çekilerek yapılan irrigasyonda apikalden taşan sıvının, iğnenin sadece koronal girişteki rezervuar alanında tutularak yapılan irrigasyon işlemlerinden daha fazla olduğu bulunmuştur [121].

Solüsyonların iğne ile kanala gönderilmesi (geleneksel yıkama metodu) sırasında apikal genişletmenin 25 numaralı alete kadar yapıldığı dişlerde irrigasyon solüsyonunun yeterli derinliğe ulaşamayacağı bildirilmiştir [37]. Bu sebeple iğnenin kanalda sıkışmayacak şekilde kök kanalının en derin bölgesine kadar ilerletilmesi etkin bir temizlik ve dezenfeksiyon için tavsiye edilmektedir. Fakat bu yöntemin en büyük dezavantajı apikalden taşan debris ve sıvı miktarının artmasıdır. Apikalden taşan debris miktarı ile kanal içi yıkama yapılan veya yapılmayan durumlar arasındaki ilişki araştırılmış ve kanal içi yıkamanın debrisin apikalden dışarı itilmesini kolaylaştıran bir işlem olduğu belirtilmiştir. Ayrıca apikalden taşan debris miktarının kanal boyu ile doğrudan bağlantılı olduğu ifade edilerek kanal boyu ile orantılı olarak taşan madde miktarının artığı bildirilmiştir [113, 122]. İğnenin apikalde sıkıştığı durumlarda solüsyonun enjeksiyonu apikalden taşmalara neden olabilmektedir [7]. Kullanılan iğne türü de debris taşması üzerinde etkilidir. Ni-Ti döner sistemlerinin perfore (side-vented) iğne ile kombine olarak kullanımının, geleneksel iğne ile kullanıma oranla daha az miktarda debris taşmasına yol açtığı bildirilmiştir [123]. Son yapılan çalışmalarda

irrigasyon solüsyonu sabit hız ve basınçta kanal içerisine gönderilmektedir [16, 124]. Çalışmamızda da Vatea irrigasyon aparatı irrigasyon akışını standardize edebilmek için kullanılmıştır.

Vital ve sağlıklı dişlerdeki periapikal dokuların, apikalden irrigasyon solüsyonunun taşmasını engellediği ve nekrotik olgularda irrigasyon solüsyonunun periapikal lezyon içinde yayıldığı gösterilmiştir. İn vitro şartlarda periapikal dokulara irrigasyon solüsyonu ve debris taşması periapikal doku bariyerinin yokluğundan dolayı tam olarak taklit edilememektedir [125]. Bu sorunu aşabilmek amacıyla bazı araştırmacılar perapikal doku basıncı oluşturabilmek için süngerler kullanmışlardır [123, 126]. Fakat kullanılan bu süngerler apikalden taşan debris ve irriganları absorbe ettiği için eleştirilmiştir [123]. Ayrıca tüm çalışmalar apikalden taşan madde miktarının nicel değerinin ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Fakat az miktarda taşan virülansı, antijenik özelliği fazla madde, şiddetli periapikal doku yanıtına sebep olabilmektedir [127]. Bu yüzden yapılan çalışmalar klinik ortamı tam olarak yansıtamamaktadır.

Apikalden taşan madde miktarının değerlendirildiği çalışmalar in vitro ve in vivo olarak yapılabilmektedir. İn vitro çalışmalar genellikle dişin kök kısmının bir şişe içerisine yerleştirilerek taşan debrisin ağırlıkça ve solüsyonun ise hacimce haznede biriken miktarlarının ölçülmesiyle olmaktadır [12, 113]. Daha önceden hassas terazide ağırlığı ölçülen cam bir şişe veya plastik tüpün ağız kısmına, kauçuk bir stoperin içerisine yerleştirilen diş kökü kök ucundan dışarı itilen debris ve yıkama solüsyonlarının biriktirilebilmesi için takılmaktadır. Daha sonra stoper içinden genellikle bir dental enjektör geçirilerek iç ve dış basınçların eşitlenmesi amaçlanmaktadır. Cam veya plastik tüp yerine dişin altında tellerle tutturulan alüminyum bir kuron kullanan araştırmacılar da mevcuttur [128]. Diş kapak ünitesi ise elle temas olmaması ve tüp veya cam şişenin ağırlığının artmaması için daha büyük bir şişenin ağız kısmına monte edilmektedir. Yapılan preparasyondan sonra diş kapak ünitesi uzaklaştırılarak tüp içerisindeki sıvının buharlaşması sağlandıktan sonra, plastik tüp veya şişe tekrar ölçülmekte, son ağırlık değerinden ilk ölçülen ağırlık değeri çıkartılarak aradaki fark taşan debris miktarı olarak kayıt edilmektedir [12, 113].

Radyolojik metotlar, in vivo çalışmalar, eş zamanlı ölçüm yapmaya olanak sağlayan iletken uçların kullanımı gibi pek çok farklı yöntemle de apikalden taşan debris ve irrigasyon solüsyonu belirlenebilir [129, 130]. Madde taşmasını in vivo

olarak değerlendiren çalışmalar, kliniğe gelen hastalara yapılan kanal tedavileri sonrasında ağrılarını değerlendirmeleri için formlar verilerek [131] veya kullanılan irrigasyon solüsyonuna katılan radyoopak maddelerin tedavi sonrası hastadan alınan radyografide görülebilmesi esasına dayanılarak yapılmaktadır [130]. Apikal taşma çalışmalarında genellikle düzenekler alt çeneyi taklit edecek şekilde hazırlanmaktadır [12, 113]. Üst çene ve alt çeneyi taklit eden deney düzeneklerinde yer çekiminden dolayı alt çenede daha fazla debris taşmaktadır [132].

Myers ve Montgomery [113] kanal boyunda Canal Master tekniği, apikal foramenden 1 mm kısa olacak şekilde step-back tekniğini ve kanal boyunda step-back tekniğini karşılaştırarak şekillendirme esnasında apikalden taşan madde miktarını karşılaştırmışlardır. En çok madde taşması kanal boyunda çalışılan step-back tekniğinde olurken en az taşma ise kanal boyundan 1 mm kısa prepare edilen grupta meydana gelmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, kanal boyundan 1mm kısa çalışılan grupta apikalde tıkaç oluşmasına dayandırılmış ve tıkaç oluşumunun madde taşmasını engelleyebileceği belirtilmiştir.

El aletleri ve Ni-Ti döner aletlerinin kullanımıyla apikalden taşan debris miktarının karşılaştırıldığı birçok çalışmada el aletleriyle yapılan preparasyonda apikal debris taşmasının daha fazla olduğu bulunmuştur. İtme-çekme hareketiyle şekillendirmenin, rotasyonel hareketle yapılan şekillendirme tekniklerine göre daha fazla madde taşmasına neden olduğu belirtilmiştir [12, 133, 134]. Döner eğeler debrisi oluklarında biriktirerek, koronale doğru taşıdıkları için apikalden daha az taşmaya neden olmaktadır [135]. Bıçak dizaynının debris taşması üzerine etkisi de incelenmiş; kesici kenarları arasındaki mesafenin kısa, orta ve uzun olan eğelerin karşılaştırıldığı çalışmada, kısa adımlara sahip aletlerin diğerlerine oranla daha az debris taşmasına neden olduğu sonucuna varılmıştır. Eğenin çok sayıda yiv ve oluk bulundurmasının daha fazla debris tutulmasını sağlayarak apikalden taşan debris miktarının azalmasına neden olduğu belirtilmiştir [136].

Daha sonraki çalışmalar ise aletlerin hareket prensiplerinin debris taşırmasına etkisi üzerine yoğunlaşmış olup, resiprokasyon yapan eğelerin rotasyonla çalışan eğelere göre daha fazla debris oluşturduğunu ve apikalden daha fazla debris taşırdığını bildirmektedir [10, 137]. Fakat literatürde bu sonuçların aksini bildiren çalışmalar da mevcuttur [11, 138].

Benzer şekilde apikal açıklığın debris taşması üzerine etkisi için de farklı sonuçlar mevcuttur. Apikal açıklığın boyutunun önemli olduğunu ve bu boyut arttıkça apikale taşan debris miktarının da artığını bulan çalışmalar mevcutken [13], dışarı itilen debris ve apikal çap arasında herhangi bir bağlantı belirleyemeyen [139] ve apikal çap artıkça taşan madde miktarının azaldığını bildiren çalışmalar da mevcuttur [129, 140].

3. GEREÇ-YÖNTEM

Çalışmamıza, Cumhuriyet Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'nın 16.12.2014 tarih ve 2014–12/01 sayılı etik kurul onayı ile başlanmıştır. Çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı kliniğinde gerçekleştirilmiştir.

3.1 Dişlerin Toplanması

Çalışmamıza ortodontik veya periodontolojik sebeplerle çekilmiş toplam 80 tane, apikal gelişimini tamamlamış ve Schneider metoduna [141] göre düz köklü olan alt premolar insan dişi kullanılmıştır. α=0,05 β=0,20 (1-β)=0,80 alınarak testin gücü p=0,80290 olarak belirlenmiştir. Dişlerin bukkal ve aproksimal yüzeylerinden dijital radyografi alınarak tek kanallı, tek apikal foramenli ve herhangi bir anatomik farklılığa sahip olmayan dişler çalışmaya dahil edilmiştir. Daha önce kanal tedavisi görmüş, mine sement sınırının altına kadar çürük bulunduran, kök yüzeyinde kırık ve çatlak veya rezorbsiyon bulunduran, kanalında kalsifikasyon bulunduran dişler çalışma dışı bırakılmıştır. Apikal açıklık 10 numaralı K-tipi eğe (Mani Inc., Tochigi, Japonya) ile kontrol edilmiş ve 15 numaralı K-tipi eğenin çalışma boyuna ulaşabildiği ve major foremenden çıkmadığı dişler çalışmaya dahil edilerek, birbirine yakın genişlikte apikal daralıma sahip örnekler seçilmiştir.

Diş köklerinin üzerindeki yumuşak doku artıkları ve diş taşları periodontal küret ile temizlenerek çalışma zamanına kadar %0,9'luk salin solüsyonunda (NaCI) oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

3.2 Kök Kanal Çalışma Boyunun Belirlenmesi

Dişlerin kronları elmas fissür frez ile su soğutması altında mine sement sınırından kesilerek uzaklaştırılmıştır. Kanal boylarını 17 mm'ye standardize edebilmek için kökler koronal kısmından aşındırılmıştır. Dental mikroskop (Olympos 4477, Tokyo, Japonya) altında; kök kanalına yerleştirilen 10 numaralı K-tipi kanal eğesinin ucu apikal açıklıkta görülene kadar alet kanalda ilerletilip, kanal boyunun 17 mm olduğu lastik

rondela yardımıyla teyit edildikten sonra çalışma boyu 1 mm geri çekilerek 16 mm'de sabitlenmiştir.

3.3 Deney Düzeneğinin Hazırlanması

Çalışmamızda Myers & Montgomery'nin [113] tanımladığı, Tınaz ve arkadaşlarının [13] modifiye ettiği deney düzeneği kullanılmıştır. Eppendorf tüplerinin kapakları kesilip ayrıldıktan sonra her bir tüp numaralandırılmıştır. Numaralandırma yaparken her bir tüpe grup numarası ve örneğin kaçıncı denek olduğu yazılmıştır. Tüplerin başlangıç ağırlıkları 10^{-4} g hassasiyetindeki hassas terazide (Precisa, Dietikon, İsviçre) üçer kez ölçülüp ortalaması alınarak her bir tüpün ağırlık ortalaması kayıt edilmiştir (Şekil 3.1). Kökler, Eppendorf tüplerinin kapaklarının ortasına rubber dam örtüsü delme aletiyle kökün koronal çapına uygun delikler açılarak apikal kısım kapak kapatıldığında tüp içinde kalacak şekilde hafif bir baskıyla yerleştirilip siyanoakrilatla kapağa yapıştırılmak suretiyle stabil hale getirilmiştir. 27 gauge'luk bir enjektör iğnesi (Beybi dental enjektör, İstanbul, Türkiye) parabol şeklinde kıvrılarak iç ve dış basıncın dengelenmesi amacıyla köke paralel bir şekilde yerleştirilmiştir. Bu kanül aynı zamanda taşan irrigasyon sıvısının ölçümü için drenaj yolu olarak kullanılmıştır. Eppendorf tüpü ağzına kadar iki kere distile edilmiş distile su ile doldurularak, hava kabarcığı kalmamasına özen gösterilmiştir. Diş-kanül-kapak ünitesi Eppendorf tüpüne yerleştirilerek tüp içerisindeki fazla sıvının kanül yoluyla dışarı atılması sağlanmıştır. Daha sonra başlangıç ağırlığı ölçülmüş Eppendorf tüpü işlemler sırasında üniteyi tutmak ve böylece Eppendof tüpüne muhtemel teması engelleyerek ağırlığını artıracak herhangi bir artık bulaşmaması için 15 cc hacmindeki şişeye monte edilmiştir (Şekil 3.2).

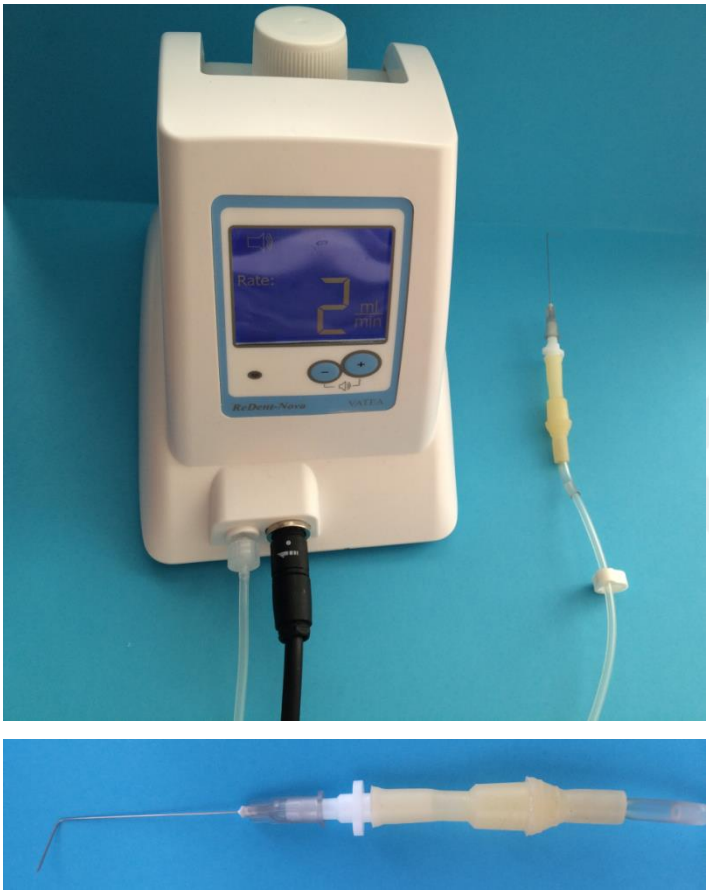
Şekil 3. 1 Hassas terazi

İşlemler sırasında taşan debris ve irrigasyon solüsyonunun hekim tarafından görülmemesi için 15 cc'lik şişe ve kanülün plastik kısmı alüminyum folyo sarılmıştır (Şekil 3.2).

Şekil 3. 2 Deney düzeneği

İrrigasyon solüsyonu olarak iki kere distile edilmiş su kullanılmıştır. İrrigasyon solüsyonunun basıncını, miktarını ve akış hızını standardize edebilmek için Vatea irrigasyon aparatı (ReDent, Nova, İsrail) kullanılmıştır (Şekil 3.3). Vatea irrigasyon

aparatında 2 ml/dk seçeneği ayarlanarak irrigasyon solüsyonunun kalibreli bir dental enjektör yardımıyla dakikada 2 ml akıp akmadığı kontrol edilmiştir. İlk 5 saniye hızlı bir sıvı akışını takiben sabit akış sistematiği olan Vatea irrigasyon aparatının, ilk 5 saniye dahil edildiğinde 2ml/dk'den fazla solüsyon akıttığı görülmüştür. Bu nedenle irrigasyona ilk 5 saniyelik hızlı akışın sonrasında başlanmıştır.



Şekil 3. 3 Vatea irrigasyon aparatı

3.4 Deney Grupları

Örnekler rastgele 4 gruba ayrılmıştır (n=80):

Grup 1: K3XF eğelerinin tam rotasyon hareketiyle kullanıldığı grup (n=20)

Grup 2: K3XF eğelerinin resiprokal hareketle kullanıldığı grup (n=20)

Grup 3: K3XF eğelerinin adaptif hareketle kullanıldığı grup (n=20)

Grup 4: K-tipi el eğesinin kullanıldığı kontrol grubu (n=20)

3.5 Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

3.5.1 Grup 1 (Tam Rotasyon Hareketi)

Bu grupta kanallar K3XF eğeleri tam rotasyonla kullanılarak crown-down tekniğiyle genişletilmiştir. Şekillendirmede Elements™ Adaptive Motor (SybronEndo) kullanılmıştır (Şekil 3.4). Cihazın menüsündeki ‘’K3XF/K3’’ modu seçilerek eğeler 350 rpm hız ve 300 gcm tork ile kullanılmıştır (Şekil 3.5).

Preparasyona .08/25 no’lu eğe çalışma boyunun koronal 1/3’lük kısmında, .06/25 no’lu eğe çalışma boyunun 2/3’lük kısmında kullanılarak başlanmıştır. Sonrasında ise sırasıyla, .04/25, .04/30, .04/35, .04/40 ile çalışma boyunda şekillendirme yapılmıştır. Apikal daralımdaki tıkanmayı önlemek için eğeler arasında apikal patency uygulanmıştır.

Preparasyon sırasında Vatea irrigasyon aparatı kullanılarak 2 ml/dk akış hızında, her alet arasında 2 ml olmak üzere toplamda 12 ml distile su ile irrigasyon yapılmıştır. İrrigasyon iğnesi kanalda sıkışana kadar ilerletildikten sonra 1 mm geri çekilerek kullanılmıştır.

Şekil 3. 4 Elements motor

Şekil 3. 5 Rotasyon hareketinin kullanım ayarları

3.5.2 Grup 2 (Resiprokasyon Hareketi)

Bu grupta kanallar K3XF eğeleri resiprokasyon hareketiyle kullanılarak crown-down tekniğiyle genişletilmiştir. Şekillendirmede Satelec Endo Dual (Acteon, Paris, Fransa) motor kullanılmıştır (Şekil 3.6). Eğeler 350 rpm hız ve saat yönünde 150°, saat yönünün tersinde 30° resiprokasyon açısıyla kullanılmıştır. Preparasyon ve irrigasyon aşamaları Grup 1'deki gibi yapılmıştır. Bu grupta preparasyon sırasında eğeler gagalama (pecking) hareketiyle kullanılmıştır. Her üç pecking hareketinden sonra eğe üzerindeki debris artıkları temizlenmiştir.

Şekil 3. 6 Satalec Endo Dual motor ve kullanım ayarları

3.5.3 Grup 3 (Adaptif Hareket)

Bu grupta kanallar, K3XF eğeleri adaptif hareketle kullanılarak crown-down tekniğiyle genişletilmiştir. Şekillendirmede Elements™ Adaptive Motor kullanılmıştır (Şekil 3.4). Cihazın menüsündeki ‘’TF Adaptif’’ modu seçilmiştir (Şekil 3.7). Bu modun tork ve hız ayarı seçeneği bulunmamaktadır. Preparasyon ve irrigasyon aşamaları Grup 1’deki gibi yapılmıştır. Bu grupta preparasyon sırasında eğeler ileri-geri hareketle ve apikal olarak kuvvet uygulamadan kullanılmıştır.

Şekil 3. 7 Adaptif hareketin kullanım ayarları

3.5.4 Grup 4 (El Eğeleriyle Preparasyon)

El eğeleriyle yapılan preparasyonda step-back tekniği kullanılmıştır. K-tipi el eğeleri ile ilk sıkışan 15 numaralı eğeden sonra 20, 25, 30, 35, 40 numaralı eğeler ile sırasıyla çalışma boyunda şekillendirme yapılmıştır. Sonrasında 45 numaralı eğe çalışma boyundan 1 mm geride, 50 numaralı eğe çalışma boyundan 2 mm geride, 55 numaralı eğe 3mm geride olacak şekilde çalışılarak preparasyon yapılmıştır. Basamak oluşmaması için MAF ile rekapütülasyon yapılmıştır. Her itme-çekmeden sonra eğe kanaldan çıkarılarak üzerilerindeki artıklar temizlenmiştir. Bütün aletler kanal içerisinde rahat hareket edinceye kadar kullanılıp yeterli genişletme sağlandıktan sonra bir boy büyük eğeye geçilmiştir. Apikal daralımdaki tıkanmayı önlemek için eğeler arasında apikal patency uygulanmıştır.

Bu grupta 1., 2. ve 3. gruptan farklı olarak 9 adet eğe kullanıldığından eğeler arasında 2 ml/dk akış hızında, 40 saniye süreyle ve toplamda 12 ml distile su ile irrigasyon yapılmıştır. İrrigasyon iğnesi kanalda sıkışana kadar ilerletildikten sonra 1 mm geri çekilerek kullanılmıştır.

3.6 Taşan İrrigasyon Sıvısının Toplanması

Preparasyon sırasında taşan irrigasyon solüsyonu, kanülün ağzına yerleştirilen 0,01 kalibreli 1 cc’lik plastik tiberkülin/insülin enjektörü (Beybi dental enjektör, İstanbul,

Türkiye) yardımıyla toplanarak enjektör üzerindeki kalibrasyondan faydalanılıp taşan sıvı hacmi "ml" cinsinden her bir örnek için kaydedilmiştir. ''0'' ölü boşluklu insülin iğnesi kullanılarak az miktarda taşan sıvılar da değerlendirilebilmiştir. Her bir diş için ayrı insülin iğnesi kullanılmıştır (Şekil 3.8)

Şekil 3. 8 İnsulin enjektörü

3.7 Taşan Debris Miktarının Belirlenmesi

Tüm gruplarda preparasyon yapıldıktan sonra diş-kanül-kapak ünitesi Eppendorf tüpünden uzaklaştırılmıştır. Tüpler 15 gün süreyle 37ºC'de kuru etüvde bekletilmiştir. Sıvı buharlaştıktan sonra, taşan debris miktarını belirlemek amacıyla, tüpler 10^{-4} hassasiyetindeki ilk ölçümlerin yapıldığı dijital tartıda üçer defa tartılarak ortalama değerler kaydedilmiştir. Eppendorf tüpünün ilk ağırlığı ile preparasyon sonrasındaki ölçülen ağırlığı arasındaki fark taşan debris miktarı olarak kaydedilmiştir.

3.8 İstatiksel Yöntem

Çalışmamızda elde edilen veriler SPSS v22.0 (SPSS Inc, New York, ABD) programına yüklenerek verilerin değerlendirilmesinde parametrik test varsayımları yerine getirilemediğinden (Kolmogorov-Simirnov) Kruskal-Wallis testi, Mann-Whitney U testi ve korelasyon analizi kullanılmış ve yanılma düzeyi 0,05 olarak alınmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmamızda elde edilen veriler değerlendirilerek taşan sıvı ve debris miktarı incelenmiş ve aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

4.1 Apikalden Taşan Debris Miktarına İlişkin Bulgular

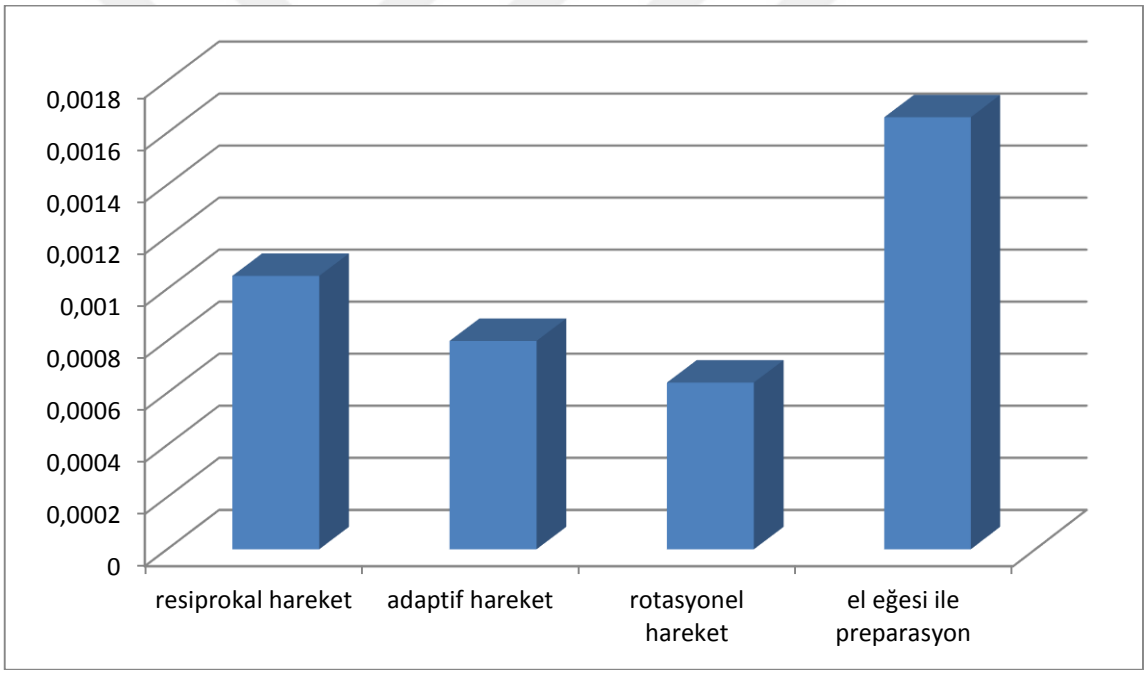
Gruplara ait ortalama taşan debris miktarları Tablo 4.1 ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde gruplar arası farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplara ilişkin ölçümler ikişerli karşılaştırıldığında elle yapılan preparasyon ile Resiprokal, Rotasyonal ve Adaptif hareket arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Resiprokal, adaptif ve rotasyonel hareketler arasındaki farklılık ise önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Farklı hareket gruplarına ait ortalama debris taşması değerleri incelendiğinde en küçük ortalamaya sahip grup rotasyonel hareket iken, en büyük ortalamaya sahip grup ise resiprokal harekettir.

Şekil 4. 1 Eppendorf tüpünde toplanan debris

Tablo 4. 1 Gruplara ilişkin debris ölçümlerinin karşılaştırılması

GRUPLAR	DEBRİS	
	X ± SD	Min-Max
Resiprokal Hareket	0,00105 ± 0,00036 [b]	0,0004 –0, 0017
Adaptif Hareket	0,00080 ± 0,00060 [b]	0,0001 – 0,0022
Rotasyonel Hareket	0,00064 ± 0,00044 [b]	0,0001 – 0,0020
El eğesi ile Preparasyon	0,00166 ± 0,00114 [a]	0,0006 – 0,0048
Sonuç	KW=25,44 p=0,001	

p<0,05 önemli
Farklı üst simgeler gruplar arasındaki istatistiksel farkı gösterir.



Şekil 4. 2 Apikalden taşan debris miktarlarına ait ortalama değerler

4.2 Apikalden Taşan Sıvı Miktarına İlişkin Bulgular

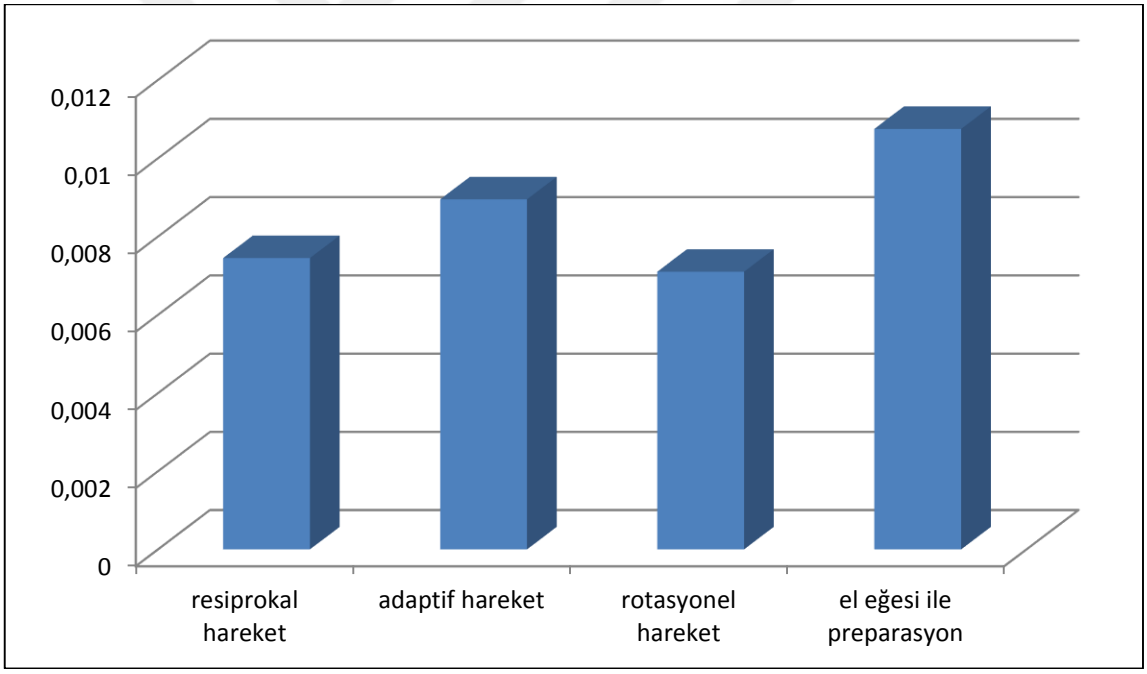
Gruplara ait ortalama apikalden taşan sıvı miktarları Tablo 4.2 ve Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde gruplar arası farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0,05). Ortalama sıvı taşması değerleri incelendiğinde en fazla sıvı taşması el eğesi ile preparasyon yapılan grupta gözlenmiştir. Farklı hareket gruplarına ait ortalama sıvı taşması değerleri incelendiğinde ise en küçük ortalamaya

sahip grup rotasyonel hareket iken, en büyük ortalamaya sahip grup ise adaptif harekettir.

Tablo 4. 2 Gruplara ilişkin sıvı taşması ölçümlerinin karşılaştırılması

Gruplar	Sıvı Taşması
	X ± SD
Resiprokal Hareket	0,00745 ± 0,01254
Adaptif Hareket	0,00895 ± 0,01141
Rotasyonel Hareket	0,00710 ± 0,00911
El eğesi ile Preparasyon	0,01075 ± 0,00941
Sonuç	KW=4,15 p=0,246

p>0,05



Şekil 4. 3 Apikalden taşan sıvı miktarlarına ait ortalama değerler

4.3 Taşan Debris ve Sıvı Miktarı Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

Resiprokal hareket ile preparasyon yapılan grupta apikalden taşan debris ve sıvı miktarı arasında pozitif yönlü bir korelasyon bulunmuştur ($r=0,51$; $p<0,05$). Bu korelasyon katsayısı istatistiksel olarak önemlidir. Buna göre apikalden taşan sıvı miktarı arttığında taşan debris miktarı da artmaktadır.

Apikalden taşan sıvı ve debris miktarı arasında; adaptif hareket grubunda (r=0,37) ve el aleti ile preparasyon grubunda (r=0,012) pozitif yönlü pozitif yönlü, rotasyonel hareket grubunda ise negatif yönlü (r=0,23) ilişki katsayıları bulunmuştur. Fakat bu korelasyon katsayıları önemsizdir (p>0,05).

5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinin başlıca amacı, kök kanalının pulpa artıkları, bakteriler, nekrotik doku ve dentin talaşlarını uzaklaştırarak şekillendirilmesidir [142]. Şekillendirme ve irrigasyon işlemleri kanal içerisindeki dentin partiküllerinin, nekrotik pulpa dokusunun veya mikroorganizmaların periapikal bölgeye taşmasına neden olarak enflamatuar bir reaksiyonun ortaya çıkmasına yol açabilmektedir [4].

Torabinejad ve arkadaşları [143], kök kanalının şekillendirilmesi ve temizlenmesi aşamasında periapikal dokuların fiziksel ve kimyasal yaralanmasının mast hücrelerinin degranülasyonuna neden olabileceğini ifade etmişlerdir. Mast hücreleri ise, vazoaktif aminleri aktive ederek periapikal dokularda enflamasyonu başlatabilmekte veya var olan enflamasyonu şiddetlendirebilmektedir. Bu nedenle özellikle mikroorganizmalarla kontamine olmuş kanallarda kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi sırasında dentin veya nekrotik pulpa artıklarının periapikal dokulara taşması sonucu enflamatuar cevap oluşabilmektedir [115].

Apikalden taşan madde miktarını inceleyen çalışmalarda, kullanılan diş türü [114], kök kanalının genişliği [128], kök kanalının uzunluğu, kurvatürü, apikal foramenin minör ve majör çaplarının büyüklüğü [144] gibi anatomik faktörlerin yanı sıra kök kanal aletlerinin kullanım şekli [9, 10], dizaynı [145], preparasyonun apikal sınırının apikal foramene uzaklığı [146, 147], kullanılan irrigasyon solüsyonu [121] ve yöntemi [148, 149] gibi birçok faktörün etkisi değerlendirilmiştir

Çalışmamızda ise, rotasyonel, resiprokal ve adaptif hareketle kullanılan K3XF eğelerin apikalden taşan sıvı ve debris miktarına etkilerinin in-vitro olarak karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmamızda tüm deney aşamaları tek bir hekim tarafından yapıldığı için kişiler arası beceri ve el hassasiyeti bakımından farklılıklar standardize edilmeye çalışılmıştır.

Kök kanal sisteminin preparasyonu sırasında apikalden taşan debris miktarının incelendiği çalışmalar, genellikle çekilmiş insan dişlerinde [150-152] yapılmaktadır. Bununla birlikte akrilik bloklarla da yapılan çalışmalar da bulunmaktadır [153]. Akrilik blokların kullanılmasının sebebi, çekilmiş insan dişlerinde kanalın genişliğinin, şeklinin, eğiminin, dentinin sertlik ve yoğunluğunun standardize edilebilme güçlüğüdür [48]. Fakat kanal eğelerinin preparasyon işlemi sırasında oluşturacağı ısının rezin

materyalinin yumuşamasına neden olarak çalışmanın sonucuna etki göstereceği de vurgulanmaktadır. Çünkü birçok döner kanal eğesi keskin kesici kenarları bulunmadığından dolayı kazıma hareketi ile dentini uzaklaştırmaktadır. Bu sırada oluşan ısı rezinin yumuşamasına neden olarak deney sisteminin güvenilirliğini etkileyebilmektedir. Rezin bloklar, dentin gibi kesilemeyerek oluşan ısı ile yumuşamaktadırlar [154]. Ayrıca şeffaf rezin bloklar, doğal dişlerin dentin sertliğini (akrilik blokların mikro sertliği 22 kg/mm², pulpa çevresindeki kök dentininin sertliği 35 kg/mm²) ve yüzey yapısını yansıtmamaktadır [155]. Tüm bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda, çalışmamızda çekilmiş insan dişleri kullanılmıştır.

Çalışmamızda standardizasyon açısından sadece alt küçük azı dişleri kullanılmıştır. Fakat Mckendry'nin balanced-force, step-back tekniği ve endosonik ile yapılan preparasyonlar sonucu apikalden taşan debrisin değerlendirildiği çalışmasında diş tiplerine göre taşan debris miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı bulunmuştur [114].

Kök kanal sisteminin biyomekanik preparasyonu aşamasında, çalışma boyunun belirlenmesi önemlidir. Apikal foramenden 1-2 mm kısa yapılan temizleme ve şekillendirme işlemleri yetersiz dezenfeksiyona, forameni aşan preparasyonlar ise kanal içerisindeki enfekte materyalin ve debrisin periapikal dokulara taşmasıyla tedavi sonrası ağrı ve şişliğe sebep olabilmektedir [156]. Ayrıca kanal dolgusunun apikalde sonlandığı yer, nekrotik pulpalı ve periapikal lezyonlu dişlerde yapılan kanal tedavisinin sonuçlarını etkilediği için klinik olarak da önemlidir [157]. Martin ve Cunningham, apikali aşan enstürmantasyon ile apikalden 1 mm kısa olarak yapılan enstürmantasyonu karşılaştırdıklarında apikali aşan enstrümantasyonda daha fazla debrisin periapikal dokulara itildiğini belirtmişlerdir [158]. Başka bir çalışmada ise bu bulgulara paralel olarak apikal açıklıktan 1 mm kısa olacak şekilde yapılan şekillendirme ile foramen apikaleye kadar yapılan şekillendirme karşılaştırılmış ve apikalden 1 mm kısa olarak yapılan şekillendirmede anlamlı derecede daha az miktarda debris taştığı sonucuna varılmıştır. Aynı çalışmada, preparasyon tekniklerinden bağımsız olarak çalışma boyu apikal foramene kadar olan grupta apikalden taşan irrigasyon solüsyonunun miktarının da fazla olduğunun bildirilmesi, çalışma boyunun apikal foramene uzaklığına ayrı bir önem katmaktadır [113]. Bu durum apikal foramenin gerisinde sonlandırılan preparasyonlarda daha fazla apikal tıkaç oluştuğuyla açıklanabilir [147]. Tüm bu

bilgiler göz önünde bulundurulduğunda çalışmamızda apikal foramenin 1 mm gerisinde olacak şekilde çalışma boyu belirlenmiştir ve apikal daralımdaki tıkanmayı önlemek için eğeler arasında apikal patency uygulanmıştır.

Faiburn ve arkadaşları [128] kanal boyu arttıkça apikalden taşan debrisin de arttığını fakat bunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ortaya koymuşlardır. Fakat yapılan birçok çalışmada kök boyları her örnek için sabit bir kök uzunluğu elde edilene kadar kısaltılmıştır [159, 160]. Bizim çalışmamızda da kanal boylarının uzunluğu standart bir karşılaştırma olabilmesi için 17 mm olarak belirlenmiştir.

Elmsallati ve arkadaşları [136] çalışmalarında dar kanallarda yapılan preparasyonun sıvı ve debris taşmasını artırabileceğini belirtmişlerdir. Yapılan birçok çalışmada çok geniş ve çok dar kanallı dişlerin çalışmaya dahil edilmesinden kaçınılmıştır [13, 147, 161]. Fairbourn ve arkadaşları [128] kanal genişliklerini bukko-ligual ve mezyo-distal yönlerden aldıkları radyografilerle dar, orta ve geniş olarak ayırarak sınıflandırmışlardır. Kanal genişliğinin artmasıyla birlikte apikalden taşan debris miktarının azaldığını, fakat bunun istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir. Bu nedenle çalışmamıza 15 numaralı K-tipi eğenin çalışma boyuna ulaşamadığı dişler ve geniş kanallı dişler dahil edilmemiştir.

Kanalın apikal genişliğinin periapikal dokulara taşan debris miktarını etkileyip etkilemediği yapılan birçok çalışmada araştırılmıştır. Lambrianidis ve arkadaşları [140] apikal genişliğin debris taşmasına etkisini araştırdıkları çalışmalarında taşan debris miktarının apikal daralımın kasten genişletildiği grupta apikal daralımın korunduğu gruptan daha az olduğunu bulmuşlardır. Tınaz ve arkadaşları [13] yapmış oldukları bir çalışmada ise 0,2 ve 0,4 mm apikal açıklığı olan dişleri şekillendirmişler ve apikal açıklığı fazla olan grupta periapikal dokulara daha fazla debris taştığını bulmuşlardır. Fakat apikal çap genişliğinin çıkan irrigasyon solüsyonuna etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Deonizio ve arkadaşlarının [139] yapmış oldukları çalışmada ise kanal yenileme işlemleri sırasında farklı apikal genişliği olan 40 dişte periapikal dokulara taşan debrisi incelemişler ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Beeson ve arkadaşları [139] yapmış oldukları çalışmada apikal foramenin çapını stereomikroskop ile ölçerek standardize etmişlerdir. Aynı şekilde Myers ve Mongomery [113] de stereomikroskop ile majör ve minör çapları ölçerek deney gruplarını standardize etmişlerdir. Fakat Al-Omari ve Dummer [5] apikal daralım boyutunu kanal

aletiyle ölçerek standardize etmişlerdir. Ayrıca apikal açıklığı kanal eğeleriyle standardize eden birçok çalışma mevcuttur [9, 124, 162]. Bazı araştırmacılar ise diş kökünü tırnak cilası ile kaplayıp, el eğesi ile apikalden çıkarak apikal foramen genişliğini standardize etmişlerdir [163, 164]. Bu nedenle çalışmamızda apikal açıklığın standart olmasının çalışmanın doğruluğunu artıracağı düşünülerek 15 No'lu eğenin apikal forameni aşmadığı dişler çalışmaya dahil edilmiştir.

Birçok çalışmada kök kanallarının eğimini ölçmek amacıyla Schneider yöntemi [141] kullanılmıştır [96, 128, 147, 165]. Hinrichs ve arkadaşları [144] kanal boyu, eğimi ve foramen büyüklüğü gibi etkenlerin apikalden taşan debris miktarı üzerinde etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır. Fakat eğimli kök kanallarında şekillendirme öncesi tespit edilen çalışma boyu, kök kanalının şekillendirmesinden sonra meydana gelen düzleşme sonucunda bir miktar azalmaktadır. Düzleşme sonrasında oluşan bu azalma hekim tarafından göz önüne alınmadığında ve ilk tespit edilen çalışma boyuna kadar eğeler zorlandığında kök ucundan çıkılarak over-instrumentation denilen kök kanal preparasyon komplikasyonuna sebep olunmaktadır [166]. Kök kanalında çalışma boyundan daha uzun boyutta gerçekleşen preparasyon işlemleri, periodontal dokularda irritasyona ve kanal dolum işleminden önce fark edilmeyen durumlarda ise taşkın kök kanal dolumuna sebep olabilmektedir [2]. Ayrıca over-instrumentation yapılması durumunda kanal içerisindeki materyal, periapikal bölgeye itilmektedir [156]. Bu nedenle çalışmamızda kanal eğiminin düzleşmesinin neden olacağı over-instrumentation'un önüne geçilerek, apikalden taşan debris miktarının artırılmaması için Schneider'a [141] göre düz köklü olan dişler kullanılmıştır.

Apikalden taşan madde miktarı ilk olarak 1968 yılında Chapman ve arkadaşları [167] tarafından değerlendirilmiştir. Bu çalışmada küçük şişelerin toplama kabı olarak kullanıldığı, alt ve üst çeneyi taklit edecek şekilde tasarlanan düzenekle taşan materyal miktarı belirlenmiştir. Daha sonra bu çalışmayı, 1971'de VandeVisse ve arkadaşlarının [122] herhangi bir düzenek kurmadan filtre kağıdı üzerinde 64 dişin apikalinden çıkan debrisi ölçerek yapmış oldukları çalışma takip etmiştir. Ruiz-Hubbard ve arkadaşlarının [4] şeffaf bloklarla yapmış oldukları çalışmada tükrük emici ve filtreler ile farklı bir düzenek kurulmuştur. Fairburn ve arkadaşlarının [128] hazırladığı düzenekte bukkal tüberkülleri düzleştirilmiş dişler lastik bir tapanın ortasına yerleştirilmiştir. Yerleştirilen dişin kök ucuna üç adet tel ile lastik tapaya tutturulan metal bir kron havada asılı

kalacak şekilde sabitlenmiş ve bu ünite 20 ml'lik cam bir şişenin ağız kısmına yerleştirilerek lastik bir mengene yardımıyla sabit hale getirilmiştir. Myers ve Montgomery [113] ise lastik tapanın ortasına açılan deliğe sıkıştırılan dişi 15x45 mm'lik cam şişenin ağzına yerleştirdikten sonra bu şişeyi de 20 ml olan başka şişe içerisine başka bir plastik tapa ile sabitlemişlerdir. İç ve dış atmosfer basıncını eşitlemek için de lastik tapaya dişin köküne paralel 25 gauge enjektör iğnesi saplayarak düzeneği kurmuşlardır. Ferraz ve arkadaşlarının [12] hazırladığı düzenekte lastik tapanın ortasına delik açıldıktan sonra içerisine diş yerleştirilerek iç ve dış hava basıncını eşitleyebilmek için tapaya iğne saplanmıştır. Santrifüj tüpü 7 ml'lik cam şişenin içerisine ağız kısmı yukarı gelecek şekilde konulduktan sonra, tıpa dişle beraber, diş kökü tüpün içerisine denk gelecek şekilde, şişeye kapatılmıştır. Tınaz ve arkadaşları [13] ise Ferraz ve arkadaşlarının kullandığı düzenekten farklı olarak lastik tapaya dişleri geçirmiş, iç ve dış basıncın eşitlenmesi için lastik tapaya iğne saplanmış, apeks bulucuları da deneye dahil edebilmek için % 0,9'luk salin solüsyonuyla doldurulan cam şişeye bu ünite yerleştirilmiştir. Fakat yapılan bu çalışmalarda deney düzeneği periapikal doku direncini taklit edememektedir. Altundaşar ve arkadaşları [123] tarafından yapılan çalışmada periapikal doku basıncını taklit etmek amacıyla sünger kullanmıştır. Fakat bu çalışmalar sonucunda varılan kanıya göre kullanılan süngerler debrisi ve sıvıyı emerek yanlış sonuçlar elde etmeye sebep olmaktadır. Bire bir ağız ortamını taklit etmeyip periapikal doku basıncını oluşturmasa da, her deney grubuna aynı ortam şartları sağlaması açısından, çalışmamızda Myers ve Montgomery'nin [113] ortaya koyduğu ve Tınaz ve arkadaşları [13] tarafından modifiye edilen model kullanılmıştır.

Myers ve Montgomery [113] tarafından yapılan çalışmada apikalden debris ile beraber yıkama solüsyonunun da taştığı belirlenmiştir. Taşan sıvı miktarı, debrisin ölçüldüğü şişenin yanına koyulan 0,5 ml ölçekli temiz başka bir şişe yardımıyla hesaplanmıştır [113]. Tınaz ve arkadaşları [13] ise ağzına kadar %0,9 salin solüsyonu ile dolu olan cam şişelerin kapağına saplanan iğnenin haznesinde biriken yıkama solüsyonunu 0,1 ml kalibreli insulin iğnesi aracılığıyla toplayarak taşan irrigasyon solüsyonunu ölçmüşlerdir. Kuştarcı ve arkadaşları da [163] deney tüplerini %0,9 NaCl ile doldurarak deney düzeneği hazırlamışlardır. Madhusudhana ve arkadaşları [164] da taşan debrisin toplandığı cam şişeleri %0,9 NaCl ile doldurarak irrigasyon solüsyonunun kapağa taktıkları 19 gauge'luk iğneden taşmasını sağlamışlar ve

irrigasyon solüsyonu olarak da %3,1'lik 7 ml NaOCl kullanmışlardır. Fakat bu çalışmalarda iletkenlik için %0,9 NaCl kullanılmış ise de çalışmalarda taşan debris miktarı hesaplanırken NaCl tuzlarının ağırlığının da sonucu etkilememesi için bir dizi işlem gerekecektir. Çalışmamızda tüpün içinde bulunan ve taşan sıvının buharlaştıktan sonra kalan artıklarının debris ağırlığına etki etmemesi için Eppendorf tüpleri iki defa distile edilmiş su ile doldurulmuş ve irrigasyon solüsyonu olarak da yine distile su kullanılmıştır.

Kanalların mekanik preparasyonu sırasında irrigasyon yapılması, özellikle kanal aletleri ile ulaşılamayan bölgelerde dezenfeksiyonu sağlamaktadır [26, 27]. Bu nedenle klinik şartlarda antimikrobiyal özellikteki bir yıkama solüsyonunun kullanımı gerekmektedir [168]. Apikal ekstrüzyon çalışmalarında da bazı araştırmacılar yıkama solüsyonu olarak NaOCl kullanırken [13, 152], bazı araştırmacılar ise distile su kullanmışlardır [11, 16]. Klinik kullanımda NaOCl sıklıkla kullanılan bir irrigasyon solüsyonu olmasına rağmen ex-vivo çalışmalarda taşan debris miktarını kalıntı bırakarak artıracağı için bazı araştırmacılar tarafından tercih edilmemiştir [9, 12, 16, 169]. Ayrıca, Parirokh ve arkadaşlarının [160] farklı irrigasyon solüsyonlarının apikalden taşan debris miktarına etkilerini araştırdıkları çalışmalarında %5,25'lik konsantrasyonda NaOCl kullanılan grubun klorheksidin glukonat (CLX) ve %2,5 konsantrasyonda kullanılan NaOCl gruplarından anlamlı şekilde daha fazla debris taşmasına sebep olduğu sonucuna varılmıştır. Yoğun konsantrasyonlu NaOCl grubunda daha fazla debris taşmasını ise bu yoğunluktaki solüsyonun doku çözücü özelliğinin daha fazla olmasıyla açıklamışlardır. Klinikte antibakteriyel özelliğinden dolayı tercih edilen NaOCl'nin daha fazla debris taşırma riski bulunduğunu göz önünde bulundurmak kaydı ile çalışmamızda NaOCl kristallerinin, debrisin biriktiği tüpte ağırlık yapma ihtimali düşünülerek irrigasyon solüsyonu olarak distile su kullanılmıştır.

Apikalden taşan debris miktarına, kullanılan irrigasyon iğnesinin pozisyonunun da etki ettiği öne sürülmüştür. Brown ve arkadaşlarının [121] yapmış oldukları çalışmada dişleri dört gruba ayırdıktan sonra gruplardan birisinde NaOCl ile kanalın derin noktasında yıkama yapılmış, diğer gruba ise rezervuar teknik uygulanarak sadece koronal bölümde irrigasyon yapılmıştır. Kontrol grubu olarak ise distile su her iki derinlikte kullanılmıştır. Sonuç olarak NaOCl ile yapılan irrigasyonda rezervuar tekniği kullanımında, istatistiksel olarak daha az miktarda madde taştığı bulunmuştur. Distile su

ile irrigasyon yapılan kontrol gruplarında ise her iki derinlik arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Araştırıcılar yapmış oldukları çalışmalarda apikal foramene çeşitli uzaklıkta olacak şekilde irrigasyon iğnesini yerleştirerek bir standart oluşturmaya çalışmışlardır. Tanalp ve arkadaşlarının [135] yapmış oldukları çalışmada irrigasyon iğnesi kanal duvarlarına sıkışmadan ilerletilebildiği kadar ilerletilip irrigasyon yapılmıştır. De-Deus ve arkadaşlarının [170] yapmış oldukları çalışmada ise irrigasyon iğnesi apikalden 5 mm uzakta olacak şekilde yerleştirilmiştir. Myers ve Montgomery [113] ise irrigasyon iğnesinin yerini apikalden 8 mm geride olacak şekilde belirlemişlerdir. Geleneksel irrigasyon tekniği ile irrigasyon solüsyonunun, iğne ucunun sadece 1 mm ötesine ulaşabildiği belirtilmiştir [37]. Bu sebeple iğnenin kanalda sıkışmayacak şekilde kök kanalının en derin bölgesine kadar ilerletilmesi etkin bir temizlik ve dezenfeksiyon için tavsiye edilmektedir. Abou-Rass ve Piccinino [171] yapmış oldukları çalışmada irrigasyon iğnesinin daha derine yerleştirilmesiyle elde edilen irrigasyonun debris uzaklaştırması açısından daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Fakat derin irrigasyon uygulamasının en önemli dezavantajı apikalden taşan sıvı ve debris miktarını artırması olarak görülmektedir [121]. Klinik uygulamalarda her ne kadar apikalden irrigasyon solüsyonu ve debris taşma riskini azaltmak istense de etkin bir kanal içi mikrobiyal temizlik için irrigasyon iğnesinin sıkışmadan olabildiğince derine ilerlemesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışmamızda irrigasyon iğnesi kanalda sıkıştığı derinlikten 1 mm geri çekilerek kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalarda kullanılan irrigasyon solüsyonunun standardize edilebilmesi için bazı araştırıcılar her kanal aletinden sonra kullanılan irrigasyon solüsyonu miktarını ve toplam irrigasyon solüsyonu miktarını [139, 172], bazıları ise sadece toplamda kullanılan irrigasyon solüsyonu miktarını sabit olarak belirlemişlerdir [140, 173]. Fakat irrigasyon solüsyonunun kullanım miktarının standardize edilmesinden sonra bu miktarın ne kadar zaman aralığında kanala gönderildiği de önem kazanmıştır. Dolayısı ile irrigasyon solüsyonunun debisi de son çalışmalarda standart hale getirilip ml/dk cinsinden ifade edilmeye çalışılmıştır. Karataş ve arkadaşlarının [124] yapmış oldukları debris taşma çalışmasında her aletten sonra 2 ml ve toplamda 10 ml olmak üzere 0,033 ml/sn hızla irrigasyon solüsyonu kullanılmıştır. Çalışmamızda, irrigasyon solüsyonu miktarı ve bu miktarın ne kadar zamanda kanal içerisine verileceğini standart hale getirebilmek için Self Adjusting File (SAF) sisteminin irrigasyon aparatı olan Vatea

irrigasyon sistemi kullanılmıştır. Toplamda 12 ml distile su ile her aletten sonra 2 ml olmak üzere 0,033 ml/sn hızla irrigasyon yapılmıştır. El aleti grubunda ise alet sayısı fazla olduğu için 12 ml distile su, yine aynı hızla fakat her alet arasında 40 saniye süreyle kullanılmıştır.

Apikalden taşan madde miktarının incelendiği çalışmalarda taşan debris miktarının ölçülebilmesi için debrisin toplandığı düzenekten sıvının uzaklaştırılma yöntemi farklılık göstermektedir. Vande Visse ve arkadaşları [122] apikalden taşan debris miktarını ilk ölçmeye çalışan araştırmacılar olarak debrisi biriktirdikleri mumlu kağıtları 24 saat boyunca açıkta bekleterek kurumasını beklemişlerdir. Ruiz-Hubart ve arkadaşları [4] taşan debrisin biriktiği filtreleri işlem sonrası tekrar ölçmek için 110 °C'de 4 dakika bekleterek debrisin nemini uzaklaştırmaya çalışmışlardır. Myers ve Montgomery [113] debris taşmasında kullandıkları şişeleri tabanında kalsiyum klorür ($CaCl_2$) olan desikatöre koyarak 85 °F (29,4 °C) ortam sıcaklığında kuruyana kadar bekletmişler ve kuruyunca oda sıcaklığında 24 saat beklettikten sonra son ağırlık ölçümlerini yapmışlardır. Ferraz ve arkadaşları [12] apikal ekstrüzyon çalışmalarında kullandıkları santrifüj tüplerinin içerisindeki debrisin nemini alabilmek için tüpleri 68 °C'de 5 gün bekletmişlerdir. Leonardi ve arkadaşlarının [169] mekanik ve elle preparasyon sonucu taşan debris miktarını karşılaştırdıkları çalışmalarında deney tüpleri 37 °C'de $CaCl_2$ içeren fırında bekletilerek taşan debrisin nemi uzaklaştırılmıştır. Borges ve arkadaşları [150] servikal ön genişletmenin debris taşmasına etkisini araştırdıkları çalışmalarında taşan debrisi topladıkları küçük şişeleri 70 °C'de 1 hafta bekleterek örneklerin nemini uzaklaştırmışlardır. Topçuoğlu ve arkadaşlarının [96] yapmış olduğu çalışmada ise deney tüpleri inkübatorde 70 °C'de 5 gün bekletilerek kurutulmuştur. Çapar ve arkadaşları [16] ise taşan debrisi biriktirmek için kullandıkları küçük şişeleri 50 °C'de 10 gün bekletmişlerdir. Genel olarak önemli olan toplama kabında biriken debrisin nemli kalmaması ve ağırlığı artırmaması için yeterli sıcaklıkta ve yeterli zaman aralığında bekletilmesi uygundur. Bu nedenle çalışmalarda düşük sıcaklık derecelerinde uzun zaman aralığında veya yüksek sıcaklık derecelerinde kısa zaman aralığında bekletilerek debrisin nemi uzaklaştırılmaktadır. Çalışmamızda taşan debrisin neminin uzaklaştırılması için Eppendorf tüpleri inkübatörde 37 °C'de 2 hafta süreyle bekletilmiştir.

Al-Omari ve Dummer [9] standart step-back, çevresel eğeleme ile birlikte yapılan step-back, antikurvatür eğeleme ile birlikte yapılan step-back, double flare, step-down, crown-down, basınçsız teknik ve balanced force gibi sekiz farklı tekniği apikalden taşan debris miktarı yönünden değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak en fazla apikal taşma, çevresel eğeleme ile birlikte yapılan step-back tekniği ve antikurvatür eğeleme ile kombine yapılan step-back tekniklerinde, en az apikal madde taşması ise balanced force ve crown-down basınçsız tekniklerinde gözlenmiştir.

Azar ve arkadaşları [134] ProTaper ve Profile eğeleri K-Flexo eğeler ile apikalden taşan debris miktarı bakımından karşılaştırmışlardır. En çok debris taşması el eğelerinde olmakla beraber istatistiksel olarak fark bulamamışlardır. El eğesi grubu ile diğer gruplar arasında taşan debris miktarı bakımından fark olmamasını ise apikalde oluşan debris tıkaçlarından kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir.

McKendry [114], balanced force, endosonik ve step-back tekniklerini apikalden taşan debris miktarı yönünden karşılaştırmış ve en az apikal taşmanın balanced force tekniğinde olduğunu bildirmiştir.

Mangalam ve arkadaşları [161] K-tipi el eğeleriyle step-back tekniğini, Profile döner kanal eğesiyle crown-down tekniğini ve K-tipi eğeler ile Gates Glidden frezlerin birlikte kullanıldığı hibrit tekniği apikalden taşan debris ve sıvı miktarı açısından karşılaştırmışlardır. İstatistiksel olarak en çok debris taşması step-back tekniği ile yapılan preparasyon grubunda bulunurken en az taşma ise Profile grubunda görülmüştür. Taşan sıvı miktarı bakımından ise istatistiksel olarak gruplar arasında fark bulunmamasına rağmen en fazla apikal taşma yine step-back tekniği ile preparasyon yapılan grupta görülmüştür.

Çalışmamızda el eğesi ile preparasyonda step-back yöntemi kullanılmıştır. Çalışmamızın tüm gruplarında debris ve sıvı taşması olmakla birlikte diğer çalışmalarla paralel şekilde döner Ni-Ti kanal eğesinin kullanıldığı gruplarda elle yapılan preparasyona göre daha az sıvı ve debris taşması meydana gelmiştir. İstatistiksel olarak el eğesi grubunda apikalden taşan madde miktarı döner Ni-Ti kanal eğesinin kullanıldığı gruplardan anlamlı derecede fazla bulunmuştur. Taşan sıvı miktarı el eğesi grubunda diğer gruplarla karşılaştırıldığında fazla olmasına karşın gruplar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır. El eğesi grubunda taşan debris ve sıvı miktarının fazla olmasının sebebi olarak kanal eğesinin ileri-geri hareket ile bir piston vazifesi

görmesi ve bunun sonucunda da sıvı ve debrisi apikale doğru itmesi düşünülebilir. Ayrıca döner Ni-Ti kanal eğeleri crown-down tekniği ile kullanıldığından kanalın koronal bölümündeki genişletmenin, debris ve irrigasyon solüsyonunun kanal ağzına doğru taşınmasını kolaylaştırarak apikalden taşan madde miktarını azalttığını düşünmekteyiz. Çalışmamızda da K3XF eğelerle yapılan preparasyonlarda crown-down tekniği kullanıldığından dolayı apikalden taşan debris miktarının daha az olduğu görülmüştür.

Myers ve Montgomery [113]'nin yapmış olduğu çalışmada apikalden taşan debris ile sıvı miktarı arasındaki korelasyon incelenmiş ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür. Hinrichs ve arkadaşları [144] sadece LightSpeed grubunda debris ve sıvı taşması arasında pozitif yönlü korelasyon bulurken Profile, McXIM, Flex-R gruplarında bir korelasyon bulamamışlardır. LightSpeed eğelerinin kullanıldığı grupta taşan sıvı miktarı arttıkça apikalden taşan debris miktarının da arttığı belirtilmiştir. Ferraz ve arkadaşları [12] ise ProFile grubu dışındaki, Flexofiles ile yapılan hibrit teknik, Flex-R ile yapılan dengeli kuvvet tekniği, Quantec 2000, Pow-R gruplarında apikalden taşan sıvı ile debris miktarı arasında ilişki olduğunu saptamışlardır. Tınaz ve arkadaşları ise apikalden taşan debris ile irrigasyon solüsyonu miktarı arasında herhangi bir korelasyon saptayamamışlardır. Bizim çalışmamızda ise resiprokal hareket ile preparasyon yapılan grupta apikalden taşan debris ve sıvı miktarı arasında pozitif yönlü bir korelasyon bulunmuş ($r=0,51$; $p<0,5$) ve bu grupta apikalden taşan sıvı miktarı arttığında taşan debris miktarının da arttığı görülmüştür. Fakat apikalden taşan sıvı ve debris miktarı arasında; adaptif hareket grubunda pozitif yönlü ($r=0,37$), rotasyonel hareket grubunda negatif yönlü ($r=0,23$), el aleti ile preparasyon grubunda ise pozitif yönlü ($r=0,012$) ilişki katsayıları bulunmasına rağmen bu korelasyon katsayılarının önemsiz ve zayıf olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda ayrıca kanal aletlerinin kesitlerinin de apikalden taşan debris ve bakteri miktarına etkili olduğu bildirilmektedir. Ghivari ve arkadaşlarının [174] yapmış oldukları çalışmada, K3 Ni-Ti döner eğelerinin ProTaper döner eğe sistemine göre daha az apikalden madde taşırması, K3 eğelerinin değişken heliks açısı ve vida adımı varlığının debrisi koronal bölgeye taşımasına bağlanmıştır. Elmsallati ve arkadaşları [136], kısa, orta ve uzun vida adımına sahip NRT eğeleri ile yapmış oldukları çalışmada kısa vida adımına sahip olan eğenin, orta ve uzun vida adımı olan

eğelere göre daha az debris taşırdığı bildirilmiştir. Bu sonuç aynı uzunlukta daha fazla vida adımı olmasıyla bıçaklar arası daha fazla oluk varlığına ve bu durumun ise debrisin hapsedilerek koronal alana taşınmasına bağlanmıştır.

K3XF ve K3XF ile aynı özellikteki K3 eğelerinin apikalden taşan debris miktarına etkileri birçok çalışmada incelenmiştir [11, 152, 163, 164, 175].

Sowmya ve arkadaşlarının [176] apikalden taşan debris miktarını ve apikal 1/3'teki kanal içi debrisi ölçtükleri çalışmada K-tipi eğelerle kanal dışına itilen debris miktarının K3, ProTaper ve LightSpeed LSX rotary sistem eğelerinden istatistiksel olarak fazla olduğu bulmuştur. El aletlerinin taşan debris miktarını artırmasının ileri geri hareket ile pistonlama yapmasından kaynaklandığı belirtilmiştir.

Kuştarcı ve arkadaşlarının [163] apikalden taşan sıvı ve debris miktarını araştırdıkları çalışmalarında K-tipi eğeler ile K3'ün de içerisinde bulunduğu üç farklı Ni-Ti döner kanal eğesi karşılaştırılmıştır. Gruplar arasında apikalden taşan debris miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da el eğesi ile preparasyon yapılan grupta daha fazla debris taştığı görülmüştür. Ayrıca apikalden taşan irrigasyon solüsyonu miktarı açısından ise el eğesi ile preparasyon yapılan grupta anlamlı şekilde daha fazla taşma olduğu bildirilmiştir.

Kuştarcı ve arkadaşları [177] tarafından yapılan başka bir çalışmada ise K-tipi el eğelerinin step-back tekniğiyle kullanımında apikalden taşan madde miktarının K3 ve ProTaper gruplarından anlamlı şekilde fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca K3 grubunda ProTaper grubundan istatistiksel olarak daha az miktarda debris taştığı bildirilmiştir. Bu çalışmada Ni-Ti döner eğelerle yapılan ön koronal genişletmenin kanalın 1/3 apikal kısmının preparasyonunda eğenin kontrolünü artırmasının ve debrisi kanal ağzına doğru yönlendirmeye eğilimli olan rotasyonal hareketin, debrisi kanal içerisinde sıkıştırmadan apikalden taşan madde miktarını azaltabileceği bildirilmiştir. El eğelerinin daha fazla debris taşırmasının apikal 1/3 bölümde pistonlama hareketinden ve kanal ağzının debrisin çıkabilmesi için yeterli genişlikte olmamasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Garlapati ve arkadaşları [175] K3, Mtwo, RaCe ve ProTaper döner eğelerle yapılan preparasyonlada apikalden bakteri (*Enterococcus faecalis*) taşmasını karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında kontrol grubuna hiçbir preparasyon yapmadan sadece bakteri ekimi yapmışlardır ve kontrol grubunda herhangi bir bakteri

çoğalmazken K3 grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede daha az bakteri ekstrüzyonu kaydedilmiştir. K3'ün apikalden daha az bakteri taşırmasının değişik sarmal yapısı sonucu crown-down yöntemiyle kullanıldığı için kanal içi debrimenti koronale taşıması ile bağlantılı olabileceği sonucuna varmışlardır.

Topçuoğlu ve arkadaşlarının [96] K3XF, Vortex Blue, ProTaper Next ve Reciproc Ni-Ti eğeleri debris taşması açısından karşılaştırdıkları çalışmalarında ProTaper Next ve Vortex Blue eğelerinin, K3XF ve Reciproc eğelerine göre istatistiksel olarak daha az debris taşırdıklarını bildirmişlerdir. K3XF'in Vortex Blue eğelerinden daha fazla debris taşırmasını yapılarındaki kesitsel farka bağlamışlardır. Ayrıca Vortex Blue ile yapılan kanal preparasyonunda beş adet eğe kullanılırken K3XF ile kanal preparasyonunda altı adet eğe kullanılmış olup bunun da apikal debris taşmasını artırdığına değinilmiştir.

Ghogre ve arkadaşlarının [178] ProTaper, Twisted File, K3XF Ni-Ti döner eğeleri ve K-tipi el eğeler ile preparasyon sırasında apikalden taşan bakteri miktarını inceledikleri ex-vivo çalışmada, K-tipi eğeler ile yapılan preparasyonda döner eğeler ile yapılan preparasyonlardan istatistiksel olarak anlamlı miktarda fazla apikal dokulara bakteri taştığı bulunmuştur. Ayrıca döner sistemler ile yapılan preparasyonlar kendi aralarında karşılaştırıldığında, K3XF'in en az bakteri taşmasına sebep olduğu bildirilmiştir. K3XF'in daha az debris ve bakteriyi apikal dokulara taşırması ise bu eğe sisteminin farklı tasarımı ile ilişkilendirilmiştir.

Çalışmamızda farklı kinematiklerin apikalden taşan debris ve sıvı miktarına etkisi incelendiğinden dolayı tek bir Ni-Ti eğe sistemi kullanılmıştır. Bu nedenle K3XF eğesinin apikalden taşan debris miktarına olan etkisi diğer eğelerle karşılaştırılamamıştır. Ayrıca yapılan literatür incelemesinde bu eğenin farklı kinematiklerde kullanımının apikalden sıvı ve debris taşma miktarını değerlendiren bilgi bulunmamaktadır.

Bürklein ve arkadaşlarının [10] yapmış oldukları çalışmada resiprokasyon hareketi ile kullanılan Reciproc ve WaveOne tek eğe sistemi ve rotasyon hareketi ile kullanılan ProTaper ve Mtwo çoklu eğe sistemi apikalden taşan debris miktarı ve işlem süresi açısından karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucu resiprokal hareketin kullanıldığı gruplar istatistiksel anlamda önemli derecede daha fazla apikal taşma meydana getirirken, işlem süresi bakımından resiprokal hareketle çalışılan Reciproc daha hızlı bulunmuştur. Ayrıca Reciproc diğer gruplardan önemli derecede daha fazla

debris taşmasına sebep olmuştur. Yaptıkları çalışmada yatay kesitleri keskin 'S' şeklinde olan Mtwo ve Reciproc ile düşük kesme etkinliği olan modifiye üçgensel kesitli ProTaper ve WaveOne gruplarında kesme etkinliğinin kanal içi temizliği artırdığını fakat kesme etkinliği resiprokal hareketle birleşince apikalden debris taşmasını da artırabileceği üzerinde durulmuştur.

Küçükyılmaz ve arkadaşları [179], OneShape ve ProTaper döner eğe sistemini apikalden taşan debris ve sıvı miktarı açısından karşılaştırdıkları çalışmada Reciproc ile OneShape arasında debris taşması yönünden istatistiksel fark tespit edilmiş, Reciproc grubunda daha az debris taşmıştır. İrrigasyon solüsyonunun Reciproc grubunda diğer eğe gruplarına göre istatistiksel olarak daha fazla taştığı bildirilmiştir.

Küçükyılmaz ve arkadaşlarının [173] Reciproc, OneShape ve ProTaper döner eğe sistemini apikalden taşan debris ve sıvı miktarı açısından karşılaştırdıkları başka bir çalışmada ise apikalden taşan debris miktarının en fazla Reciproc en az ise OneShape grubunda gözlendiğini bildirilmiştir. Taşan irrigasyon solüsyonu miktarının ise en fazla Reciproc grubunda, en az ise ProTaper grubunda olduğu görülmüştür. Resiprokal ve rotasyonel hareketle preparasyon yapan eğe sistemleri arasında apikal sıvı ve debris taşması açısından istatistiksel olarak herhangi bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Araştırıcılar resiprokal hareketin apikalden daha fazla sıvı ve debris taşmasına sebep olabileceğini belirtmişlerdir.

Nayak ve arkadaşlarının [180] resiprokasyon yapan tek eğe WaveOne ve Reciproc sistemlerini rotasyon yapan tek eğe OneShape sistemi ile apikalden sıvı ve debris taşması açısından karşılaştırdıkları çalışmalarında Reciproc sisteminin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde OneShape sisteminden fazla sıvı ve debris taşırdığı bildirilmiştir. Ayrıca resiprokal hareket ile çalışan her iki eğe sistemi de OneShape eğe sisteminden daha fazla debris ve sıvı taşırmışlardır. Aletlerin kesitsel farklılıkları ve hareket mekanizmalarındaki farklılıkların resiprokal eğelerle yapılan preparasyonlarda daha fazla debris taşması sonucunu doğurabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca resiprokal hareket kanalda kullanılırken pecking hareketiyle kullanıldığı ve bu hareket ileri-geri hareket şeklinde uygulandığı için pistonlama yapıp daha fazla debris taşmasına sebep olabileceği belirtilmiştir.

Çalışmamızda da Küçükyılmaz ve arkadaşlarının [173, 179] çalışmaları ile Nayak ve arkadaşlarının [180] çalışmalarına benzer şekilde gruplar arasında istatistiksel fark

olmamasına rağmen K3XF eğelerinin resiprokal hareketle kullanıldığı grupta rotasyonel hareketle kullanılan gruptan daha fazla miktarda sıvı ve debris taştığı görülmüştür. Adaptif hareketle kullanılan eğelerin taşan irrigasyon solüsyon miktarına etkisinin incelendiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda adaptif hareket grubunda el eğesi grubundan daha az, rotasyonel ve resiprokal hareket gruplarından daha fazla sıvı taştığı fakat istatistiksel olarak fark bulunmadığı görülmüştür. Ayrıca gruplar arasında fark olmamasını sabit bir basınç ve hızda irrigasyon yapılmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Bürklein ve arkadaşlarının [181], tek eğe preparasyon sistemi olan Reciproc, OneShape ve F360 ile çoklu eğe sistemi olan Mtwo Ni-Ti döner eğeleri apikalden debris taşması açısından karşılaştırdıkları çalışmada Reciproc sisteminin diğer tüm eğelerden istatistiksel olarak daha fazla debris taşırdığı bulunmuştur. Bu anlamlı farklılığı ise preparasyon tekniği, eğelerin kesitsel farklılığı ve taper açılarındaki farklılıklardan olabileceğini belirtmişlerdir. Reciproc, Mtwo ve F360'ın kesitleri 'S' şeklinde ve iki kesici kenara sahipken OneShape'in modifiye üçgensel şeklinde üç kesici kenarı olduğunu ve debris taşmasındaki bu farklılığın kesitsel değişiklikle açıklanamayacağını belirtmişlerdir. F360 ve OneShape tek eğe sistemleriyle daha az miktarda debris taşmasından dolayı artmış debris taşmasının, tek eğe kullanımıyla da açıklanamayacağını belirtmişlerdir. Debris taşmasındaki farklılığı Reciproc'un hareket sistemi ile ilişkilendirilebileceğini bildirmişlerdir.

Surakandi ve arkadaşlarının [182] yapmış oldukları çalışmada ise resiprokal hareketle preparasyon yapan WaveOne sistemi ile rotasyonla çalışan Hyflex ve ProTaper döner eğe sistemleri karşılaştırılmış, WaveOne ve ProTaper sisteminin anlamlı şekilde Hyflex sisteminden daha fazla debris taşırmasıyla beraber WaveOne sisteminin en fazla debrisi taşırdığı tespit edilmiştir. WaveOne ve ProTaper'ın daha fazla debris taşırması üç adet kesici kenar olması, daha düşük kesme etkinliği ile bağdaştırılmıştır. Ayrıca WaveOne sisteminin en fazla debris taşımına sebep olması ise resiprokal hareketin debris taşmasını artırması ile açıklamışlardır.

Nekoofar ve arkadaşları [131] WaveOne ve ProTaper eğeleri kliniğe gelen hastalarda kullanarak operasyon sonrası ağrılarını derecelendirmişlerdir. Resiprokasyon hareketiyle preparasyon yapılan WaveOne grubundaki hastaların ağrı düzeyinin rotasyon ile preparayon yapılan ProTaper grubundaki hastaların ağrı düzeyinden daha

fazla olduğu saptanmıştır. WaveOne ile preparasyon yapılan hastalarda ağrı düzeyinin daha fazla olmasını resiprokal hareketin rotasyon hareketine göre daha fazla miktarda debris taşırmış olabileceği ile açıklamışlardır. Ayrıca ProTaper grubunda WaveOne grubunun aksine servikal ön genişletme yapılmasının da daha az debris taşması ve dolayısıyla daha az ağrı hissedilmesine etki edebileceğine değinmişlerdir.

Çalışmamızda da resiprokal hareketin daha fazla debris taşırabileceğini bildiren çalışmalara paralel olarak resiprokal hareketle preparasyon yapılan grupta apikalden taşan debris miktarının, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, rotasyonel hareketle prepare edilen gruptan daha fazla olduğu bulunmuştur. Resiprokal hareket grubunda pecking hareketi kullanılmasının, pistonlama etkisiyle apikalden daha fazla debris taşmasına sebep olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca rotasyonel hareketle kullanılan eğenin yivleri taşıyıcı bant görevi ile debrisin koronale taşınmasını sağlayarak daha az debris taşmasına sebep olurken bu bant görevinin resiprokal harekette bozumasından dolayı debrisin resiprokal hareket grubunda daha fazla taştığını düşünmekteyiz.

Fakat resiprokal hareketin daha az debris taşırdığını iddia eden çalışmalar da mevcuttur. Üstün ve arkadaşlarının [183] ProTaper Next, Twisted File ve WaveOne eğeleri ile yapmış oldukları çalışmada apikalden taşan debris miktarının en fazla ProTaper Next taşırırken en az ise WaveOne grubunda gözlendiği bildirilmiştir. WaveOne grubunda daha az miktarda debris taşmasını ise basınçsız balanced- force tekniğinin mekanize türü olan resiprokal hareket ile açıklamışlardır.

De-Deus ve arkadaşlarının [170] resiprokal hareketle kullanılan WaveOne ve Reciproc eğelerini ProTaper ve Step-back tekniğiyle kullanılan paslanmaz çelik el eğeleriyle debris taşması açısından karşılaştırdıkları çalışmada çalışmamızı destekleyecek şekilde el eğeleri önemli derecede daha fazla debris taşırmıştır. Fakat bu çalışmada çoklu döner eğe sistemi resiprokal tek eğe sisteminden daha fazla debris taşırmıştır. Bu sonucun ise resiprokal hareketin temelini oluşturan balanced-force elle preparasyon tekniğinin diğer elle preparasyon tekniklerine göre daha az debris taşırmasından ve resiprokal tek eğe sistemlerinde, çoklu eğe ile preparasyon yapılan sistemlere göre daha az sayıda eğe kullanılmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Topçuoğlu ve arkadaşlarının [159] yapmış oldukları bir çalışmada ise resiprokal hareketle kullanılan WaveOne ve Reciproc, rotasyon ile kullanılan OneShape tek eğe

Ni-Ti sistemleri Glide Path kullanmadan ve kullanarak debris taşması bakımından karşılaştırılmıştır. Glide Path kullanılmadığında OneShape eğe sistemi, WaveOne ve Reciproc eğe sistemlerinden istatistiksel olarak daha az debris taşırırken, Glide Path kullanarak yapılan preparasyonlarda eğe sistemleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Eğe sistemlerinin debris taşırmasında fark olmasını eğe sistemlerinin kinematiklerinin ve taper açılarının farklılığıyla ilgili olabileceğini belirtmişleridir. Ayrıca Glide Path kullanılan ve kullanılmayan gruplardaki debris taşması arasındaki farklılığı ise Glide Path kullanımının resiprokal harekette çalışma boyuna ilerlerken yapılan pecking sayısının azalması sonucu taşan debris miktarını azaltabileceği ile açıklamışlardır.

Resiprokal ve adaptif hareket devamlı rotasyon yapmak için tasarlanmış eğelerle kullanılarak, bu hareketlerin şekillendirme, apikalden taşan debris miktarı, kanal içerisinde kalan pulpa miktarı, kanal yenileme işlemlerinde kök kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinliği, alet kırıkları ve dentinde çatlak oluşumu üzerine etkileri farklı çalışmalarda incelenmiştir [16, 165, 184, 185].

Çalışmamızda da Twisted File için tasarlanmış Adaptif hareket, K3XF Ni-Ti eğeler ile kullanılmıştır. Çapar ve arkadaşlarının [186] yapmış oldukları derlemede Adaptif hareketin dentini kesmesi saat yönüne doğru olduğu ve çoğu Ni-Ti döner eğe saat yönüne doğru kesmeye tasarlandığı için, farklı kanal eğeleriyle de kullanılabileceği belirtilmiştir.

De-Deus ve arkadaşları [187] devamlı rotasyonel hareketle kullandıkları ProTaper çoklu eğe sistemini resiprokal hareketle kullanılan ProTaper F2 eğesi ile taşan debris miktarı açısından karşılaştırdıklarında iki grup arasında önemli bir fark bulamamışlardır.

Arslan ve arkadaşları [15] ise resiprokal hareketle kullanılan Reciproc sistemini üç değişik resiprokasyon açısındaki (150° CCW–30° CW, 270° CCW–30° CW, 360° CCW–30° CW) resiprokal hareketle ve rotasyon hareketiyle kullanarak apikalden taşan debris miktarını karşılaştırmışlardır. 360° CCW–30° CW resiprokasyon açısındaki grup ile rotasyon grubu arasında önemli fark bulunmazken, 150° CCW–30° CW ve 270° CCW–30° CW resiprokasyon açısında kullanılan Reciproc'un, rotasyonel hareketle kullanılan Reciproc'a göre anlamlı miktarda daha az debris taşırdığı saptanmıştır. Elde ettikleri sonucun resiprokal hareketin daha fazla debris taşırdığını bildiren çalışmalardan

farklı olmasını, bu çalışmalarda gruplarda farklı alaşım ve dizaynda eğe kullanılmasıyla açıklamışlardır. Çalışmalarında eğe kesiti ve sayısı gibi değişkenlerin taşan debris miktarını etkilememesi için tüm gruplarda tek tip eğe kullandıklarını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda da Arslan ve arkadaşlarının [15] çalışmalarındaki gibi farklı kinematiklerin apikalden taşan debris miktarının değerlendirilebilmesi için K3XF eğeleri farklı kinematiklerde aynı sıra ve sayı ile kullanılmıştır. Arslan ve arkadaşlarının çalışmalarından farklı olarak bizim çalışmamızda 150° CW-30° CCW resiprokasyon açısında kullanılan K3XF eğesi rotasyonel hareketle kullanılan K3XF eğesine göre istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha fazla miktarda debris taşırmıştır. Elde ettiğimiz bu sonucun Arslan ve arkadaşlarının çalışmalarına göre farklı olması kullandığımız eğenin alaşım ve dizaynının farklı olmasıyla ve çoklu eğe sistemini crown-down tekniğiyle kullanmamızla açıklanabilir. Ayrıca rotasyonel hareket grubunda Arslan ve arkadaşlarının çalışmasından farklı olarak crown-down tekniği kullanılmasının bu grupta taşan debris miktarını azalttığını düşünmekteyiz.

Adaptif hareketle kullanılan Twisted File Adaptif sistem ile resiprokasyon ve rotasyon hareketiyle kullanılan birçok eğe yapılan çalışmalarda apikalden taşan debris miktarı açısından karşılaştırılmıştır [16, 188].

Kirchhoff ve arkadaşlarının [188] ProTaper Next, Self-Adjusting File, WaveOne ve Twisted File Adaptive ile yaptıkları preparasyon sonucu apikalden taşan debris miktarını karşılaştırmışlar ve Self Adjusting File sisteminin istatistiksel olarak daha fazla debris taşırdığını diğer gruplar arasında ise istatistiksel olarak bir fark bulunmadığını tespit etmişlerdir. Araştırıcılar kanalların preparasyonu sırasında Twisted File Adaptif grubunda kanal eğesinin genellikle rotasyon hareketiyle çalıştığını, bu nedenle ProTaper Next ve Twisted File Adaptive grubundaki debris taşma miktarlarının benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda ise üç hareket grubu arasında apikalden taşan debris miktarı yönünden istatistiksel farklılık bulunmasa da adaptif hareket grubunun değerinin resiprokal ve rotasyonel hareket ile yapılan preparasyonlarda taşan debris miktarlarının ortasında bir değer olduğu görülmüştür. Bu durum ise adaptif hareketin resiprokal ve rotasyonel hareketlerinin kombinasyonu olması ile açıklanabilir.

Çapar ve arkadaşlarının [16] ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptif ve HyFlex eğeleri, apikalden debris taşması açısından karşılaştırdıkları

çalışmada Twisted File Adaptif ve ProTaper Next grupları, ProTaper Universal ve HyFlex gruplarından anlamlı miktarda apikale daha az debris taşırdığı bildirilmiştir. Fakat Twisted File Adaptif ve ProTaper Next grupları arasında apikale debris taşması açısından önemli bir fark bulunmamıştır.

Gambarini ve arkadaşlarının [189], Twisted File, WaveOne ve Twisted File Adaptif eğeleri kullanılarak tedavi edilen hastaların hissettikleri post-operatif ağrılar derecelendirilerek değerlendirildiği çalışmada Twisted File Adaptif ve Twisted File grubundaki hastalarda WaveOne grubuna göre istatistiksel olarak daha az post-operatif ağrı meydana geldiği belirtilmiştir. Bu gruplardaki hastalarda daha az ağrı şikâyeti olmasının Twisted File Adaptif ve Twisted File eğelerinin apikalden daha az debris taşırmasıyla ilişkili olabileceği belirtilmiştir.

Karataş ve arkadaşlarının [124] yapmış oldukları çalışmada ise Twisted File Adaptif eğeleri rotasyonel hareketle, adaptif hareketle, 90° CW - 30° CCW ve 150° CW - 30° CCW resiprokasyon açısıyla kullanarak apikalden taşan debris miktarı değerlendirilmiştir. Taşan debris miktarının en fazla olduğu grubun 90° CW - 30° CCW resiprokasyon açısının kullanıldığı grup olduğu ve bu grupla rotasyon grubu arasında istatistiksel fark bulunduğu görülmüştür. Rotasyon grubunda en az debris taşmasına rağmen, bu grup adaptif hareketle preparasyon yapılan grupla ve 150° CW - 30° CCW resiprokasyon açısıyla preparasyon yapılan grupla karşılaştırıldığında taşan debris miktarı yönünden aralarında istatistiksel fark bulunmamıştır. Araştırıcılar rotasyonla preparasyon yapıldığında vidanın taşıyıcı bant gibi davranarak debrisi koronale taşımasıyla apikalden daha az debris taştığını ifade etmişlerdir. 90° CW - 30° CCW resiprokasyon açısıyla preparasyon yapılan grupta daha fazla debris taşmasının rotasyon açısının azalması sonucu bu taşıyıcı bant özelliğinin de azalmasıyla ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda da Karataş ve arkadaşlarının çalışmasında olduğu gibi rotasyonel hareket, adaptif ve resiprokal harekete göre daha az debris taşırmış, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Fakat Karataş ve arkadaşlarının [124] yapmış olduğu çalışmadan farklı olarak adaptif hareket resiprokal hareketten (150° CW - 30° CCW) daha az miktarda debris taşırmıştır. Bu durum K3XF eğelerin Crown-down tekniğiyle kullanılmasının kanal içi stresi azaltmasından dolayı eğenin daha az resiprokasyon hareketi yaparak çalışma boyuna ulaşmasıyla açıklanabilir. Dolayısıyla Gambarini ve

arkadaşların da [189] belirttiği gibi adaptif hareketle yapılan preparasyonda kanal eğesinin etkisi altında kaldığı kuvvete göre değişen açılarda resiprokasyon yapması ve hangi açıya kökün hangi bölümünde denk geldiğine göre apikalden taşan debris miktarı da değişebilmektedir.

Çalışmamızda tüm gruplarda apikal foramenden değişen miktarlarda debris ve irrigasyon solüsyonu taştığı görülmüştür. Ancak bu taşmanın farklı kinematiklerin uygulandığı gruplarda elle yapılan preparasyona göre daha az olduğu bulunmuştur. Bu bulgulara göre ise Ni-Ti kanal eğeleriyle yapılan preparasyon periapikal dokulara daha az debris ve sıvı taşması sonucu oluşabilecek periapikal doku enflamasyonunun step-back tekniği ile yapılan preparasyon sonrası oluşabilecek enflamasyona göre daha az olacağı ve iyileşmenin de daha hızlı olacağı düşünülebilir.

Sonuçlar klinik ortamlara taşınmadan önce, yapılan çalışmada, periapikal dokuların taklit edilemediği ve dolayısıyla bu dokuların debris taşmasına etkisinin çalışmaya dahil edilmediği unutulmamalıdır. Aynı şekilde doku basıncı yokluğunda apikalden taşan sıvı miktarı 60 kata kadar artabileceği bildirilmiştir [129]. Daha gelişmiş deney sistemleri ile yapılacak çalışmalar kök kanal şekillendirme sistemlerinin bu önemli eksikliğini giderme açısından faydalı olacaktır.

6. SONUÇLAR

Çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular göz önüne alındığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1- Kullanılan tüm şekillendirme yöntemleri ile apikalden irrigasyon solüsyonu ve debris taşması gözlenmiştir.

2- En fazla debris taşması el eğesiyle preparasyon yapılan grupta, en az debris taşması ise rotasyon ile preparasyon yapılan grupta gözlenmiştir. Gruplara ilişkin ölçümler ikişerli karşılaştırıldığında elle yapılan preparasyon ile Resiprokal, Rotasyonel ve Adaptif hareketin kullanıldığı gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Resiprokal, adaptif ve rotasyonel hareketlerin kullanıldığı gruplar arasındaki farklılık ise önemsiz bulunmuştur.

3- En fazla sıvı taşması el eğesi ile preparasyon yapılan grupta, en az sıvı taşması rotasyonel hareketle yapılan grupta görülmüştür. Fakat gruplar arasında taşan sıvı miktarı açısından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

4- Resiprokasyon hareket ile preparasyon yapılan grupta apikalden taşan debris ve sıvı miktarı arasında istatistiksel olarak anlamlı olan pozitif yönlü bir korelasyon bulunmuştur. Adaptif hareket grubunda pozitif yönlü, rotasyonel hareket grubunda negatif yönlü, el aleti ile preparasyon grubunda ise pozitif yönlü ilişki katsayıları bulunmuştur. Fakat bu korelasyon katsayıları önemsiz ve zayıftır.

5- Farklı hareket sistemlerinin apikalden taşan solüsyon ve debris miktarına etkileri üzerine kesin sonuçlar sağlayabilmek için daha fazla sayıda çalışma yapılmasında fayda vardır.

7. KAYNAKLAR

[1] Haapasalo, M., Endal, U., Zandi, H., Coil, J.M. (2005). Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodon topics*, 10(1):77-102.

[2] Hülsmann, M., Peters, O.A., Dummer, P.M. (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodon topics*, 10(1):30-76.

[3] Seltzer, S., Naidorf, I.J. (1985). Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod*, 11(11):472-478.

[4] Ruiz-Hubard, E.E., Gutmann, J.L., Wagner, M.J. (1987). A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques *J Endod*, 13(12):554-558.

[5] Seltzer, S. (1986). Pain in endodontics. *J Endod*, 12(10):505-508.

[6] Yusuf, H. (1982). The significance of the presence of foreign material periapically as a cause of failure of root treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 54(5):566-574.

[7] Pashley, E., Birdsong, N., Bowman, K., Pashley, D. (1985). Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod*, 11(12):525-528.

[8] Kustarci, A., Altunbas, D., Akpinar, K.E. (2012). Comparative study of apically extruded debris using one manual and two rotary instrumentation techniques for endodontic retreatment. *J Dent Sci*, 7(1):1-6.

[9] Al-Omari, M., Dummer, P. (1995). Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod*, 21(3):154-158.

[10] Bürklein, S., Schäfer, E. (2012). Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod*, 38(6):850-852.

[11] Koçak, S., Koçak, M.M., Sağlam, B.C., Türker, S.A., Sağsen, B., Er, Ö. (2013). Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *J Endod*, 39(10):1278-1280.

[12] Ferraz, C., Gomes, N., Gomes, B., Zaia, A., Teixeira, F., Souza-Filho, F. (2001). Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J*, 34(5):354-358.

[13] Tinaz, A.C., Alacam, T., Uzun, O., Maden, M., Kayaoğlu, G. (2005). The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod*, 31(7):533-535.

[14] Siqueira, J.F., Rocas, I.N., Favieri, A., Machado, A.G., Gahyva, S.M., Oliveira, J.C., Abad, E.C. (2002). Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod*, 28(6):457-460.

[15] Arslan, H., Doğanay, E., Alsancak, M., Çapar, I., Karataş, E., Gündüz, H. (2015). Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc® instruments with various kinematics. *Int Endod J*, 49(3):307-310

[16] Capar, I.D., Arslan, H., Akcay, M., Ertas, H. (2014). An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex instruments. *J Endod*, 40(10):1638-1641.

[17] Alaçam, T.(2012) Kök Kanallarının İrrigasyonu, *Endodonti*, Özyurt Matbaacılık: Ankara. 529-588

[18] Kandaswamy D, Venkateshbabu., N. (2010). Root canal irrigants. *J Conserv Dent*, 13(4):256-264.
[19] Gutie, J.H. (1968). Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 25(1):108-116.
[20] Peters, O., Peters, C., Schonenberger, K., Barbakow, F. (2003). ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J*, 36(2):86-92
[21] Peters, O., Schönenberger, K., Laib, A. (2001). Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J*, 34(3):221-230.
[22] Byström, A., Sundqvist, G. (1981). Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Eur J Oral Sci*, 89(4):321-328.
[23] Byström, A., Sundqvist, G. (1983). Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 55(3):307-312.
[24] Byström, A., Sunvqvist, G. (1985). The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J*, 18(1):35-40.
[25] Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *J Endod*, 32(5):389-398.
[26] Svec, T.A., Harrison, J.W. (1977). Chemomechanical removal of pulpal and dentinal debris with sodium hypochlorite and hydrogen peroxide vs normal saline solution. *J Endod*, 3(2):49-53.
[27] Gulabivala, K., Patel, B., Evans, G., Ng, Y.L. (2005). Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodon topics*, 10(1):103-122.
[28] Solovyeva, A., Dummer, P. (2000). Cleaning effectiveness of root canal irrigation with electrochemically activated anolyte and catholyte solutions: a pilot study. *Int Endod J*, 33(6):494-504.
[29] Young, G.R., Parashos, P., Messer, H.H. (2007). The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J*, 52(1):52-63.
[30] Byström, A., Sundqvist, G. (1981). Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res*, 89(4):321-328.
[31] Peters, L.B., Wesselink, P.R., Buijs, J.F., Van Winkelhoff, A.J. (2001). Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *J Endod*, 27(2):76-81.
[32] Sen, B.H., Piskin, B., Demirci, T. (1995). Observation of bacteria and fungi in infected root canals and dentinal tubules by SEM. *Endod Dent Traumatol*, 11(1):6-9.
[33] Siqueira, J.F., Jr., Lima, K.C., Magalhaes, F.A., Lopes, H.P., De Uzeda, M. (1999). Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *J Endod*, 25(5):332-335.
[34] Shuping, G.B., Orstavik, D., Sigurdsson, A., Trope, M. (2000). Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. *J Endod*, 26(12):751-755.
[35] Peters, O.A., Peters, C.I. (2006) Cleaning and Shaping the Root Canal System, *Pathways of The Pulp*. 290-357.

[36] Ingle, J.I. (1961). A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 14(8):83-91.
[37] Ram, Z. (1977). Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 44(2):306-312.
[38] Çalışkan, M.K. (2006). Kök Kanal Genişletme Yöntemleri, *Endodontide Tanı ve Tedaviler*, Nobel Tıp Kitabevleri:İstanbul. 291-314
[39] Roane, J.B., Sabala, C.L., Duncanson, M.G., Jr. (1985). The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *J Endod*, 11(5):203-211.
[40] Roane, J.B. (1998). Balanced force, crown-down preparation, and inject-R Fill obturation. *Compend Contin Educ Dent*, 19(11):1137-1140, 1142, 1144-1135, 1148-1139.
[41] Goerig, A.C., Michelich, R.J., Schultz, H.H. (1982). Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. *J Endod*, 8(12):550-554.
[42] Çalışkan, M.K.(2006) Kök Kanal Aletleri, *Endodontide Tanı ve Tedaviler*, Nobel Tıp Kitapevi:İstanbul. 273-290
[43] Fava, L.R. (1983). The double-flared technique: an alternative for biomechanical preparation. *J Endod*, 9(2):76-80.
[44] Morgan, L.F., Montgomery, S. (1984). An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endod*, 10(10):491-498.
[45] Roig-Cayon, M., Brau-Aguade, E., Canalda-Sahli, C., Moreno-Aguado, V. (1994). A comparison of molar root canal preparations using Flexofile, Canal Master U, and Heliapical Instruments. *J Endod*, 20(10):495-499.
[46] Gilles, J.A., Del Rio, C.E. (1990). Comparison of the Canal Master endodontic instrument and K-type files for enlargement of curved root canals. *J Endod*, 16(12):561-565.
[47] Camps, J., Macouin, G., Pertot, W.J. (1994). Effects of the Flexogates and Canal Master U on root canal configuration in simulated curved canals. *Int Endod J*, 27(1):21-25.
[48] Peters, O.A. (2004). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*, 30(8):559-567.
[49] Kyomen, S.M., Caputo, A.A., White, S.N. (1994). Critical analysis of the balanced force technique in endodontics. *J Endod*, 20(7):332-337.
[50] Gergi, R., Rjeily, J.A., Sader, J., Naaman, A. (2010). Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod*, 36(5):904-907.
[51] Bergmans, L., Van Cleynenbreugel, J., Wevers, M., Lambrechts, P. (2001). Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. Status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent*, 14(5):324-333.
[52] Metzger Z, B.B., Goodis HE. (2011). Instruments, Materials and Devices. *Cohen's Pathways of the Pulp*, 223-282.
[53] Al-Omari, M.A., Dummer, P.M., Newcombe, R.G. (1992). Comparison of six files to prepare simulated root canals. *Int Endod J*, 25(2):57-66.
[54] Saunders, E. (2005). Hand instrumentation in root canal preparation. *Endod Topics*, 163-167.

[55] Buehler, W.J., Gilfrich, J., Wiley, R. (1963). Effect of low-temperature phase changes on the mechanical properties of alloys near composition TiNi. *J Appl Phys*, 34(5):1475-1477.
[56] Hon, Y.H., Wang, J.Y., Pan, Y.N. (2003). Composition/phase structure and properties of titanium-niobium alloys. *Mater trans*, 44(11):2384-2390.
[57] Walia, H.M., Brantley, W.A., Gerstein, H. (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod*, 14(7):346-351.
[58] Thompson, S.A. (2000). An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J*, 33(4):297-310.
[59] Pruett, J.P., Clement, D.J., Carnes, D.L. (1997). Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*, 23(2):77-85.
[60] Buehler, W.J., Wang, F.E. (1968). A summary of recent research on the Nitinol alloys and their potential application in ocean engineering. *Ocean Eng*, 1(1):105-120.
[61] Dolce, M., Cardone, D. (2001). Mechanical behaviour of shape memory alloys for seismic applications 1. Martensite and austenite NiTi bars subjected to torsion. *Int J Mech Sci*, 43(11):2631-2656.
[62] Thompson, S. (2000). An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J*, 33(4):297-310.
[63] Otsuka, K., Ren, X. (2005). Physical metallurgy of Ni-Ti based shape memory alloys. *Prog Mater Sci*, 50(5):511-678.
[64] Stoeckel, D., Pelton, A., Duerig, T. (2004). Self-expanding nitinol stents: material and design considerations. *Eur Radiol*, 14(2):292-301.
[65] Schäfer, E. (1997). Root canal instruments for manual use: a review. *Dent Traumatol*, 13(2):51-64.
[66] Schäfer, E., Tepel, J. (1996). Cutting efficiency of Hedstrom, S and U files made of various alloys in filing motion. *Int Endod J*, 29(5):302-308.
[67] Walia, H., Costas, J., Brantley, W., Gerstein, H. (1989). An initial investigation of the bending and torsional properties of the Nitinol root canal files. *J Endod*, 14(7):346-351
[68] Serene, T.P., Adams, J.D., Saxena, A.(1995) Nickel-titanium instruments: applications in endodontics. *Ishiyaku EuroAmerica*.31(7):89-101
[69] Brockhurst, P., Hsu, E. (1998). Hardness and strength of endodontic instruments made from NiTi alloy. *Aust Endod J*, 24(3):115-119.
[70] Tepel, J., Schäfer, E., Hoppe, W. (1995). Root canal instruments for manual use: cutting efficiency and instrumentation of curved canals. *Int Endod J*, 28(2):68-76.
[71] Schafer, E., Tepel, J., Hoppe, W. (1995). Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals. *J Endod*, 21(10):493-497.
[72] Schäfer, E., Oitzinger, M. (2008). Cutting efficiency of five different types of rotary nickel–titanium instruments. *J Endod*, 34(2):198-200.
[73] Gambarini, G. (2001). Advantages And Disadvantages Of New Torque-Controlled Endodontic Motors And Low-Torque NiTi Rotary Instrumentation. *Aust Endod J*, 27(3):99-104.
[74] Yaman, S.D. (2002). Endodontide Kullanılan Kök Kanal Aletleri. *Acta Odontol Turc*, 19(3):51-56.

[75] Rubin, L.M., Skobe, Z., Krakow, A.A., Gron, P. (1979). The effect of instrumentation and flushing of freshly extracted teeth in endodontic therapy: a scanning electron microscope study. *J Endod*, 5(11):328-335.
[76] Musikant, B., Cohen, B., Deutsch, A. (1998). Simplified obturation of tapered canal preparations. *Compend Contin Educ Dent*, 19(11):1152-1155.
[77] Haapasalo, M., Shen, Y. (2013). Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. *Endodon topics*, 29(1):3-17.
[78] McCormick, P., Liu, Y. (1994). Thermodynamic analysis of the martensitic transformation in NiTi-II. Effect of transformation cycling. *Acta Metall Mater*, 42(7):2407-2413.
[79] Gao, Y., Gutmann, J.L., Wilkinson, K., Maxwell, R., Ammon, D. (2012). Evaluation of the impact of raw materials on the fatigue and mechanical properties of ProFile Vortex rotary instruments. *J Endod*, 38(3):398-401.
[80] Ye, J., Gao, Y. (2012). Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *J Endod*, 38(1):105-107.
[81] Hashem, A.A.R., Ghoneim, A.G., Lutfy, R.A., Foda, M.Y., Omar, G.A.F. (2012). Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J Endod*, 38(7):996-1000.
[82] K3XF technical card. Orange, C.S. (https://www.kerrdental.com/kerr-endodontics/k3-xf-niti-endo-files-shape Erişim: 05/05/2016)
[83] K3 procedure pack. Orange, C.S. (https://www.kerrdental.com/resource-center/k3-files-procedure-pack-technique-card Erişim:05/05/2016)
[84] Pérez-Higueras, J.J., Arias, A., José, C. (2013). Cyclic fatigue resistance of K3, K3XF, and twisted file nickel-titanium files under continuous rotation or reciprocating motion. *J Endod*, 39(12):1585-1588.
[85] Shen, Y., Riyahi, A.M., Campbell, L., Zhou, H., Du, T., Wang, Z., Qian, W., Haapasalo, M. (2015). Effect of a combination of torsional and cyclic fatigue preloading on the fracture behavior of K3 and K3XF instruments. *J Endod*, 41(4):526-530.
[86] Ayar, L., Love, R. (2004). 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*, 37(9):593-601.
[87] Guelzow, A., Stamm, O., Martus, P., Kielbassa, A. (2005). Comparative study of six rotary nickel–titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J*, 38(10):743-752.
[88] http://eu.sybronendo.com/sybronendo-shape-k3xf-02 Erişim:10/07/2015
[89] Perez-Higueras, J.J., Arias, A., de la Macorra, J.C. (2013). Cyclic fatigue resistance of K3, K3XF, and twisted file nickel-titanium files under continuous rotation or reciprocating motion. *J Endod*, 39(12):1585-1588.
[90] Shen, Y., Riyahi, A.M., Campbell, L., Zhou, H., Du, T., Wang, Z., Qian, W., Haapasalo, M. (2015). Effect of a combination of torsional and cyclic fatigue preloading on the fracture behavior of K3 and K3XF instruments. *J Endod*, 41(4):526-530.
[91] Tsujimoto, M., Irifune, Y., Tsujimoto, Y., Yamada, S., Watanabe, I., Hayashi, Y. (2014). Comparison of conventional and new-generation nickel-titanium files in regard to their physical properties. *J Endod*, 40(11):1824-1829.

[92] Ha, J.H., Kim, S.K., Cohenca, N., Kim, H.C. (2013). Effect of R-phase heat treatment on torsional resistance and cyclic fatigue fracture. *J Endod*, 39(3):389-393.
[93] Gambarini, G., Rubini, A.G., Al Sudani, D., Gergi, R., Culla, A., De Angelis, F., Di Carlo, S., Pompa, G., Osta, N., Testarelli, L. (2012). Influence of different angles of reciprocation on the cyclic fatigue of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*, 38(10):1408-1411.
[94] Shen, Y., Zhou, H.M., Wang, Z., Campbell, L., Zheng, Y.F., Haapasalo, M. (2013). Phase transformation behavior and mechanical properties of thermomechanically treated K3XF nickel-titanium instruments. *J Endod*, 39(7):919-923.
[95] Monga, P., Bajaj, N., Mahajan, P., Garg, S. (2015). Comparison of incidence of dentinal defects after root canal preparation with continuous rotation and reciprocating instrumentation. *Singapore Dent J*, 36(1):29-33.
[96] Topçuoğlu, H., Zan, R., Akpek, F., Topçuoğlu, G., Ulusan, Ö., Aktı, A., Düzgün, S., Ağırnaslıgil, M. (2015). Apically extruded debris during root canal preparation using Vortex Blue, K3XF, ProTaper Next and Reciproc instruments. *Int Endod J*.([Epub ahead of print] doi: 10.1111/iej.12572.)
[97] Frank, A.L. (1967). An evaluation of the Giromatic endodontic handpiece. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 24(3):419-421.
[98] Walmsley, A., Lumley, P., Laird, W. (1989). The oscillatory pattern of sonically powered endodontic files. *Int Endod J*, 22(3):125-132.
[99] Plotino, G., Pameijer, C.H., Grande, N.M., Somma, F. (2007). Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod*, 33(2):81-95.
[100] Luebke, N.H., Brantley, W.A. (1991). Torsional and metallurgical properties of rotary endodontic instruments. II. Stainless steel Gates Glidden drills. *J Endod*, 17(7):319-323.
[101] Levy, G. (1989). Canal Finder System 89!!! Improvements and indications after 4 years of experimentation and use. *Rev Odontostomatol (Paris)*, 19(4):327-336.
[102] Levy, G. (1984). Une nouvelle instrumentation pur realiser mecaniquement l'ensemble de la procedure endodontique: le canal finder. *Rev Franc Endod*, 3(2):11-18.
[103] Abou-Rass, M., Ellis, M. (1996). A comparison of three methods of hand and automated instrumentation using the CFS and M4 for preparations of curved and narrow simulated root canals. *Braz Endod J*, 1(1):25-33.
[104] Limongi, O., Klymus, Â.O., Baratto Filho, F., Vanni, J.R., Travassos, R. (2004). In vitro evaluation of the presence of apical deviation with employment of automated handpieces with continuous and alternate motion for root canal preparation. *J Appl Oral Sci*, 12(3):195-199.
[105] Hülsmann, M., Stryga, F. (1993). Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. *J Endod*, 19(3):141-145.
[106] Spyropoulos, S., ElDeeb, M., Messer, H. (1987). The effect of Giromatic files on the preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J*, 20(3):133-142.
[107] Free, C., Subscriber, C. (2013). Root canal preparation using TF™ Adaptive nickel-titanium instruments. *Oralhealth*,45-50.
[108] http://www.vdw-dental.com/en/products/reciprocating-preparation.html. Erişim:10/07/2015

[109] Grande, N.M., Ahmed, H.M.A., Cohen, S., Bukiet, F., Plotino, G. (2015). Current Assessment of Reciprocation in Endodontic Preparation: A Comprehensive Review-Part I: Historic Perspectives and Current Applications. *J Endod*, 41(11):1778-1783.
[110] Gambarini, G., Glassman, G. (2013). TF Adaptive: A Novel Approach to Nickel-Titanium Instrumentation.*OralHealth*,22-30
[111] Seltzer, S., Naidorf, I.J. (2004). Flare-ups in endodontics: I. Etiological Factors. *J Endod*, 30(7):476-481.
[112] Seltzer, S., Naidorf, I.J. (1985). Flare-ups in endodontics: II. Therapeutic measures. *J Endod*, 11(12):559-567.
[113] Myers, G.L., Montgomery, S. (1991). A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *J Endod*, 17(6):275-279.
[114] McKendry, D.J. (1990). Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. *J Endod*, 16(1):24-27.
[115] Siqueira, J. (2003). Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J*, 36(7):453-463.
[116] Siqueira, J.F., Rôças, I.N. (2004). Polymerase chain reaction–based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 97(1):85-94.
[117] Seltzer, S., Soltanoff, W., Smith, J. (1973). 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*, 36(5):725-737.
[118] Siqueira, J., Barnett, F. (2004). Interappointment pain: mechanisms, diagnosis, and treatment. *Endodon topics*, 7(1):93-109.
[119] Hülsmann, M., Hahn, W. (2000). Complications during root canal irrigation–literature review and case reports. *Int Endod J*, 33(3):186-193.
[120] Spangberg, L., Engström, B., Langeland, K. (1973). Biologic effects of dental materials: 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 36(6):856-871.
[121] Brown, D.C., Moore, B.K., Brown, C.E., Newton, C.W. (1995). An in vitro study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. *J Endod*, 21(12):587-591.
[122] VandeVisse, J.E., Brilliant, J.D. (1975). Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod*, 1(7):243-246.
[123] Altundasar, E., Nagas, E., Uyanik, O., Serper, A. (2011). Debris and irrigant extrusion potential of 2 rotary systems and irrigation needles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 112(4):31-35.
[124] Karataş, E., Arslan, H., Kırıcı, D., Alsancak, M., Çapar, I. (2015). Quantitative evaluation of apically extruded debris with Twisted File Adaptive instruments in straight root canals: reciprocation with different angles, adaptive motion and continuous rotation. *Int Endod J*, 49(4):382-85
[125] Salzgeber, R.M., Brilliant, J.D. (1977). An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *J Endod*, 3(10):394-398.

[126] Hachmeister, D.R., Schindler, W.G., Walker, W.A., Thomas, D.D. (2002). The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *J Endod*, 28(5):386-390.
[127] Tanalp, J., Güngör, T. (2014). Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J*, 47(3):211-221.
[128] Fairbourn, D.R., McWalter, G.M., Montgomery, S. (1987). The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod*, 13(3):102-108.
[129] Psimma, Z., Boutsioukis, C., Vasiliadis, L., Kastrinakis, E. (2013). A new method for real-time quantification of irrigant extrusion during root canal irrigation ex vivo. *Int Endod J*, 46(7):619-631.
[130] Peeters, H.H., Mooduto, L. (2013). Radiographic examination of apical extrusion of root canal irrigants during cavitation induced by Er, Cr: YSGG laser irradiation: an in vivo study. *Clin Oral Investig*, 17(9):2105-2112.
[131] Nekoofar, M.H., Sheykhrezae, M.S., Meraji, N., Jamee, A., Shirvani, A., Jamee, J., Dummer, P.M. (2015). Comparison of the effect of root canal preparation by using WaveOne and ProTaper on postoperative pain: a randomized clinical trial. *J Endod*, 41(5):575-578.
[132] Uzunoglu, E., Görduysus, M., Görduysus, Ö. (2015). A comparison of different irrigation systems and gravitational effect on final extrusion of the irrigant. *J Clin Exp Dent*, 7(2):218-223.
[133] Reddy, S.A., Hicks, M.L. (1998). Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod*, 24(3):180-183.
[134] Azar, N.G., Ebrahimi, G. (2005). Apically-Extruded Debris Using The ProTaper System. *Aust Endod J*, 31(1):21-23.
[135] Tanalp, J., Kaptan, F., Sert, S., Kayahan, B., Bayirl, G. (2006). Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 101(2):250-257.
[136] Elmsallati, E.A., Wadachi, R., Suda, H. (2009). Extrusion of debris after use of rotary nickel-titanium files with different pitch: A pilot study. *Aust Endod J*, 35(2):65-69.
[137] Robinson, J.P., Lumley, P.J., Cooper, P.R., Grover, L.M., Walmsley, A.D. (2013). Reciprocating root canal technique induces greater debris accumulation than a continuous rotary technique as assessed by 3-dimensional micro–computed tomography. *J Endod*, 39(8):1067-1070.
[138] Bürklein, S., Hinschitza, K., Dammaschke, T., Schäfer, E. (2012). Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J*, 45(5):449-461.
[139] Deonizio, M.D.A., Sydney, G.B., Batista, A., Pontarolo, R., Guimaraes, P.R.B., Gavini, G. (2013). Influence of apical patency and cleaning of the apical foramen on periapical extrusion in retreatment. *Braz Dent J*, 24(5):482-486.
[140] Lambrianidis, T., Tosounidou, E., Tzoanopoulou, M. (2001). The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. *J Endod*, 27(11):696-698.
[141] Schneider, S.W. (1971). A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 32(2):271-275.

[142] Sjögren, U., Figdor, D., Persson, S., Sundqvist, G. (1997). Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J*, 30(5):297-306.
[143] Torabinejad, M., Eby, W.C., Naidorf, I.J. (1985). Inflammatory and immunological aspects of the pathogenesis of human periapical lesions. *J Endod*, 11(11):479-488.
[144] Hinrichs, R.E., Walker, W.A., Schindler, W.G. (1998). A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. *J Endod*, 24(2):102-106.
[145] Elmsallati, E.A., Wadachi, R., Suda, H. (2009). Extrusion of debris after use of rotary nickel-titanium files with different pitch: a pilot study. *Aust Endod J*, 35(2):65-69.
[146] Martin, H., Cunningham, W.T. (1982). An evaluation of postoperative pain incidence following endosonic and conventional root canal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 54(1):74-76.
[147] Beeson, T., Hartwell, G., Thornton, J., Gunsolley, J. (1998). Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus profile. 04 Taper series 29. *J Endod*, 24(1):18-22.
[148] Desai, P., Himel, V. (2009). Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod*, 35(4):545-549.
[149] Mitchell, R.P., Yang, S.-E., Baumgartner, J.C. (2010). Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *J Endod*, 36(2):338-341.
[150] Borges, Á.H., Pereira, T.M., Porto, A.N., de Araújo Estrela, C.R., Pedro, F.L.M., Aranha, A.M.F., Guedes, O.A. (2015). The Influence of Cervical Preflaring on the Amount of Apically Extruded Debris after Root Canal Preparation Using Different Instrumentation Systems. *J Endod*, 42(3):465-469.
[151] Ghivari, S.B., Kubasad, G.C., Chandak, M.G., Akarte, N. (2011). Apical extrusion of debris and irrigant using hand and rotary systems: A comparative study. *J Conserv Dent*, 14(2):187-190.
[152] Kustarci, A., Akdemir, N., Siso, S.H., Altunbas, D. (2008). Apical extrusion of intracanal debris using two engine driven and step-back instrumentation techniques: an in-vitro study. *Eur J Dent*, 2(4):233-239.
[153] Lee, S.J., Lee, C.S., Strittmatter, E. (1991). An in vitro comparison of root canal content extrusion using ultrasonic and hand instrumentation. *Dent Traumatol*, 7(2):65-68.
[154] Kum, K.-Y., Spängberg, L., Cha, B.Y., Il-Young, J., Seung-Jong, L., Chan-Young, L. (2000). Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod*, 26(12):719-723.
[155] Alodeh, M., Dummer, P. (1989). A comparison of the ability of K-files and Hedstrom files to shape simulated root canals in resin blocks. *Int Endod J*, 22(5):226-235.
[156] Siqueira, J.F. (2005). Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. *Endodon topics*, 10(1):123-147.
[157] Sjögren, U., Hägglund, B., Sundqvist, G., Wing, K. (1990). Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod*, 16(10):498-504.

[158] Martin, H., Cunningham, W.T. (1982). The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 53(6):611-613.
[159] Topçuoğlu, H., Düzgün, S., Akpek, F., Topçuoğlu, G., Aktı, A. (2015). Influence of a glide path on apical extrusion of debris during canal preparation using single-file systems in curved canals. *Int Endod J*. ([Epub ahead of print]doi: 10.1111/iej.12484).
[160] Parirokh, M., Jalali, S., Haghdoost, A.A., Abbott, P.V. (2012). Comparison of the effect of various irrigants on apically extruded debris after root canal preparation. *J Endod*, 38(2):196-199.
[161] Mangalam, S., Rao, C., Lakshminarayanan, L. (2002). Evaluation of apically extruded debris and irrigant using three instrumentation techniques. *Endodontology*, 14(1):19-23.
[162] Reddy, S.A., Hicks, M.L. (1998). Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod*, 24(3):180-183.
[163] Kuştarcı, A., Akpınar, K.E., Er, K. (2008). Apical extrusion of intracanal debris and irrigant following use of various instrumentation techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 105(2):257-262.
[164] Madhusudhana, K., Mathew, V., Reddy, N. (2010). Apical extrusion of debris and irrigants using hand and three rotary instrumentation systems-An in vitro study. *Contemp Clin Dent*, 1(4):234-236.
[165] Capar, I., Arslan, H., Ertas, H., Gök, T., Saygılı, G. (2015). Effectiveness of ProTaper Universal retreatment instruments used with rotary or reciprocating adaptive motion in the removal of root canal filling material. *Int Endod J*, 48(1):79-83.
[166] Konarılı, M., Esener, İ.T., Akpınar, K.E., Kuştarcı, A. (2010). İki Farklı Döner Nikel-Titanyum Preparasyon Sistemi Ve İki Farklı El Preparasyon Sisteminin Eğimli Kök Kanallarının Şekillendirilmesindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması.*Cumhuriyet Dent J*,13(1):40-47
[167] Chapman, C., Collee, J., Beagrie, G. (1968). A preliminary report on the correlation between apical infection and instrumentation in endodontics. *Int Endod J*, 2(1):7-11.
[168] Kennedy, J., Hussey, D. (2007). The antimicrobial effects of root canal irrigation and medication. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 103(4):560-569.
[169] Leonardi, L.E., Atlas, D.M., Raiden, G. (2007). Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. *Braz Dent J*, 18(1):16-19.
[170] De-Deus, G., Neves, A., Silva, E.J., Mendonça, T.A., Lourenço, C., Calixto, C., Lima, E.J.M. (2015). Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clin Oral Investig*, 19(2):357-361.
[171] Abou-Rass, M., Piccinino, M.V. (1982). The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 54(3):323-328.
[172] Nagaveni, S.A., Balakoti, K.R., Smita, K., Ratnakar, P., Satish, S., Aravind, T. (2013). Quantitative Evaluation of Apical Extrusion of Debris and Irrigants using Four Rotary Instrumentation Systems: An in vitro Study. *J Contemp Dent Pract*, 14(6):1065.

[173] Küçükyılmaz, E., Savas, S., Saygili, G., Uysal, B. (2015). Assessment of apically extruded debris and irrigant produced by different nickel-titanium instrument systems. *Braz Oral Res*, 29(1):1-6.
[174] Ghivari, S.B., Kubasad, G.C., Deshpande, P. (2012). Comparative evaluation of apical extrusion of bacteria using hand and rotary systems: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 15(1):32.
[175] Garlapati, R., Venigalla, B.S., Patil, J.D., Raju, R., Rammohan, C. (2013). Quantitative evaluation of apical extrusion of intracanal bacteria using K3, Mtwo, RaCe and protaper rotary systems: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 16(4):300-304.
[176] Sowmya, H., Subhash, T., Beena Rani Goel, N.T., Shilpa, H.B. (2014). Quantitative assessment of apical debris extrusion and intracanal debris in the apical third, using hand instrumentation and three rotary instrumentation systems. *J Clin Diagn Res*, 8(2):206.
[177] Kustarci, A., Akdemir, N., Siso, S.H., Altunbas, D. (2008). Apical extrusion of intracanal debris using two engine driven and step-back instrumentation techniques: an in-vitro study. *Eur J Dent*, 2(4):233-239.
[178] Ghogre, P., Chourasia, H.R., Agarwal, M., Singh, M., Gurav, S., Ghogre, R. (2015). Quantitative evaluation of apical extrusion of intracanal bacteria using rotary ProTaper, K3XF, twisted and hand K-file system: An ex vivo study. *Indian J Dent Res*, 26(4):406-410.
[179] Kucukyilmaz, E., Savas, S., Saygili, G., Uysal, B. (2014). Evaluation of Apically Extruded Debris and Irrigant Produced by Different Nickel-Titanium Instrument Systems in Primary Teeth. *J Contemp Dent Pract*, 16(11):864-868.
[180] Nayak, G., Singh, I., Shetty, S., Dahiya, S. (2014). Evaluation of apical extrusion of debris and irrigant using two new reciprocating and one continuous rotation single file systems. *J Dent (Tehran)*, 11(3):302-309.
[181] Bürklein, S., Benten, S., Schäfer, E. (2014). Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J*, 47(5):405-409.
[182] Surakanti, J.R., Venkata, R.C.P., Vemisetty, H.K., Dandolu, R.K., Jaya, N.K.M., Thota, S. (2014). Comparative evaluation of apically extruded debris during root canal preparation using ProTaper™, Hyflex™ and Waveone™ rotary systems. *J Conserv Dent*, 17(2):129-132.
[183] Üstün, Y., Çanakçi, B., Dinçer, A., Er, O., Düzgün, S. (2015). Evaluation of apically extruded debris associated with several Ni–Ti systems. *Int Endod J*, 48(7):701-704.
[184] Silva, E.J.N.L., Tameirão, M.D.N., Belladonna, F.G., Neves, A.A., Souza, E.M., De-Deus, G. (2015). Quantitative transportation assessment in simulated curved canals prepared with an adaptive movement system. *J Endod*, 41(7):1125-1129.
[185] De-Deus, G., Belladonna, F.G., Souza, E.M., Silva, E.J.N.L., De Almeida Neves, A., Alves, H., Lopes, R.T., Versiani, M.A. (2015). Micro–computed tomographic assessment on the effect of ProTaper Next and Twisted File Adaptive systems on dentinal cracks. *J Endod*, 41(7):1116-1119.
[186] Çapar, I., Arslan, H. (2016). A review of instrumentation kinematics of engine-driven nickel–titanium instruments. *Int Endod J*, 49(2):119-135.
[187] De-Deus, G., Brandão, M.C., Barino, B., Di Giorgi, K., Fidel, R.A.S., Luna, A.S. (2010). 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*, 110(3):390-394.

[188] Kirchhoff, A.L., Fariniuk, L.F., Mello, I. (2015). Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *J Endod*, 41(2):237-241.

[189] Gambarini, G., Testarelli, L., De Luca, M., Milana, V., Plotino, G., Grande, N.M., Rubini, A.G., Al Sudani, D., Sannino, G. (2013). The influence of three different instrumentation techniques on the incidence of postoperative pain after endodontic treatment. *Ann Stomatol*, 4(1):152.

İZİNLER

EK 1. Klinik Araştırmalar Kurul Kararı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	K3XF Kanal Eğelerinin Resiprokal, Adaptif ve Rotasyonel Hareketli Preparasyon Sistemleriyle Kullanımlarının Apikalden Taşan Sıvı ve Debris Miktarına Etkilerinin İn-vitro Olarak İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Cumhuriyet Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başhekimlik Girişi TR-58140 Merkez/Sivas
	TELEFON	0 346 258 00 25
	FAKS	0 346 258 00 24
	E-POSTA	cuetikkurul@gmail.com

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Yrd. Doç. Dr. Demet Altunbaş / Araş. Gör. Dt. Mustafa Toyoğlu			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Endodonti Anabilim Dalı			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZI VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
		FAZ 4	☐		
		Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
		İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
		İlaç dışı klinik araştırma	☒		
		Diğer ise belirtiniz			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☐	ULUSLARARASI ☐

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Emin Yener Gültekin
İmza:

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

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	K3XF Kanal Eğelerinin Resiprokal, Adaptif ve Rotasyonel Hareketli Preparasyon Sistemleriyle Kullanımlarının Apikalden Taşan Sıvı ve Debris Miktarına Etkilerinin İn-vitro Olarak İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

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

	Belge Adı		Açıklama
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	SİGORTA	☐	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐	
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐	
	İLAN	☐	
	YILLIK BİLDİRİM	☐	
	SONUÇ RAPORU	☐	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐	
	DİĞER:	☐	

KARAR BİLGİLERİ	**Karar No:2014-12/01**	**Tarih: 16.12.2014**
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerden gerekli izin alınarak gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.	

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

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Emin Yener Gültekin	Üroloji	Cumhuriyet Üniversitesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof. Dr. Kürşat Karadayı	Genel Cerrahi	Cumhuriyet Üniversitesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. Hülya Toker	Periodontoloji	Cumhuriyet Üniversitesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. Ayşe Demirkazık Çançalar	Biyofizik	Cumhuriyet Üniversitesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒	Katılmadı
Doç. Dr. Aynur Engin	Enfeksiyon Hastalıkları	Cumhuriyet Üniversitesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. Özlem Kayım Yıldız	Nöroloji	Cumhuriyet Üniversitesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. Fatih Kılıçlı	Endokrinoloji	Cumhuriyet Üniversitesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Yrd. Doç. Dr. Ziynet Çınar	Biyoistatistik	Cumhuriyet Üniversitesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Emin Yener Gültekin
İmza:

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	K3XF Kanal Eğelerinin Resiprokal, Adaptif ve Rotasyonel Hareketli Preparasyon Sistemleriyle Kullanımlarının Apikalden Taşan Sıvı ve Debris Miktarına Etkilerinin İn-vitro Olarak İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

Yrd. Doç. Dr. Gülay Yıldırım	Tıp Tarihi ve Etik	Cumhuriyet Üniversitesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒	Katılmadı
Yrd. Doç. Dr. Ahmet Altun	Tıbbi Farmakoloji	Cumhuriyet Üniversitesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Uzm. Dr. Levent Sağlam	Aile Hekimi	Sivas Halk Sağlığı Müdürlüğü	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Uzm. Dr. Mutlu Doğan	Genel Cerrahi	Sivas Numune Hastanesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Öğr. Gör. Engin Daşlı	Avukat	Cumhuriyet Üniversitesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Öğret. Şemsettin Ağtaş,	Biyoloji Öğretmeni	Sivas Lisesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Emin Yener Gültekin
İmza:

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

Adı Soyadı	Mustafa TOYOĞLU
Doğum Yeri ve Tarihi	AKÇASU - 1981
Medeni Hali	Evli
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	Cumhuriyet Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, 58140-Sivas
E-posta Adresi	m_toyoglu@hotmail.com

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise	Muradiye Erkek Lisesi, 1999
Yüksek Lisans	Ege Üniversitesi, 2006

İş Tecrübesi

Serbest Diş Hekimi	2008-2010
Sağlık Bakanlığı	Diş Hekimi, 2010-2013
Cumhuriyet Üniversitesi	Araştırma Görevlisi, 2013-

MUSTAFA TOYOĞLU

K3XF KANAL EĞELERİNİN RESİPROKAL, ADAPTİF VE ROTASYONEL HAREKETLİ PREPARASYON SİSTEMLERİYLE KULLANIMLARININ APİKALDEN TAŞAN SIVI VE DEBRİS MİKTARINA ETKİLERİNİN İN-VİTRO OLARAK İNCELENMESİ

CÜSBE
SİVAS
2016