

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ**

**ÜÇ FARKLI EĞE SİSTEMİNİN KÖK KANAL DOLGU  
MATERYALİNİ UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİĞİ:  
MİKRO-BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ÇALIŞMASI**

**Dt. Çiğdem CANBAZOĞLU**

**Endodonti (Diş) Programı  
DOKTORA TEZİ**

**NİSAN  
2015**

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ**

**ÜÇ FARKLI EĞE SİSTEMİNİN KÖK KANAL DOLGU  
MATERYALİNİ UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİĞİ:  
MİKRO-BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ÇALIŞMASI**

**Dt. Çiğdem CANBAZOĞLU**

**Endodonti (Diş) Programı,  
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Bahar ÖZÇELİK**

**NİSAN  
2015**

Anabilim Dalı	: <b>Endodonti</b>
Program	: <b>Endodonti</b>
Tez Başlığı	: <b>Üç Farklı Eğe Sisteminin Kök Kanal Dolgu Materyalini Uzaklaştırma Etkinliği : Mikro-Bilgisayarlı Tomografi Çalışması</b>
Öğrenci Adı-Soyadı	: <b>Çiğdem Canbazoğlu</b>
Savunma Sınavı Tarihi	: <b>06.04.2015</b>

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans/doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	<b>Prof. Dr. Bade Sonat</b>	<i>(İmza)</i>
	<b>Ankara Üniversitesi</b>	
Tez danışmanı:	<b>Prof. Dr. Bahar Özçelik</b>	<i>(İmza)</i>
	<b>Hacettepe Üniversitesi</b>	
Üye:	<b>Prof. Dr. Özgür Topuz</b>	<i>(İmza)</i>
	<b>Gazi Üniversitesi</b>	
Üye:	<b>Doç. Dr. Zeliha Yılmaz</b>	<i>(İmza)</i>
	<b>Hacettepe Üniversitesi</b>	
Üye:	<b>Doç. Dr. Özgür Uyanık</b>	<i>(İmza)</i>
	<b>Hacettepe Üniversitesi</b>	

#### ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

*(İmza)*

Prof.Dr. Ersin FADILLIOĞLU  
Müdür

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimde ve tez çalışmamda verdikleri destek ve yardımlarından dolayı tez danışmanım sayın Prof.Dr. Bahar Özçelik, yardımcı tez danışmanım sayın Doç.Dr. Zeliha Yılmaz ve sayın Doç.Dr. Özgür Uyanık'a,

Doktora hayatım boyunca eğitimime sağladıkları katkı için Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı sayın öğretim üyesi hocalarıma,

Tez çalışmamın mikro bilgisayarlı tomografi taramalarını gerçekleştiren Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı öğretim üyesi sayın Prof.Dr. Hakan Hamdi Çelik ve sayın Ar. Gör. Alper Vatansever'e,

Tez çalışmamın Mikro bilgisayarlı tomografi kesitlerinin hacim analizlerini yapan ODTÜ Biyomaten Bölümü ve sayın Dr. Arda Büyüksungur'a ,

Tez çalışmam süresinde paylaştığı deneyimler ve yardımları için sayın Dr. Dt. Kerem Aşkın'a,

Tüm doktora hayatım boyunca tecrübesini benimle paylaşan, eğitimime yaptığı katkılar ve bana sunduğu sonsuz dostluk için sayın Dr.Dt. Derya Deniz Sungur'a,

Eğitim hayatım boyunca beraberce çalıştığım ve varlıklarıyla beni mutlu eden çok değerli dostlarım sayın Dr.Dt. Selen Küçükçaya, Dr.Dt. Emel Uzunoğlu, Dt. Hacer Aksel, Dr.Dt. Eda Aslantaş, Dr.Dt. Ayhan Eymirli 'ye,

Birlikte çalışmaktan ve dostluklarından keyif aldığım değerli kardeşlerim sayın Dt. Ahmet Keleş, Dt. Sevinc Askerbeyli, Dt. İdil Arıker, Dt. Merve Işık, Dt. Işıl Özışık, Dt.Çiğdem Dik, Dt. Özge Erdoğan ve Dt. Ceren Bayram'a, Dt. Elifcan Ayhan'a,

Hayatım boyunca sevgi ve desteğini benden esirgemeyen, varlıklarına her gün dua ettiğim canım annem, babam ve kardeşime,

Karşıma çıkan her zorluğu birlikte aştığım, sonsuz desteğini ve sevgisini esirgemeyen değerli eşim, yol arkadaşım Dt. Emrah Canbazoğlu'na

Sonsuz teşekkürler...

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. ( H.Ü.B.A.B Proje No: 014D01201003)

## ÖZET

**Canbazoglu,Ç.Ç. Üç Farklı Ege Sisteminin Kök Kanal Dolgu Materyalini Uzaklaştırma Etkinliğinin Karşılaştırılması: Mikro Bilgisayarlı Tomografi Çalışması, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti (Diş) Programı, Doktora Tezi, Ankara 2015.** Bu çalışmanın amacı, alt çene birinci ve ikinci keser dişlerde uygulanmış olan kanal dolgu materyalinin tasarım ve özellik olarak farklılık gösteren üç farklı tek ege sistemi kullanılarak uzaklaştırılmasının süre ve etkinlik açısından değerlendirilmesidir. Bu çalışmada otuz adet çürüksüz alt çene birinci ve ikinci keser dişler kullanılmıştır. Dişler kök kanal tedavisi sonrasında ve kök kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra olmak üzere iki kez mikro bilgisayarlı tomografi cihazı ile taranmıştır. Kök kanal tedavisi sonrası ve kanal dolgu materyali uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen kesitler uygun yazılımlar kullanılarak üç boyutlu hale getirilmiş ve kök kanal dolgu materyali miktarı hacimsel olarak belirlenmiştir. Verilerin istatistiksel analizinde; tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ve Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. İncelenen parametrelerde gruplar arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Elde edilen verilere göre incelenen tüm ege gruplarının kök kanal dolgu materyali uzaklaştırmada etkin olduğu ve güvenle kullanılabilceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kök kanal tedavisi yenileme, Mikro bilgisayarlı tomografi, Tek ege sistemi

Destekleyen Kurum: H.Ü.B.A.B Destek Proje No: 014D01201003

## ABSTRACT

**Canbazoglu,C.C. Root Canal Filling Material Removal Efficiency of Three Different Single File Systems: Micro Computed Tomography Study, Hacettepe University, Institute of Health Sciences, PhD. Thesis in Endodontics (Dentistry), Ankara 2015.** The aim of this study is to evaluate the efficiency of three different single rotary file systems on root canal filling material removal performed on mandibular first and second incisor teeth. 30 freshly extracted human teeth without caries were used for this study. Teeth were scanned twice using micro computed tomography device after root canal filling and following root canal filling material removal. Sections obtained were transformed into 3D models using appropriate software and measurements were performed on the images reconstructed. Percentage of volume of residual root canal filling material was measured and the operating time was recorded for each group. Data were analyzed with One-Way ANOVA and Kruskal-Wallis test. Statistically no differences were detected among the study groups with respect to any parameters investigated. Based on the data obtained, it can be concluded that all the single file systems achieved acceptable root canal filling material removal and can be used in endodontic practice.

Key words: Micro computed tomography, Retreatment, Single file System

Supported by: H.U.B.A.B Support Project Number: 014D01201003

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER	x
TABLolar	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi	4
2.2 Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesinde Kullanılan Yöntemler	5
2.2.1 Çalışmamızda Kullandığımız Dönen Eğe Sistemleri	7
2.3 Kök Kanal Sistemini İnceleme Teknikleri	9
2.3.1 Geleneksel Görüntüleme Yöntemleri	9
2.3.2 Üç Boyutlu Görüntüleme Teknikleri	10
3. GEREÇ VE YÖNTEM	16
3.1 Örneklerin Hazırlanması	16
3.1.1 Dişlerin Seçilmesi	16
3.1.2. Örneklerin Hazırlanması	16
3.2 Kök Kanal Tedavisi Sonrası $\mu$ BT Taramaları	17
3.3 Kök Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Tekniği	18
3.4 Kök Kanal Dolgusu Uzaklaştırılması Sonrası $\mu$ BT Taraması	20
3.5 $\mu$ BT Ölçümleri ve Değerlendirilmesi	20
3.6. İstatistiksel Analiz	26
4. BULGULAR	27
4.1 Kök Kanal Dolgu Maddesinin Uzaklaştırılma Süreleri Açısından Değerlendirilmesi	27

4.2 Kök Kanal Dolgu Maddesi Uzaklaştırıldıktan Sonra Geride Kalan Dolgu Maddesi Miktarı Açısından Değerlendirme	28
5.TARTIŞMA	30
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	36
KAYNAKLAR	37
EKLER	
Ek 1. Etik Kurul	



## SİMGELER VE KISALTMALAR

BT	Bilgisayarlı tomografi
CBBT	Cone-beam bilgisayarlı tomografi
CCD	Charge-coupled-device
g-cm	Santimetre başına düşen gram miktarı
FPD	Flat-panel-detector
mpiksel	Megapiksel
Ni	Nikel
NiTi	Nikel Titanyum
Rpm	Dakikadaki devir sayısı
TEM	Taramalı electron mikroskopi
Ti	Titanyum
3B	Üç boyutlu
$\mu$ BT	Mikro bilgisayarlı tomografi

## ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
3.2.	SkyScan 1174®µBT cihazı	17
3.3	OneShape® Kanal Eğe Sistemi	18
3.4	VDW Silver Endodontik Motor	19
3.5	WaveOne® Kanal Eğe Sistemi	19
3.6	Reciproc® Kanal Eğe Sistemi	20
3.7	µBT taraması sonrası elde edilen ham görüntüler	21
3.8	Segmentasyon yapılmış kesit görüntüsü	22
3.9	Kanal dolgusu sonrası alınan kesit görüntüleri	22
3.10.	Grup 1'den bir örneğin kök kanal dolgusu yapıldıktan sonra (a1-a2) ve kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra (b1-b2) 3B modelleri	23
3.11.	Grup 2'den bir örneğin kök kanal dolgusu sonrası (c1-c2) ve kök kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan (d1-d2) sonra 3B modelleri	24
3.12.	Grup 3'den bir örneğin kök kanal dolgusu yapıldıktan (e1-e2) ve kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra (f1-f2) 3B modelleri	25
4.1	Kök kanal dolgu maddesini uzaklaştırmak için geçen süre	28
4.2	Geride kalan kök kanal dolgusu hacmi	29

## TABLOLAR

Tablo	Sayfa
4.1. Gruplara göre işlem süreleri	27
4.2. Gruplara göre kanal dolgularının ilk ve dolgu uzaklaştırıldıktan sonraki hacimleri	29
4.3. Gruplara göre geride kalan dolgu maddesi yüzdesi	29

## 1. GİRİŞ

Endodontik tedavinin amacı, kök kanal sisteminin temizlenip şekillendirilmesini takiben üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurulmasıdır (1). Genellikle başarı oranı % 86-98 gibi yüksek oranlarda bildirilmesine rağmen (2) girilmemiş kanallar (3), perforasyonlar (2), uygun şekilde temizlenip şekillendirilmemiş eksik dolgulu kanallar (4) ve koronal sızıntı (5) gibi birçok faktöre bağlı olarak bu başarı oranı düşmektedir. Bu faktörler, etken olan mikroorganizmaların kök kanal sisteminde ve periapikal bölgede yeniden üremesine neden olmakta ve ardından da periapikal lezyonlarla sonuçlanan enflamatuvar bir reaksiyon ortaya çıkmaktadır. Bu durumda; kök kanal tedavisinin yenilenmesi, endodontik cerrahi veya dişin çekimi olmak üzere üç tedavi seçeneği karşımıza çıkmaktadır (2). Bunlar arasında cerrahi işlem içermeyen kök kanal tedavisinin yenilenmesi işlemi diş hekimliği pratiğinde birçok avantajından dolayı ilk tercih olarak uygulanmaktadır (6).

İdeal kök kanal dolgu maddelerinin bir özelliği de kök kanal tedavilerinin yenilenmesi gereken durumlarda kolaylıkla kök kanalından uzaklaştırılabilmeleridir (2). Gutta-perka, kök kanallarının doldurulması amacıyla kullanılan esas dolgu materyali olup yardımcı kanal dolgu maddesi olarak da çok sayıda farklı kök kanal dolgu patı kullanılmaktadır. Bununla beraber kök kanalı doldurulurken çok sayıda farklı kök kanal dolgu patı da kullanılmaktadır. Kök kanal dolgusunu uzaklaştırma amacıyla birçok teknik ve materyal kullanılmaktadır. Isı, kimyasal ve mekanik yöntemler, ultrasonik aletler ve lazer sıklıkla kullanılanlardır (7-9).

Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında bu yöntemler ve teknikler, tek başına yada kombine kullanılmaktadır. Çoğu kez bunlardan biri tek başına etkili olamamaktadır ancak tüm bu yöntemler arasında yer alan dönen eğe sistemleri; klinik çalışma süresini kısaltması, hasta ve hekim yorgunluğunu azaltması nedeniyle el ile kullanılan eğelerden daha etkili bulunmuştur (10,11). Ancak literatürde yer alan çalışmaların sonuçlarına göre kanal dolgusunu sökme amacıyla uygulanan tüm tekniklerde kanal duvarlarında bir miktar artık madde olduğu bildirilmektedir (12,13). Bu nedenle son yıllarda yeni bir yaklaşım olarak, kanal dolgusu yenileme tedavisinin başarı oranını ve etkinliğini arttırmak için farklı özellikleri olan ve özel olarak bu amaca yönelik çeşitli NiTi dönen eğe sistemleri üretilmektedir. Mtwo retreatment system (VDW, Münih, Almanya), ProTaper Universal retreatment system (Dentsply

Maillefer, Ballaigues, İsviçre), D-RaCe (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre), Reciproc (VDW, Mnh, Almanya), WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), OneShape (MicroMega, Besancon, Fransa) bunlardan bazılarıdır.

Yakın dönemde üretilen OneShape (MicroMega, Besancon, Fransa) tek eğe ile güvenli tedavi imkanı vaat etmektedir. Devamlı rotasyon hareketi ile çalışması ve geleneksel nikel titanyum materyalinden üretilmesi nedeniyle diğer tek eğe sistemlerinden ayrılmaktadır (14). Sistem, #25 uç çapı ve 0.06 sabit açısı olan ve değişken çapraz kesite sahip tek bir eğeden oluşmaktadır (15,16).

Reciproc ve WaveOne, M teli materyalinden üretilip resiprokasyon hareketi ile çalışan, geleneksel NiTi aletlere kıyasla daha dayanıklı olduğu bildirilen eğe sistemleridir (17,18).

Reciproc eğe sistemi üç adet tek eğe içermektedir:

R25 (ilk mm'de 25/.08)

R40 (ilk mm'de 40/.06)

R50 (ilk mm'de 50/.05)

WaveOne eğe sistemi üç adet tek eğe içermektedir:

Small (21/.06)

Primary (ilk mm'de 25/.08)

Large (ilk mm'de 40/.08)

Yapılan çalışmalarda kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması işlemi sonrasında kanal içinde kalan gutta-perka miktarının hesaplanması amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Radyografik değerlendirme (19), dişlerin şeffaflaştırılması (20), fotoğraflama veya mikroskopik analiz öncesi longitudinal kesitleme (21,22) ve  $\mu$ BT (23-25) bunlardan bazılarıdır.

Mikro bilgisayarlı tomografi yöntemi ilk olarak kanal geometrisi ve eğeleme sonrası kanallar içerisindeki değişiklikleri belirlemek için kullanılmıştır (26). Bu teknik aynı zamanda uzaklaştırılan dentin miktarının ve kalan dolgu maddesi miktarının üç boyutlu olarak değerlendirilmesine de olanak sağlar. Özellikle kök kanal tedavisi yenileme vakalarında, dentinin aşırı uzaklaştırılmasının önlenmesi sağlayarak köklerin zayıflamasının dolayısıyla vertikal kök kırıkları ve perforasyonların önlenmesini sağlar (21).

Bu çalışmanın amacı da üç farklı tek eğe sisteminin kök kanal dolgu materyalini uzaklaştırma etkinliğinin mikro bilgisayarlı tomografi ile belirlenip karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1. Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi

Kök kanal tedavileri her zaman başarıyla sonuçlanmayabilir (27). Endodontik tedavide başarıya etki eden faktörler bulunmaktadır. Bu faktörler genel olarak üç grup altında toplanabilir (28);

Tedavi Öncesi Faktörler: Yanlış teşhis konulması, anatomik varyasyonlar, kök kanal boşluğundaki kalsifikasyon ve rezorpsiyonlardır.

Tedavi Sırasındaki Faktörler: İşlemsel hatalar, yetersiz ve asepsi kurallarına uyulmadan temizleme ve şekillendirme yapılması, yetersiz veya taşkın doldurma işlemleridir.

Tedavi Sonrasındaki Faktörler: Koronal sızıntı, travma, periodontal hastalıklar, uygun yapılmamış üst restorasyonlar.

Endodontik tedavinin başarılı kabul edilebilmesi için sadece ağrı olmaması yeterli olmayıp vaka, klinik, radyografik ve histolojik bulgulara göre değerlendirilmelidir (29). Bu değerlendirmede bazı kriterler esas alınır:

#### Klinik Bulgular:

1. Diş asemptomatik olmalıdır (palpasyon ve perküsyonda ağrı olmamalıdır).
2. Yumuşak dokular normal ve sağlıklı olmalı, intraoral ya da ekstraoral şişlik bulunmamalıdır,
3. Mevcut fistül yolu varsa kapanmış olmalıdır,
4. Diş fonksiyonda olmalıdır,
5. Mobilite olmamalıdır.

#### Radyolojik Bulgular:

1. Periapikal lezyonun bulunmadığı dişlerde periodontal membran ve lamina dura normal ve sağlıklı durumunu devam ettirmelidir.
2. Periapikal lezyonun bulunduğu dişlerde lezyonun tamamen kaybolması veya küçülmüş olması, lamina dura ve periodontal membranın yeniden oluşması gerekmektedir.

#### Histolojik Bulgular:

1. Şiddetli iltihabın devam etmesi,

2. Çevredeki rezorbsiyonla beraber kemik oluşumunda bozukluk,
3. Sementteki aktif rezorpsiyonun devam etmesi, başarısızlığın bulgularıdır.

Endodontik başarısızlık olduğunda vaka; restore edilebilirlik, kronal sızıntı, bulunamayan kanallar, kron kök kırıkları, kök kanal anatomisi ve dişin prognozu göz önünde tutularak değerlendirilmelidir (30). Klinisyen bu değerlendirmeler sonucunda; vakayı takip altına almaya, kök kanal tedavisini yenilemeye, endodontik mikrocerrahiye ya da dişin çekimine karar verebilir (27).

Verilen karar kök kanal tedavisini yenileme olduğunda kanal tedavisi yenileme işleminin geleneksel kök kanal tedavisinden farklı olduğu unutulmamalıdır. Çünkü kök kanal tedavisi yenilemedeki amaç kök kanallarının dezenfeksiyonunu sağlamak olmakla birlikte daha önce uygulanmış dolgu materyalinin kök kanalından tamamen uzaklaştırılabilmesi ilk hedeftir (31).

## **2.2 Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesinde Kullanılan Yöntemler**

Başarılı olmayan kök kanal tedavilerinin cerrahi yollara başvurmadan yenilenmesinin uzun dönem klinik sonuçları farklılık göstermektedir. Kanal tedavisinin yenilenmesinde en önemli sorun kök kanal dolgusunun tamamıyla uzaklaştırılmamasıdır. Bu nedenle kök kanal dolgu maddelerini en etkili şekilde uzaklaştırabilmek için çeşitli yöntemler denenmiştir. Bunlar; ultrasonikler (32,33), gutta-perkanın ısı, kimyasal (32,34) ya da mekanik yöntemlerle (paslanmaz çelik el aletleri (35,36)) uzaklaştırılması, dönen aletler (37,38) kullanılması, resiprokasyon yapan sistemler (39,40) ve lazer (41) ya da bunların kombine kullanımı olarak sınıflandırılabilir.

### **Ultrasonikler:**

Gutta-perka ve kanal dolgu patlarının uzaklaştırılmasında ultrasonik enerjiden yararlanılabilir (42). Ultrasonik enerjinin aktarıldığı ege irrigasyon solüsyonuyla doldurulmuş kanal ağzına yerleştirilir ve hafif bir basınçla apikale doğru uygulanır. Ultrasonik enerji ile birlikte irrigant daha çok alana temas eder (43), ulaşılması güç alanlara ulaşır ve böylece daha etkin bir temizleme elde edilir (32).



### **El Eğeleri ile Gutta-perka Uzaklaştırılması:**

Paslanmaz elik el aletleriyle kanal dolgusu uzaklaştırma; özellikle kanal dolgusu yoğun ise ozücü varlığında ya da yokluğunda çok zaman alıcı ve yorucu olabilir (44). Bu işlemde reamer ya da K-tipi eğelerle gutta-perka ve kanal duvarı arasında yol açılır. Hedström eğesi ile apikal bölgede belli bir derinliğe kadar ulaşılır ve daha sonra eğe çeyrek tur dndürölerek geri çekilir. Gutta-perka eğenin yivlerine takılırsa kolaylıkla çıkarılabilir. Bazı alışmalar el aletleriyle gutta-perka uzaklaştırmanın dönen aletlere göre daha üstün olduğunu belirtmektedir (33,45). Öte yandan dönen eğe sistemlerinin üstünlüğünü savunan çalışmalar da mevcuttur (11,21,38).

### **Gutta-perkanın Isıyla Uzaklaştırılması:**

Geleneksel olarak özel ısı taşıyıcı bir enstrüman kullanılarak ısıyla yumuşatılan gutta-perka kök kanalından uzaklaştırılır. Bu yöntemde aletin ucu ısıtılır ve kanala yerleştirilir, daha sonra kanal içinde soğutulur. Soğuma ile birlikte gutta-perka aletin ucuna yapışır. Alet geri çekildiğinde gutta-perka parçası geri gelir (46).

### **Nd:YAG Lazer ile Uzaklaştırma:**

Viducic ve ark. (41) kök kanallarından gutta-perka uzaklaştırma için lazer kullandıkları çalışmalarında, lazer ile söküm işleminin uzun zaman aldığı ve köke iletilen ısının çok yüksek olduğu görölmüştür bu nedenle gutta-perka sökümü için lazer kullanımı önerilmemektedir (41).

### **Gutta-perkanın özücüler Yardımıyla Uzaklaştırılması:**

Kloroform: Çözücü özelliğini kısa sürede gösteren kimyasal bir maddedir. Ancak bu maddenin karsinojenik etkisi ileri sürölerek diş hekimliğinde kullanılması önerilmemektedir(47). Periapikal dokulara karşı oldukça toksiktir (47).

Ksilen: Seanslar arasında uzun dönemde gutta-perkanın çözülmesi için alternatif bir çözücüdür (48). Ancak yavaş çözücü etkisi nedeniyle pratik uygulamalarda çoğunlukla tercih edilmezler ve bunlar da oldukça toksiktir.

Okaliptol: Kloroformdan daha az toksiktir ve antibakteriyel özelliğe sahiptir. Ancak yutulduğunda toksiktir, çözücü etkisi çok azdır. Isıtıldığında kloroformla kıyaslanabilir bir etkinliğe ulaşır (49).

Haloten: Toksisitesinin düşük olması nedeniyle anestezik madde olarak kullanılmıştır. Kloroforma oranla daha az etkilidir. Ultrasoniklerle birlikte kullanıldığında daha etkili olduğu ileri sürülmüştür (50).

### **Gutta-perkanın Dönen Aletlerle Uzaklaştırılması**

Kök kanallarından gutta-perka uzaklaştırmak için dönen aletlerin kullanımı sağladığı avantajlar nedeniyle sıklıkla önerilmektedir. Dönen sistemler, gutta-perkayı parçalamakta ve çalışması sırasında ortaya çıkan ısı nedeniyle de yumuşatmaktadır (51). Literatürde dönen ege sistemlerinin gutta-perkayı daha kısa zamanda ve daha etkin bir şekilde uzaklaştırdığı görüşü vardır (52). Giuliani ve ark. yaptığı çalışmada dönen ege sistemlerinin kök kanallarını el eğelerinden daha temiz bıraktığı gösterilmiştir (53).

#### **2.2.1 Çalışmamızda Kullandığımız Dönen Ege Sistemleri**

##### **Reciproc®**

İlk dönen sistemlerin piyasaya çıkmasının üzerinden yirmi yılı aşkın bir süre geçmişken yeni metod ve üretim tekniklerinin geliştirilmesi ile M-wire NiTi materyali piyasaya sürülmüştür. M-wire yeni bir NiTi materyaldir ve uygulanan özel bir termal işlem sonucunda oluşturulur. İkinci nesil dönen ege sistemlerinde kullanılan bu materyalin daha esnek, döngüsel dirence daha dayanıklı ve daha etkili bir kesme etkinliğine sahip olduğu iddia edilmektedir (54). Resiprokal hareket alet üzerindeki stresi azaltır ve bu nedenle aletlerin kırılma riski azalır (55,56). Resiprokal hareket, aslında balanced force tekniğinin geliştirilmiş versiyonudur (57) ve saat yönünün tersine bir hareket (kesici yön) ve saat yönünde (eğenin gevşeme yönü) bir hareketi içerir. Saat yönünün tersine olan hareketin açısı, saat yönüne olan hareketin açısından büyüktür (58). Bu sayede ege kolaylıkla apikal yönde ilerler (58). Resiprokal hareket özelliğinden dolayı özel bir endodontik motor gerektirir. Resiprokasyon hareketiyle kullanılan eğenin kanal içerisinde merkezde kalarak transportasyonu önlediği (18) ve

gutta-perka ile alet arasında daha büyük temas alanı sağlayarak kanal dolgu maddesi uzaklaştırmada daha etkili olduğu belirtilmiştir (59).

Reciproc eğe sisteminin üç farklı eğesi vardır. Bunlar R25 (25/.08) , R40 (40/.06) ve R50 (50/.05)dir. Üretici firma eğelerin VDW silver endodontik motorunda 'RECİPROC ALL' programında çalışılmasını tavsiye etmektedir. Eğelerin çapraz kesiti 'S' şeklindedir ve kesici uca sahiptirler (58). Tüm eğeler tek kullanımlıktır. Reciproc eğe sistemiyle ilgili literatürdeki çalışmalar; kanal dolgu materyali uzaklaştırma etkinliğini (59), şekillendirme etkinliğini (60,61), apikalden debris taşımını (62), transportasyonu (63), metalürjik özelliklerini (64) ve döngüsel yorgunlukla (65) ilgili parametreleri kapsamaktadır.

### **WaveOne®**

WaveOne eğe sistemi M-wire materyalinden üretilmiştir. Sistemin üç farklı çaptaki eğeleri small (21/.06), primary (25/.08) ve large (40/.08) resiprokal hareket ile çalışmaktadır. Eğeler uçtan sap kısmına kadar devamlı azalan açılı gösterirler (58). Örneğin; .08,.065,.06,.055 gibi. Eğelerin çapraz kesiti değişken şekillidir. Eğenin uç bölgesinde çapraz kesit radial alanlar gösterir, orta bölgelerde modifiye triangular konveks, radyal alanları olan çapraz kesit şafta yakın bölgelerde nötral rake açısı olan triangular konveks yapıya dönen (58). Sistemin tüm eğeleri tek kullanımlıktır. Literatürde sistemle ilgili çalışmalar; kanal dolgu materyali uzaklaştırma etkinliği (59), şekillendirme etkinliği (60,61), apikalden debris taşıma (62), transportasyon (63), metalürjik özellikler (64) ve döngüsel yorgunlukla (65) ilgili çalışmalardır.

### **OneShape®**

OneShape® eğe sistemi konvansiyonel austenite 55-NiTi materyalinden üretilmiştir (15). Devamlı rotasyon hareketiyle çalışmaktadır. Üretici firma 400 rpm hızında ve 4 Ncm tork ayarında çalışılmasını önermektedir (58). Firma aynı zamanda sınırlı tork ayarlı cihazlarla da kullanılabilceğini belirtmektedir (58). Eğelerin değişken çapraz kesiti ve kesici olmayan uçları vardır (15). Değişken vida adımları eğelerin vidalanma riskini azaltır. Eğenin kırılmadan gevşemesini sağlayan ABC (Anti Breakage Control) özelliği vardır. Sistemde uç çapı #25 ve 0.06 sabit açısı olan tek eğe bulunmaktadır (16,58). Çalışmamızda kullanılan eğe sistemleri içerisinde literatürde

en az incelenen eğe, OneShape® eğelerdir. Literatürde OneShape eğe sistemiyle ilgili yapılan çalışmalar; şekillendirme yeteneğini (66,67), transportasyon mikarını (67), döngüsel yorgunluk direncini (68), antimikrobiyal etkinliğini (69) ve eğe yüzeyindeki oluşan çatlakları (70) kapsamaktadır.

### 2.3 Kök Kanal Sistemini İnceleme Teknikleri

Gelişen teknoloji ile kök kanal sisteminin incelenmesinde birçok farklı *in-vitro* teknik kullanılmaktadır. Bu teknikler řu şekilde sınıflandırılabilir:

1. Geleneksel Yöntemler
  - ❖ Boyama ve şeffaştırma
  - ❖ Kopya model oluşturma
  - ❖ Kesit alma
  - ❖ Radyografik teknikler
  - ❖ Taramalı elektron mikroskopi (SEM)
2. Ü Boyutlu Görüntüleme Teknikleri
  - ❖ Bilgisayarlı tomografi (BT)
  - ❖ Mikro bilgisayarlı tomografi ( $\mu$ BT)

#### 2.3.1 Geleneksel Görüntüleme Yöntemleri

##### **Boyama ve şeffaştırma:**

ekilmiş dişlerin ini mürekkebi veya hematoksilen ile boyanması sonrasında asitle dekalsifiye edilip metil salisilat ile şeffaştırması esasına dayalı bir yöntemdir ve dekalsifikasyon, dehidratasyon ve şeffaştırma olmak üzere üç aşamada uygulanmaktadır. Yöntem görsel olarak başarılı görünse de, kök kanal sistemindeki değişimlerin rasyonel ölçümünde bazı limitasyonları mevcuttur (71).

##### **Kesit Alma:**

Bu yöntem, köklerin disk veya taşlar yardımıyla dikey veya yatay yönde belirli aralıklarla kesitler alınarak incelenmesi yöntemidir. Alınan kesitlerde uygun boyama teknikleri ilave edilerek belirli büyütmelemler altında çalışılabilmesine rağmen, kesitlerin alınması sırasında oluşan madde kaybı ve tekrarlanabilir ölçümlerin yapılamaması bu yöntemin dezavantajları olarak sayılabilmektedir (72).

### **Taramalı Elektron Mikroskopi (SEM):**

Elde edilen görüntülerin bölgesel olarak detaylı incelenmesi esasına dayanır. Kök kanalının şekillendirilmesi sonrası kök kanal temizliğinin incelenmesinde uzun yıllardır kullanılmaktadır (73).

### **Radyografik yöntemler:**

Günümüzde kullanım sıklığı azalmış inceleme teknikleri arasında yer alır. Kök kanal şekillendirmesinin öncesinde ve sonrasında kanal içine yerleştirilen ege ve radyoopak maddeler ile alınan radyografların uygun dijital ortamda üst üste çakıştırılması ile elde edilen görüntü üzerinden ölçüm yapılması esasına dayanır. Görüntülerin bukkolingual ve meziodistal olarak alınması tercih edilir. Üst üste çakıştırılacak ilk ve son görüntünün tam olarak üst üste gelmesi örneklerin aynı pozisyonda yerleştirilebilmesine bağlıdır ve hassasiyet gerektirir. Sadece iki düzlemsel doğru üzerinde çalışılması sonucu üç boyutlu görüntüler üzerinden elde edilecek verilerde eksikliklere neden olması radyografik tekniklerin dezavantajları arasında yer almaktadır (74).

## **2.3.2 Üç Boyutlu Görüntüleme Teknikleri**

### **Bilgisayarlı Tomografi (BT):**

X ışınlarının 1895 yılında keşfedilmesi ile başlayan gelişmeler süresinde ortaya çıkmış olan ve dokuların non-invaziv olarak incelenmesine olanak sağlayan tekniklerden biridir. Günümüzde herhangi bir kimyasal madde kullanmadan nesnelerin üç boyutlu (3B) görüntüsünün elde edilmesinde ve görüntüler üzerinde ölçüm yapılmasında kullanılabilen tek yöntem BT yöntemidir. BT endodontik görüntüleme amacıyla ilk kez Tachibana & Matsumoto (1990) tarafından diş örneklerinin 3B rekonstrüksiyonunun yapılmasında kullanılmıştır (75). Takip eden yıllarda mine kalınlığının değerlendirilmesinde (76) ve iki farklı kök kanal şekillendirme tekniğinin (77) değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

Günümüzde daha ileri teknoloji ürünü olan konik ışınlı (Cone-Beam) bilgisayarlı tomografiler (CBBT) diş hekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır. Klinik uygulama için çok daha uygun olan CBBT yöntemi ile, normal BT'den daha kısa sürede (10-70 sn) ve 15 kat daha az radyasyon dozu kullanılarak istenilen dokulardan

kesit alınabilmesi mümkün olmaktadır. CBBT diş hekimliğinde özellikle maksillofasiyel bölge ve diş sert dokularının incelenmesinde 400  $\mu\text{m}$ 'den 125  $\mu\text{m}$ 'ye kadar değişen çözünürlükler ile kullanılmaktadır (78,79).

Son yıllarda bilgisayarlı tomografinin minyatür formları olan  $\mu\text{BT}$  cihazları da piyasaya sürülmüştür.  $\mu\text{BT}$  medikal amaçlı olarak birçok alanda sıklıkla kullanılmaktadır.  $\mu\text{BT}$  yönteminde örnek üzerinde herhangi bir bozulma oluşmaması ve görüntünün tekrar tekrar incelenebilmesi önemli bir avantaj olarak görülür.  $\mu\text{BT}$  katı opak cisimlerin iç yüzeylerinin, taranan cisimde herhangi bir zarara yol açmadan dijital görüntülerini alır ve bu görüntüler daha sonrasında taranan cismin 3B görüntüsünün elde edilmesini sağlar (80). Kaya, kemik, seramik, metal, yumuşak doku gibi oldukça geniş bir inceleme yelpazesine sahiptir. Sistemden elde edilen görüntüler ve veriler daha sonrasında istenirse ek olarak yapılabilen biyolojik, histolojik ve mekanik testler ile kıyaslanabilir (80).  $\mu\text{BT}$  yöntemi *in-vitro* endodontik çalışmalarda sıklıkla tercih ediliyor olmasına rağmen klinik uygulamaya henüz uygun değildir ve *in-vivo* çalışmalara uygun  $\mu\text{BT}$ 'nin geliştirilme çalışmaları devam etmektedir (80).

#### **Diş Hekimliğinde $\mu\text{BT}$ Kullanımı:**

Medikal alanda  $\mu\text{BT}$  kullanılarak 3B modelleme yapılması ilk kez Elliott ve Dover (81) tarafından kemik örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Günümüzde ise  $\mu\text{BT}$ , diş yapısının birçok parametresinin kalitatif ve kantitatif incelenmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Diş hekimliğinde  $\mu\text{BT}$ 'nin kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Mine ve dentin kalınlıkları, oluşmuş çürüğün yeri, miktarı ve pulpaya yakınlığı gibi parametreler  $\mu\text{BT}$  kullanılarak birçok antropolojik çalışmada incelenmiştir.  $\mu\text{BT}$  mine kalınlığını ölçme amaçlı kullanılan efektif ve tekrarlanabilir bir metottur (82,83) ve birçok arkeolojik çalışmada diş örneklerinde mine kalınlığının ölçülmesinde kullanılmıştır (84,85).

Endodonti alanında  $\mu\text{BT}$  kullanımı 1997'de kök kanallarının modellerinin elde edilmesi ile başlanmıştır. Matematiksel olarak kök kanal geometrisinin araştırılması ise Nielsen ve diğerleri tarafından gerçekleştirilmiştir (86). 1999 yılında Rhodes ve ark.  $\mu\text{BT}$  kullanarak 81 $\mu\text{m}$  boyutsal çözünürlük ile kökün ve kök kanalının alan hesaplamasını gerçekleştirmişlerdir (75). Bu çalışmanın sonucunda elde edilen 3B modeller ile köklerin kesit görüntüleri üzerinde çalışılması mümkün hale gelmiştir

(87). Farklı bölge ve yüzeylerden alınabilen istenilen kalınlıkta kesitler ile istenildiğinde iki boyutlu, istenildiğinde ise üç boyutlu olarak elde edilmiş modeller üzerinde analiz yapılması kök kanal anatomisi hakkında sınırsız bilgi sahibi olmamızı sağlar.  $\mu$ BT kök kanalının 3B analizinde kullanmak için uygun ve kolay uygulanan bir yöntemdir.  $\mu$ BT yönteminde diş yapısının iç ve dış anatomisinin farklı bakış açıları kullanılarak ayrı biçimde görülmesi de niteliksel analiz kalitesini artırmaktadır (88).

Günümüzde  $\mu$ BT'nin yeni kullanım alanı doku mühendisliğidir. Doku mühendisliğinde amaç laboratuvar ortamında oluşturulan dokuların insan vücuduna aktarımıdır. Doku mühendisliği teknikleri kullanılarak oluşturulan dokunun miktarı ve yerinin tayininin dokuya zarar vermeden yapılması gerekmektedir. Bu amaçla doku mühendisliğinde kullanılan suni-biyolojik dokuların oluşturduğu yapı iskeletin 3B olarak incelenmesinde ve aynı zamanda yıkıma uğrayan dokuların yerinin kesin tespitinde  $\mu$ BT güvenle kullanılabilir (89).

İmplantolojide  $\mu$ BT, dental implantlar etrafındaki kemik integrasyonunun değerlendirilmesi (90) ve osteointegrasyon ve kemik-implant bağlantısının incelenmesi amacıyla kullanılmaktadır (91,92). Çalışmaların genelinde  $\mu$ BT ile elde edilen sonuçlar histomorfometrik verilerle tutarlılık göstermektedir (90). Dental implantların  $\mu$ BT kullanılarak incelenmesinin en büyük dezavantajlarından biri ise implant-kemik ara yüzünde oluşabilen iki voksellik parsiyel etkiye bağlı oluşabilen 'halasyon' artifaktıdır (93).

Bu alanların dışında  $\mu$ BT ayrıca protetik ve periodontal değerlendirmelerde de kullanılmaktadır.  $\mu$ BT'nin maksillofasiyal bölgede diğer kullanım alanları;

- ❖ *İn-vitro* ve *in-vivo* küçük hayvan görüntüleme (94),
- ❖ İnsan derisi örneklerinin incelenmesi,
- ❖ Trabeküler kemik yapısının görüntülenmesi (95),
- ❖ Membranöz kemik yapısının incelenmesi (96),
- ❖ Oral implant veya greftli periostun incelenmesi (97),
- ❖ Kemik defektlerinin iyileşmesi ve periapikal kemik yıkımının incelenmesi (98),
- ❖ Tümör görüntüleme (99).

### **μBT'nin Çalışma Mekanizması**

μBT sistemlerinde, mikrofokal X-ışını kaynakları ile yüksek çözünürlüklü dedektörler kullanılır ve çözünürlük voksel (hacim elemanı) ile ifade edilir. μBT, uzaysal çözünürlük ile  $1 \times 10^{-6} \text{mm}^3$  voksel boyutuna denk gelen  $10 \mu\text{m}$ 'den daha küçük bir uzaysal çözünürlüğe ulaşmaya izin vermektedir. Tipik olarak, geleneksel tıbbi BT tarayıcıların uzaysal çözünürlüğü ise sadece 1-2 mm'dir ki; bu  $1 \times 1 \text{mm}^3$  voksel boyutuna denk gelir. Geleneksel BT tarayıcılara benzer olarak, tanımlanacak olan objede bozulma olmadığından tekrarlanan analizler mümkündür.

μBT sistemlerinde, kendi etrafında  $360^\circ$  dönen bir örnekten alınan çoklu ve seri görüntülerin rekonstrükte edilmesi ile 3B modeller oluşturulur. Taranan nesne kendi etrafında dönerken, her dönüş esnasında gönderilen X ışını demetlerinden oluşan görüntüler .TIF formatında istenilen dosyaya kaydedilir. Bu elde edilen 16 bitlik gölge görüntülerin miktarı, nesnenin her dönüş sırasında kaç derecelik açı ile hareket ettiği ile orantılıdır. Dönüş açısı küçüldükçe elde edilen görüntünün miktarı ve kalitesi de artmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan SkyScan 1174® (Aartselaar, Belçika) μBT cihazının kamerası 1.3 mpiksel çözünürlüğe sahiptir ve mikro odaklı röntgen kaynağı 20-50 kV/0-800 mikroamperde çalışmaktadır. Maksimum tarama hacmi 30 mm çapında ve 30 mm boyundadır. Tarayıcının röntgen kamerası  $1280 \times 1024$  piksel CCD sensör içermektedir. Bu sensörden elde edilen 2 boyutlu veriler video akışını sağlamak için bağlı olduğu bilgisayara iletilir. Bu kamera görüntüleri, yüksek çözünürlüğe sahip motorlu bir makro lens kullanılarak elde edilmektedir. Tarayıcının merkez kısmındaki numune odası kapısının arkasındaki nesne işleyici, nesneyi 50mm kaydırma içinde aşağı ve yukarı hareket ettirebilir ve nesneyi rekonstrüksiyon aşamasında kullanılacak açısal ham görüntüleri elde etmek için döndürebilir. Kontrol programı her açısal konumda elde edilen çok sayıdaki görüntüyü 16 bit derinliğindeki tek görüntüde toplar. Rekonstrüksiyon programı Nrecon®, elde etme ile aynı anda çalışabilir ve kontrol programı tarafından kaydedilen ham görüntüleri okur, sanal dilimleri isteğe bağlı olarak seçilen görüntüler halinde yeniden inşa eder. Rekonstrüksiyonun ardından ekrandaki kesitler, yeniden inşa edilen alanın herhangi bir noktasında kesit olarak ya da dilim halinde film olarak görüntülenebilir ve gerçekçi bir 3B görüntü oluşturulabilir. Buna ilaveten kesit görüntüler yardımıyla iki ya da üç boyutlu



parametreler hesaplanabilir. Elde etme esnasında kontrol programı tüm ham görüntüleri 16 bit .TIFF görüntüleri olarak kaydeder. Elde edilen projeksiyon görüntü seti, temin edilen DataViewer® ve CTAn gibi pek çok program ile açılabilir ve bir film olarak gösterilebilir. Bunun yanı sıra Adobe Photoshop® gibi 16 bit .TIFF kodlamalı görüntüleri destekleyen pek çok diğer program ile açılabilir.

Ham görüntülerin elde edilmesi tamamlandığında, kontrol programı bir 'prefix.log' dosyası kaydedecektir, burada 'prefix' seçilen veri seti ismidir. Bu metin dosyası tarayıcısı hakkında ve elde etme süreci esnasında kullanılan tüm ayarlar hakkında gerekli olan tüm bilgileri içerir. Yeniden inşa programları bu dosyayı belirli bir tarayıcı için elde etme geometrisini ve nesne konumu ile görüntü formatını açmak için kullanırlar.

Ham görüntülerin rekonstrüksiyonu tek bir bilgisayar veya pek çok gigabit ağı ile birbirine bağlanmış bilgisayar kümesi kullanan NRecon® programı tarafından yapılır. NRecon® programı yeniden inşa sırasında dahili hesaplamalar için kayan nokta veri değerlerini kullanır ve daha sonra operatörün çıktı dosyalarına gri ölçekli görüntü şeklinde kaydedilecek olan yoğunluk penceresini yeniden inşa edilen değerlerin bir aralığı olarak tanımlamasına izin verir. Rekonstrükte edilen görüntüler 16 bit .TIFF formatında veya 8 bit .BMP veya .JPEG formatlarında kaydedilebilir. Yeniden inşa edilen kesit görüntülerin dosya isimleri ham görüntüler ardından '\_rec' ve dört basamaklı bir sayısal değer gelen ve 3B olarak yeniden inşa edilen alan içerisinde yeniden inşa edilen kesitin dikey konumunu belirten aynı ön eki içerir. Rekonstrüksiyon sonuçlarının bütün veri seti görüntüleme için listelenen programlardan herhangi biri tarafından açılabilir. İstenilen çözünürlükte elde edilen görüntüler üzerinde 3B modelleme yazılımları sayesinde değerlendirmeler yapılır.

3B işleme ve analiz için kullanılan 3D-Doctor® ve NRecon® programları ile .TIFF, .BMP veya .JPG formatlarında yeniden inşa edilen veri setleri ile doğrudan çalışılabilir ve analiz sonuçları Microsoft Excel®'e uyumlu metin dosyalarına ve tablolarına kaydedilebilir. 3D-Doctor® *volume render* ve *surface render* gibi işlemleri hastanın iki boyutlu kesit görüntülerinde gerçek zamanlı olarak elde eder. Vektör tabanlı çalışan medikal bir modelleme programıdır. Kesitlerin her biri için kesitlerdeki Hounsfield Değerleri'ne göre segmentasyon yapar. Böylece elde edilen görüntüler üzerinde hesaplamalar gerçekleştirilir.

Çalışmamızda bu literatür bilgileri ışığında, üç farklı tek eğe sistemi ile alt çene birinci ve ikinci keser dişlerde kök kanal dolgu materyali uzaklaştırma etkinliğinin  $\mu$ BT kullanılarak araştırılması hedeflenmiştir.

### 3.GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1 Örneklerin Hazırlanması

27.03.2013 tarihli ve GO 13/229 numaralı Tıbbi Araştırmalar Yerel Etik Kurulu raporu ile Tıbbi Etik açıdan uygun bulunan *in-vitro* çalışmamız Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi Biomatren Laboratuvarı ile gerçekleştirilmiştir.

##### 3.1.1 Dişlerin Seçilmesi

Bu çalışmada kullanılmak üzere otuz adet tek köklü, apikal gelişimini tamamlamış, kalsifikasyon ve rezorpsiyonu olmayan düz kanallara sahip alt santral ve lateral insan dişleri seçildi. Kök çürüğü, kırık veya çatlağı olan dişler çalışmaya dahil edilmedi. Dişlerin üzerindeki sert ve yumuşak doku artıkları temizlendikten sonra dişler kullanılana kadar serum fizyolojik içerisinde bekletildi.

##### 3.1.2. Örneklerin Hazırlanması

Giriş kavitesi açılmasının ardından 10 numara K tipi kanal eğesi ( Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) apikal foramenden görünür oluncaya kadar ilerletildi ve bu uzunluktan 1 mm kısa olacak şekilde çalışma uzunluğu belirlendi.

Kök kanallarının genişletilmesi ProTaper® dönen alet sistemi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile üretici firmanın talimatları doğrultusunda belirlenen hız ve tork değerlerinde X-Smart tork kontrollü elektrikli motor (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanılarak gerçekleştirildi. Sırasıyla SX, S1, S2, F1, F2 eğeleri ile çalışma boyuna kadar genişletilme yapıldı ve her eğe değişiminde kök kanalları 2 ml %2.5 sodyum hipoklorit (NaOCl) ile irrigate edildi. Temizleme ve şekillendirme işlemi tamamlandıktan sonra, kök kanalları, sırasıyla 5'er ml olacak şekilde önce %2.5 NaOCl ardından %17 etilendiamin tetraasetik asit (EDTA) ve en son %2.5 NaOCl ile 1 dakika süre ile irrigate edildi. Kök kanalları #25.06 numara kağıt koniler (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile kurutuldu. AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya) kök kanal dolgu patı kullanılarak ve F2 kanal eğesi ile uyumlu gutta-perka (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) konu kullanılarak kanallar tek kon tekniği ile

dolduruldu. Dişler 37°C de ve % 100 nemli ortamda bir hafta bekletildi. Tüm işlemler tek bir çalışmacı tarafından hazırlandı.

### 3.2 Kök Kanal Tedavisi Sonrası $\mu$ BT Taramaları

Tüm hazırlanan örneklerin kök kanal tedavisinden hemen sonra ve kök kanallarının boşaltılması işleminin ardından  $\mu$ BT taramaları yapılacağından, cihaz içerisine yerleştirilen örneklerin tam olarak yerlerine oturduğundan emin olduktan sonra putty ölçü maddesi (Coltene®, İsviçre) ile örnekler sabitlendi. Taramalar SkyScan 1174® (Aartselaar, Belçika) mikro BT cihazı ile 21  $\mu$ m izotropik çözünürlük ve 50 kV'da yapıldı (Şekil 3.2). Yapılan taramaların piksel boyutları 6-30  $\mu$ m olarak ayarlanıp, taramalar 0.9° dönme açısı ve toplam 360 dikey dönme açısı ile gerçekleştirildi. Örnekler ortalama 150 dakika süreyle tarandı. Taramalar sonunda her örnek için 400 tane ham görüntü elde edilerek .TIFF formatında kaydedildi.

Elde edilen ve .TIFF formatında kaydedilen ham görüntüler, NRecon®(SkyScan 1074®; Kontich, Belçika) yazılım programı kullanılarak rekonstrükte edildi ve daha sonra kullanılmak üzere .BMP formatında kaydedildi. Her diş için aksiyel düzlemde 700-1000 adet kesit elde edildi. Görüntülerin rekonstrüksiyon aşamasında *smoothing misalignment, compensation, ring artifact reduction ve beam-hardening correction* standardizasyonunu sağlamak için uygun değerler belirlendi. Alınan kesit görüntüleri üzerinde kontrast ve keskinlik ayarları yapıldı.



Şekil 3.2. SkyScan 1174® $\mu$ BT cihazı

### 3.3 Kök Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Tekniği

Her grupta 10 adet örnek olacak şekilde 30 adet diş rastgele üç gruba ayrıldı. Her grupta kanal dolgusunu uzaklaştırmak için farklı eğe sistemleri kullanılmıştır. Bu sistemler;

- 1- OneShape sistem (MicroMega, Besoncon, Fransa).
- 2- WaveOne sistem (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)
- 3- Reciproc sistem (VDW, Münih, Almanya)

Kanal dolgusu uzaklaştırılırken herhangi bir çözücü materyal veya yardımcı sistem kullanılmamıştır. Tüm eğe sistemleri üretici firmaların nerisi doğrultusunda bir kez kullanılmıştır.

#### Grup 1:

#25 .06 aplı OneShape® kanal eğesi üretici firmanın nerisi doğrultusunda kullanılarak çalışma uzunluğuna erişinceye kadar gutta-perka ve kanal dolgu patı uzaklaştırmaya çalışılmıştır (şekil 3.3). Eğe sistemi,VDW Silver endodontik motorun (VDW, Münih, Almanya) devamlı döngüsel hareket programında 400 rpm hızında ve 4Ncm tork ayarında çalışma uzunluğuna ulaşıncaya kadar kullanılmıştır ( şekil 3.4).



şekil 3.3 OneShape® Kanal Eğe Sistemi



**Şekil 3.4** VDW Silver Endodontik Motor

**Grup 2:**

WaveOne® sisteminin ‘primary’ (#25.08 ilk milimetrede) eğesi üretici firmanın önerisi doğrultusunda VDW Silver endodontik motor ‘WAVEONE ALL’ programında çalışma uzunluğuna ulaşıncaya kadar ileri ve geri ‘pecking’ hareketiyle kullanılmıştır( Şekil 3.5).



**Şekil 3.5** WaveOne® Kanal Eğe Sistemi

**Grup 3:**

Reciproc® sisteminin R25 (#25.08 ilk milimetrede) kanal eğesi VDW Silver endodontik motor kullanılarak üretici firmanın önerisi doğrultusunda ‘RECIPROC ALL’programında çalışma uzunluğuna ulaşıncaya kadar ileri ve geri ‘pecking’ hareketiyle kullanılmıştır (Şekil 3.6).



**Şekil 3.6** Reciproc® Kanal Eĝe Sistemi

Kanal dolgusu uzaklaştırılması sırasında % 2.5'luk 5 ml NaOCl irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmıştır. Son irrigasyonun ardından 2ml %17 EDTA smear tabakasının uzaklaştırılması için kullanılmıştır.

#### **Süre Değerlendirmesi:**

Örneklerin kök kanal dolguları OneShape®, WaveOne® ve Reciproc® kanal eğeleri kullanılarak uzaklaştırılırken, çalışma uzunluğuna ulaşıncaya kadar geçen süre kronometre yardımı ile kaydedildi. Preparasyon süresi; toplam eğeleme süresine, irrigasyon ve alet yivlerinin temizlenme süresi dahil edilmeyerek kaydedildi.

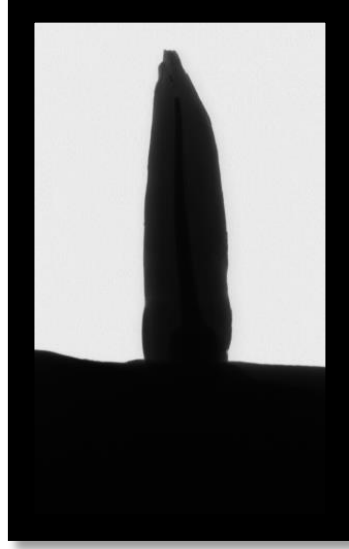
#### **3.4 Kök Kanal Dolgusu Uzaklaştırılması Sonrası µBT Taraması**

Bütün örneklerin kök kanal dolgu materyalleri uzaklaştırıldıktan sonra ilk taramadaki kurallar doğrultusunda ikinci taraması geręekleştirildi. Örnekler, hazırlanan tam uyumlu kalıplar sayesinde preparasyon öncesi taramalarla aynı pozisyonda olacak şekilde µBT cihazı içerisine yerleştirildi. İkinci tarama sonrasında görüntüler kontrol edildi.

#### **3.5 µBT Ölçümleri ve Değerlendirilmesi**

Kök kanal sisteminden uzaklaştırılan dolgu materyalinin analizi amacıyla ilk ve son taramalardan elde edilen ham görüntülerden Nrecon®(SkyScan,Belçika) yazılım programı kullanılarak 2 boyutlu kesitler elde edildi (Şekil 3.7). Kök kanal dolgusu uzaklaştırılmadan önce ve uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen 2 boyutlu

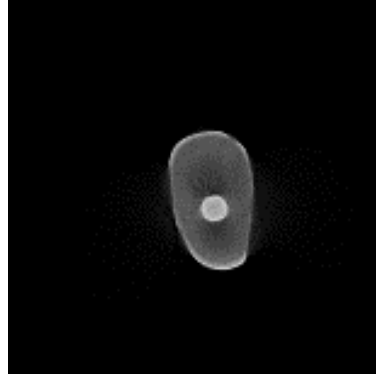
kesitler 3B analiz programı olan 3D-Doctor® (v.3.5 Able Software Corp; Lexington, MA) medikal analiz programına aktarıldı.



**Şekil 3.7**  $\mu$ BT taraması sonrası elde edilen ham görüntüler

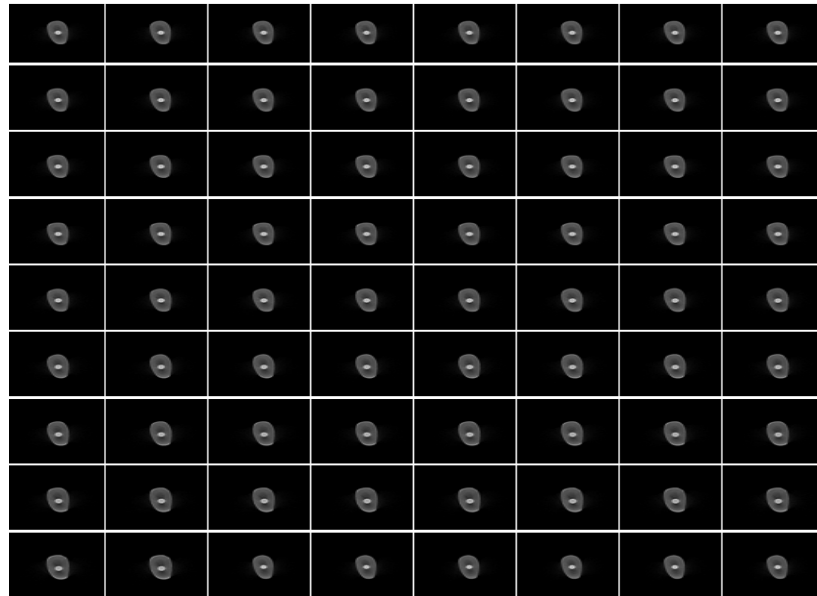
Bu çalışmada segmentasyon yapılırken standardizasyon amacı ile referans noktaları belirlendi. *Boundary* işlemi yapılan kesitler *dekupe* edildi ve bu aşamada gerekli düzeltmeler yapıldı. Kalibrasyon yapılan kesitler üzerinde görüntülerin 3B *surface rendering*'i yapıldı. İlk ve son kesitlerden oluşturulan modeller kökün dış konturları referans alınarak birleştirildi. .STL formatında kaydedilen görüntüler NURBS (non uniform rotational b spline) temelli Rhinoceros 3D® (Robert McNeel & Associates, Seattle, Amerika) ve CTAn®(SkyScan,Belçika) analiz programına aktarıldı. Çevirme esnasında CTAn® ve Rhinoceros 3D® programında yeniden inşa edilen nesnelerin hızlı protipleme ve stereolitografi için standart .STL(ASCII and Binary) formatının yanı sıra gerçekçi görüntüleme için 3B modelleri .3DS, .DXF, .IGES, .3DS, .OBJ, .VRML, .PLY, .JGS formatlarında kaydedildi (Şekil 3.8).



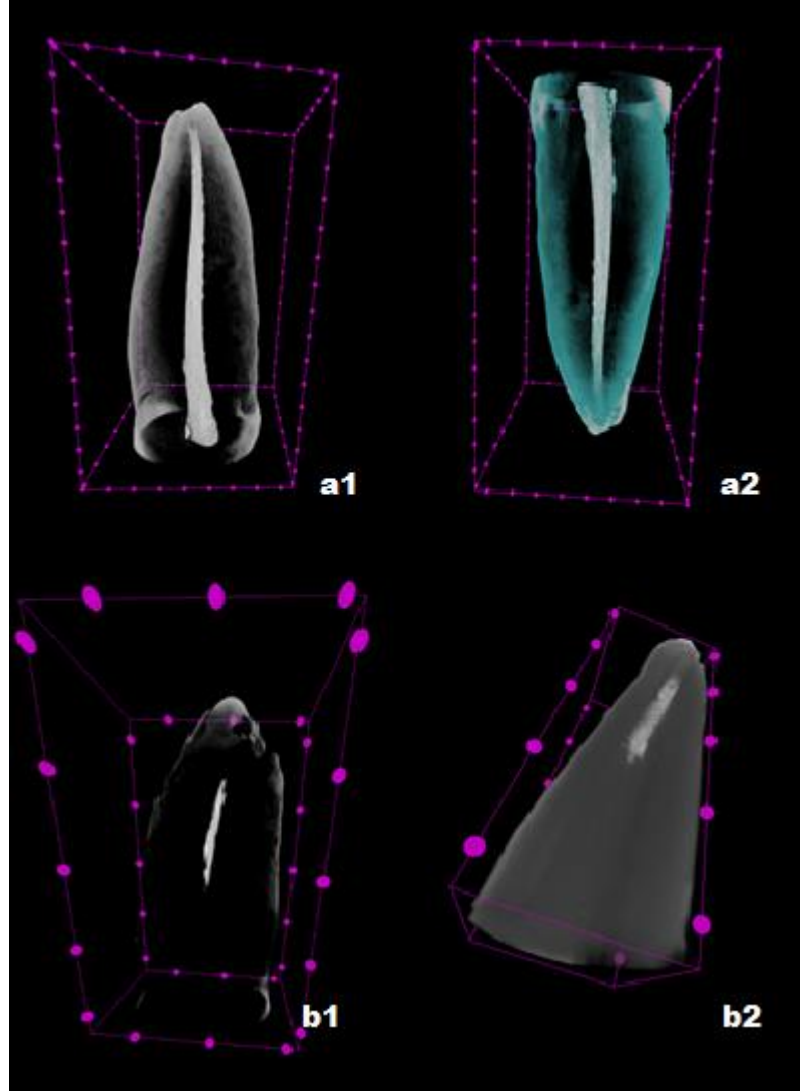


**Şekil 3.8** Segmentasyon yapılmış kesit görüntüsü

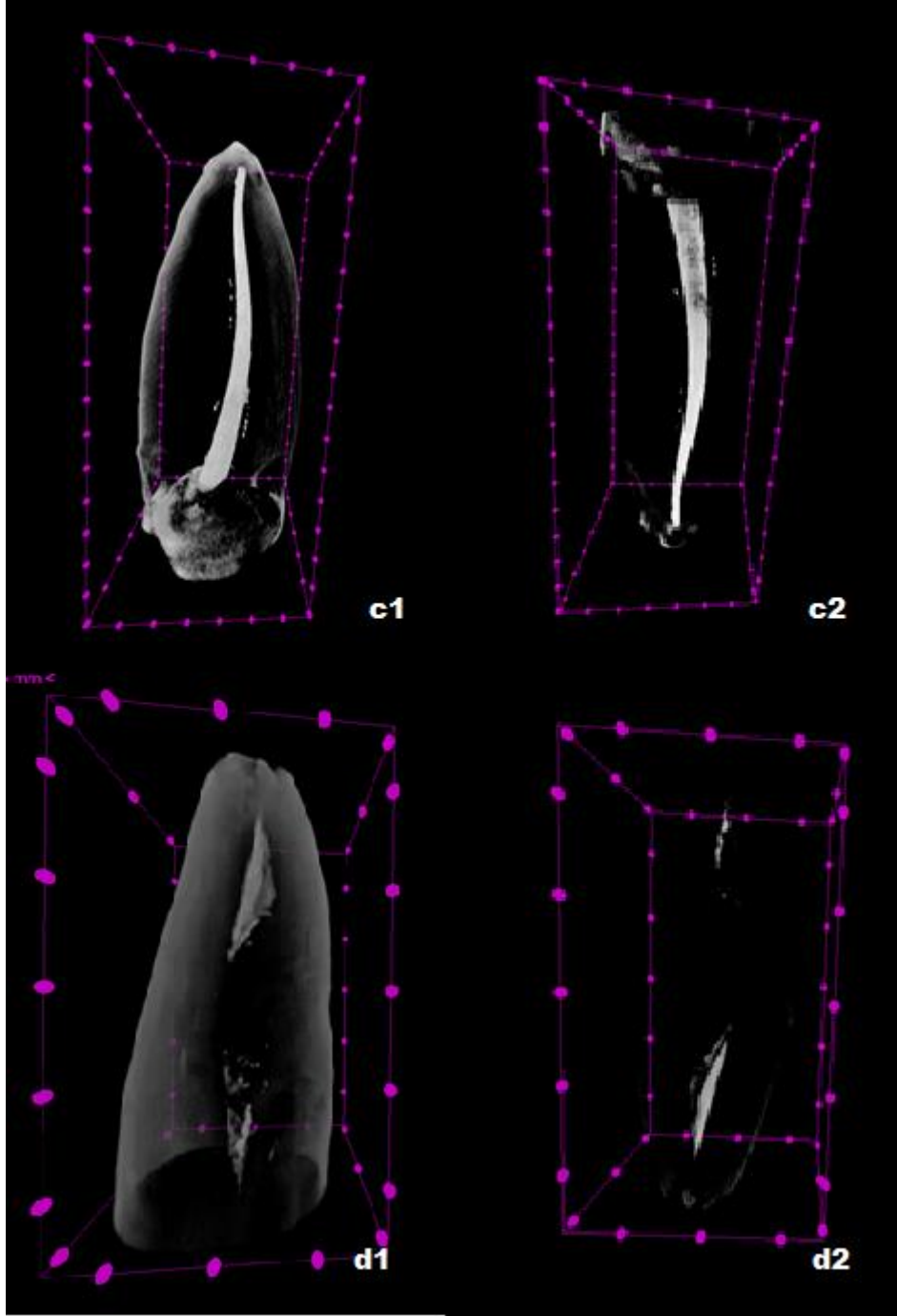
Elde edilen görüntüler üzerinden kök kanal dolgusu yapıldıktan ve uzaklaştırıldıktan sonra geride kalan kök kanal dolgu maddesi hacim değerleri kantitatif olarak hesaplandı. Bütün hesaplamalar kontrol amaçlı olarak ikişer kez yapıldı (Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12).



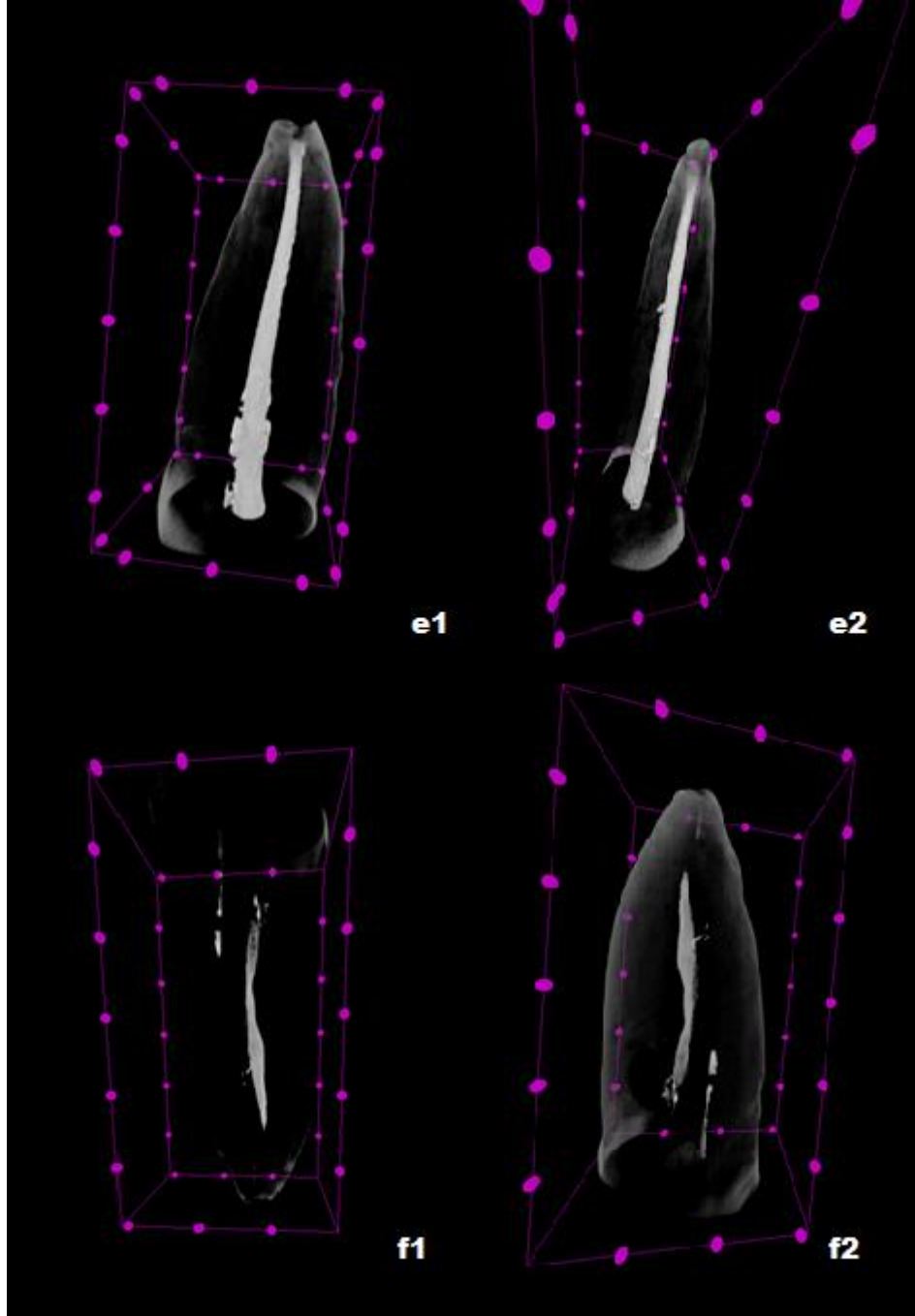
**Şekil 3.9** Kanal dolgusu sonrası alınan kesit görüntüleri



**Şekil 3.10.** Grup 1'den bir örneğin kök kanal dolgusu yapıldıktan sonra (a1-a2) ve kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra (b1-b2) 3B modelleri



**Şekil 3.11.** Grup 2'den bir örneğin kök kanal dolgusu sonrası (c1-c2) ve kök kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan (d1-d2) sonra 3B modelleri



**Şekil 3.12.** Grup 3'den bir örneğin kök kanal dolgusu yapıldıktan (e1-e2) ve kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra (f1-f2) 3B modelleri

### 3.6. İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi SPSS for Windows 11.5 paket programında yapıldı. Sürekli değişkenlerin dağılımının normal dağılıma uygun dağılıp dağılmadığı Shapiro Wilk testiyle varyansların homojenliği ise Levene testiyle araştırıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortalama  $\pm$  standart sapma veya medyan (minimum-maksimum) şeklinde gösterildi. Gruplar arasında ortalama değerler yönünden farkın önemliliği Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) ile medyan değerler yönünden farkın önemliliği ise Kruskal Wallis testiyle araştırıldı.  $p < 0,05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulundu.

Preparasyon süresi ve çalışma uzunluğu farklılıkları istatistik olarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile  $p < 0.05$  olarak analiz edildi.

## 4. BULGULAR

Bu çalışmada, OneShape®, WaveOne® ve Reciproc® dönen NiTi tek ege sistemleri ile gerçekleştirilen kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılmasının etkinliğinin değerlendirilmesi için kök kanalları doldurulduktan ve kök kanal dolgu materyali uzaklaştırıldıktan sonra  $\mu$ BT yöntemi kullanılarak taramalar yapılarak;

- ✓ Kök kanal dolgusu sonrası kök kanal dolgusunun hacim değerleri,
- ✓ Kök kanal dolgu materyali uzaklaştırıldıktan sonra kalan kanal dolgu maddesinin hacim değerleri hesaplandı.

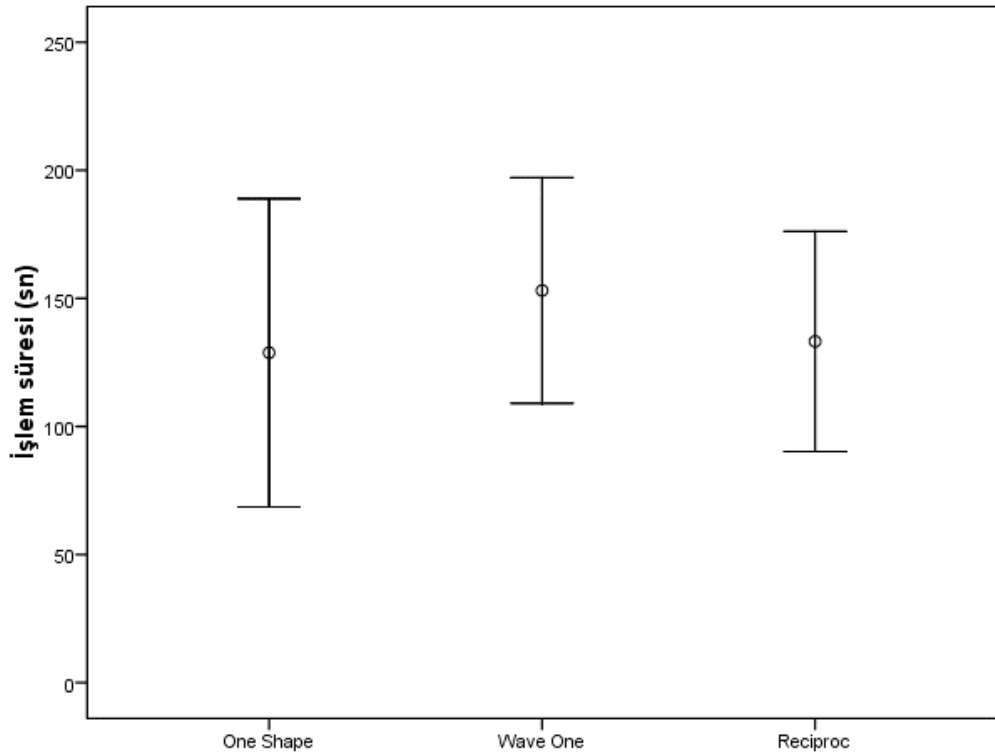
Çalışmamızda kullanılan ege sistemlerinin kök kanal dolgu uzaklaştırma hızı kronometre kullanılarak belirlenmiştir.

### 4.1 Kök Kanal Dolgu Maddesinin Uzaklaştırılma Süreleri Açısından Değerlendirilmesi

Kök kanal dolgusu tamamlanmasından sonra örnekler  $\mu$ BT ile tarandı ve görüntüler kaydedildi. Daha sonra örneklerin kök kanal dolguları OneShape®, WaveOne® ve Reciproc® kanal eğeleri kullanılarak uzaklaştırıldı. Kök kanalının çalışma uzunluğuna ulaşıncaya geçen süre kronometre yardımı ile kaydedildi. Elde edilen veriler Tablo 4.1 ve Şekil 4.1’de gösterilmektedir. OneShape, WaveOne ve Reciproc grupları arasında ortalama işlem süreleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ( $F=0,679$  ve  $p=0,516$ ).

**Tablo 4.1.** Gruplara göre işlem süreleri

Gruplar	İşlem süresi (sn)
OneShape	128,8±60,2
WaveOne	153,1±44,0
Reciproc	133,2±43,0
F değeri	0,679
p-değeri	0,516



**Şekil 4.1.** Kök kanal dolgu maddesini uzaklaştırmak için geçen süre

#### **4.2 Kök Kanal Dolgu Maddesi Uzaklaştırıldıktan Sonra Geride Kalan Dolgu Maddesi Miktarı Açısından Değerlendirme**

Kök kanal dolgusu tamamlandıktan sonra  $\mu$ BT ile taranan örneklerden elde edilen görüntüler kaydedildi. Görüntüler üzerinde kök kanal dolgu maddesinin hacmi hesaplandı. Kök kanal dolgu maddesi uzaklaştırıldıktan sonra örnekler tekrar  $\mu$ BT ile tarandı. Kalan kök kanal dolgu maddesinin miktarının hacmi hesaplandı. Elde edilen değerler Tablo 4.2, Tablo 4.3 ve Şekil 4.2’de gösterilmektedir. OneShape, WaveOne ve Reciproc grupları arasında geride kalan madde miktarı karşılaştırıldığında, kalan dolgu maddesi yüzdesi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ( $\chi^2=0,932$  ve  $p=0,628$ ).

**Tablo 4.2.** Gruplara göre kanal dolgularının ilk ve dolgu uzaklaştırıldıktan sonraki hacimleri

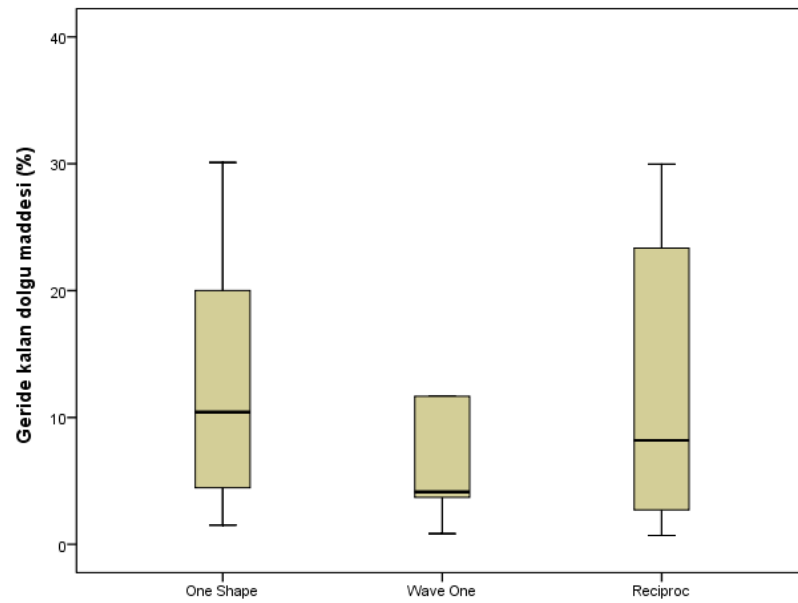
Gruplar	İlk hacim *	Son hacim *
OneShape	3,2 (2,0)	0,3 (0,5)
WaveOne	4,1 (1,8)	0,2 (0,5)
Reciproc	3,4 (3,8)	0,2 (1,1)

\* Veriler medyan (çeyrekler arası genişlik) biçiminde gösterildi.

**Tablo 4.3.** Gruplara göre geride kalan dolgu maddesi yüzdesi

Gruplar	Geride kalan dolgu maddesi (%)
OneShape	10,4 (16,8)
WaveOne	4,1 (12,5)
Reciproc	8,2 (21,5)
$\chi^2$ değeri	0,932
p-değeri	0,628

\* Veriler medyan (çeyrekler arası genişlik) biçiminde gösterildi.



**Şekil 4.2** Geride kalan kök kanal dolgusu hacmi



## 5.TARTIŞMA

Başarılı bir kök kanal tedavisi yenileme işlemi, eski kök kanal dolgusunun kök kanalından tamamıyla uzaklaştırılması, kök kanallarının dezenfeksiyonu ve yeniden doldurulması aşamalarını içerir. Kök kanal tedavisinin yenilemesi sırasında, tüm kanal dolgu materyalinin kök kanalından tamamen uzaklaştırılması en önemli aşamadır Kök kanalından uzaklaştırılmamış kalan artık materyal, enfekte kök kanal dentininin kaldırılmasını engellediği kadar uygulanan kanal içi ilaçların ve irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini de azaltan ya da bloke eden fizyolojik bir bariyer oluşturur (100) . Bu durum yenilenen tedavide başarısızlığa neden olabilir. Bu nedenle literatürde, kök kanal dolgu maddesinin kök kanalından tamamen uzaklaştırmada birçok yöntem kullanılmıştır. Bunlar; ısıtılmış pluggerlar (101,102), kimyasal çözücüler (36), paslanmaz çelik eğeler (103), ultrasonikler (100), lazer (41), dönen ege sistemleri (25,103), resiprokasyon yapan ege sistemlerdir (25).

Endodonti pratiğinde dönen ege sistemlerinin çok çeşitli özelliklerde, giderek artmasıyla ile birlikte, ideal ege sisteminin belirlenmesi gereksinimi ile yeni geliştirilmiş farklı ege sistemleri piyasada yerini almaya başlamıştır. Son yıllarda tanıtılan tek egeden oluşan ege sistemleri endodonti pratiğine girmiştir ve üretici firmalar kök kanallarını tek bir ege ile tamamen ve daha kısa sürede genişletilebileceğini ileri sürmüştür (104). Çalışmamızda yeni nesil dönen tek ege sistemlerinden olan OneShape®, WaveOne® ve Reciproc® ege sistemleri kullanılmıştır.

Grup I'de kullanılan OneShape® ege sistemleri geleneksel austenite 55-NiTi materyalinden üretilmiş olup literatürü incelediğimizde OneShape® ege sisteminin kök kanal dolgu maddesi uzaklaştırması ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlamadık.

Grup II ve III'de kullanılan ege sistemleri M-wire NiTi materyalinden üretilmiş olup resiprokasyon hareketi ile çalışmaktadır. M-wire NiTi materyalinin piyasaya sürülme amacı çok daha uzun ömürlü ve sağlam bir ege formu yaratmaktır. Resiprokasyon hareketi ile, ege üzerine gelen döngüsel yorgunluğun azaltılması hedeflenmektedir (56).

Reciproc® ve WaveOne® orijinal olarak kök kanal dolgu maddesi uzaklaştırmak için dizayn edilmemişse de resiprokal hareketin bu amaç için faydalı olacağı düşünülmüştür (59). Resiprokasyon hareketi saat yönünün tersine geniş bir

dönüş hareketi sağlarken saat yönüne dar bir dönüş yaparak kanal eğesinin kanal merkezinde kalmasını sağlamaktadır. Bu durum kanal eğesi ve gutta-perkanın temasını arttırmaktadır, böylece resiprokasyon hareketinin devamlı rotasyon kadar etki sağladığı görülmüştür (18,105).

Yapılan çalışmalarda, tek ege sistemleri ve geleneksel dönen ege sistemleri, kök kanalların temizlenme ve şekillendirilmesi açısından kıyaslandığında kök kanallarının temizliği ve geride kalan debris miktarları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (58,66,106,107). Temizleme ve şekillendirme süresi açısından karşılaştırma yapıldığında ise tek ege sistemleri, geleneksel dönen ege sistemlerine kıyasla %60 daha kısa süre gerektirdiği belirtilmiştir (58,66).

Literatürde, çalışmamızda kullandığımız ege sistemlerinin kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması üzerine etkilerini inceleyen çok az çalışmaya rastlanılmıştır. Zuolo ve diğ. (106), 54 adet üst çene santral kesici diş üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarında; Reciproc®, Mtwo® R ve paslanmaz çelik el eğeleri kullanılarak yapılan kök kanal dolgusu uzaklaştırma işleminin ardından örnekleri uzunlamasına ikiye ayırmışlar ve fotoğraflama yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucuna göre tüm gruplarda kök kanal dolgusu tamamen uzaklaştırılmamıştır. Reciproc® ve paslanmaz çelik el eğesi grupları Mtwo R® grubuna göre daha fazla kök kanal dolgusu uzaklaştırmış ve geride daha az artık materyal bırakmıştır. Kök kanal dolgu maddesinin uzaklaştırılması için geçen süre Reciproc® grubunda diğer gruplara kıyasla daha azdır. Bu çalışmada Reciproc® için elde edilen geride kalan kök kanal dolgu maddesi hacminin yüzde oranı %4.57 olarak rapor edilmiştir. Çalışmamızla kıyasladığımızda kalan kanal dolgusu miktarı yüzde olarak daha az olmuştur. Çalışmalar arası yöntemsel farklılıkların bu sonuca neden olduğu görüşündeyiz. Çalışmamızda hacim ölçümleri  $\mu$ BT kullanılarak elde edilen üç boyutlu modeller üzerinde gerçekleştirilmiştir, Zuolo ve diğ.'(106) nin kullandığı yöntemde ise elde edilen kesit üzerinden ve 2 boyutlu olarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Zuolo ve diğ.(106) çalışmalarında kanal dolgu maddesi uzaklaştırma süreleri açısından yaptıkları değerlendirmede Reciproc® grubunun diğer gruplardan daha kısa sürede kanal dolgu maddesini uzaklaştırdığını kaydetmişlerdir. Bu süreyi Zuolo ve diğ. (106), 194 sn olarak kaydetmişlerdir, bizim çalışmamızda ise bu süre 133 sn olarak kaydedilmiştir. Çalışmalar arasında görülen bu farklılık, seçilen diş grupları ve

örneklerin hazırlanmasındaki değişikliklerle açıklanabilir. Bizim kullandığımız örneklerin daha küçük hacimli alt keser dişler olması ve apikal genişletme çapımızda daha küçük olmasından dolayı kullanılan süre daha az olarak ölçülmüş olabilir. Ayrıca doldurma tekniğimizde bu çalışmadaki gibi lateral sıkıştırma tekniği olmayıp tek kon tekniği olmasıda bu farkı yaratmış olabilir.

Kök kanal dolgusunun yenilenmesi tekniklerinin etkinliğinin incelendiği *in-vitro* çalışmaların çoğunda düz köklü dişler kullanılmıştır (21,101,106). Çalışmamızda, diğer çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırmalı değerlendirme yapabilmek amacıyla düz köklü alt çene birinci ve ikinci kesici dişler seçilerek benzer standardizasyon sağlanmaya çalışılmıştır. Çalışmamızda örneklerin dentin dokularının daha önce mekanik ve kimyasal preparasyonla değişikliğe uğramamış olmasına özen gösterilerek kanal tedavisi görmemiş dişlerden seçilmiş örnekler, çalışma uzunluklarında kanal tedavileri tamamlandıktan sonra araştırmaya dahil edilmiştir.

Tüm gruplardaki kök kanalları F2 Protaper Universal® ege sistemiyle genişletilip F2 gutta-perka ile doldurulmuştur.

Literatürde yer alan çalışmalarda uzaklaştırılmayan kanal dolgu materyalini değerlendirmek için farklı teknikler kullanılmıştır. Bu tekniklerden biri de *SEM* yöntemidir. SEM incelemelerinde örneklerden longitudinal kesitler alındığından kesit alma işlemi sırasında, kalan kök kanal dolgu miktarında kayba neden olunmaktadır (103,106).

Bir başka inceleme yöntemi olan radyografik görüntüleme, girişimsel olmayan bir tekniktir. Ancak; bu teknik iki boyutlu inceleme imkanı sunmakta olup ayrıca kalan kök kanal dolgusu miktarı çok küçük boyutlarda olduğunda radyograflarda görünmeyebilir (103).

Son yıllarda Mikro bilgisayarlı tomografi ( $\mu$ BT) yönteminin endodontik çalışmalarda kullanılmaya başlanması ile bu alanda yapılan çalışmalar yeni bir boyut kazanmıştır. Kök kanal sisteminin 3B modellerinin oluşturulması ve bu modeller üzerinden değerlendirmeye olanak tanıyan yöntem kesit alma yöntemlerine göre bazı avantajlara sahiptir. Fakat kesit alınarak yapılan incelemelerde kesitler üzerinde oluşan madde kayıpları ve tekrarlanamayan bir teknik oluşu önemli dezavantajlarıdır (108).  $\mu$ BT, kök kanal duvarı ile kök kanal dolgu materyalinin birbirinden ayırt edilebilmesini sağlar (109) ve kök kanalı içinde kalan dolgu maddesi miktarını 3

boyutlu olarak değerlendirme imkanı sunar (24). 3 boyutlu incelemelere yönelik ilk örnekler Berutti (110), Blaskovic-Subat ve diğ. (111), Hirano ve diğ. (112), Lyroudia ve diğ. (113) tarafından seri kesitler üzerinden bilgisayar kullanılarak yapılmıştır. Ancak bu çalışmalarda kesit kalınlığı 0.5-0.7 mm arasında olduğundan ayrıntıları incelemede yetersiz kaldığı bildirilmiştir. Sonrasında gelişen  $\mu$ BT yöntemiyle dönen eğe sistemlerinin değerlendirilmesinde son 10 yıldır sıklıkla kullanılmaktadır (24,25,109). 1990'lı yıllarda yapılan düşük çözünürlüklü çalışmaların (86,88) aksine günümüzde gelişmiş yazılımlar kullanılarak yüksek çözünürlüklü  $\mu$ BT çalışmaları yapılmaktadır (25,114). İlk yapılan  $\mu$ BT çalışmalarında 68 $\mu$ m çözünürlükte gerçekleştirilen taramaların 4,5-6 saat sürdüğü düşünüldüğünde günümüzde gelinen nokta çok daha iyi anlaşılacaktır (87). Çözünürlüğün yeterli olmayışı ayrıntıların azalmasına, detayların gerçeğinden çok daha az keskin görünmesine neden olur (115). Örneğin kök kanalında 100  $\mu$ m çözünürlükte olan bir görüntüde bu çözünürlükten daha dar olan kanallar görülmez ve görüntü kalitesinin yetersizliği sayısal değerlendirme aşamalarının tümünde yorumların daha dikkatli yapılmasını gerektirir (88).

Çözünürlüğün yetersiz olduğu alanlarda özellikle segmentasyon aşamasında yorumlamanın aşırı yapılmış olması hataları da beraberinde getirir (108). Çok düşük çözünürlüklerde özellikle *ring artifaktlara* bağlı görüntü bozulmaları görülebilir. Bireysel piksel cevabı ile ilişkili bu bozulmaların da dedektör kalitesiyle bağlantılı olduğu düşünülmüştür (116). Literatür bilgileri göz önüne alınarak çalışmamızda Skyscan 1174  $\mu$ BT *flat-panel detector* (FDP) temelli  $\mu$ BT cihazlarından farklı *charge-coupled-device* (CCD) temelli  $\mu$ BT cihazı kullanılmıştır. Kullanmış olduğumuz  $\mu$ BT cihazı gelişmiş dedektör teknolojisi ile konvansiyonel beyaz alan düzeltme tekniğini kullanarak *ring artifaktların* büyük oranda azalmasını sağlamıştır (116). Çalışmamızda,  $\mu$ BT görüntüleme yöntemi kullanılarak kalan kök kanal dolgu materyalinin hacmi hesaplanmıştır. Fakat benzer çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da  $\mu$ BT *hardware ve software* tekniğiyle ilgili sınırlama nedeniyle (114) kök kanalı içinde kalan dolgu materyalinde gutta-perka ile kanal dolgu patı ayrımı yapılamamıştır.

Çalışmamızda kök kanal dolgusu yapıldıktan sonra  $\mu$ BT kullanılarak dolgu materyalinin hacmi ve bu dolgu materyali uzaklaştırıldıktan sonra kalan artık

materyalin hacmi hesaplandı. Her üç ege sistemi için de geride kalan dolgu maddesinin ilk hacmin yüzde oranı hesaplandı. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılığa rastlanmadı ( $p>0.05$ ).

Helvacıoğlu-Yiğit ve diğ. (107), 50 adet üst çene keser diş üzerinde yaptıkları çalışmalarında; Protaper Universal-R®, WaveOne® ve paslanmaz çelik el eğeleri ile gerçekleştirilen kök kanal dolgu maddesi uzaklaştırılması sonrası kalan kanal dolgu miktarını  $\mu$ BT kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışmada eğelerin kanal dolgu maddesi uzaklaştırma süreleri kaydedilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre geride kalan kök kanal dolgu maddesi açısından WaveOne® grubu ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu çalışmada WaveOne grubunda geride kalan dolgu miktarı oranı %5.47 iken bizim çalışmamızda bu oran %4.1'dir. Ayrıca kanal dolgu maddesi uzaklaştırma süresi açısından değerlendirdiğimizde WaveOne® ve Protaper Universal-R® grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken her iki grup da paslanmaz çelik el eğesi grubundan daha kısa sürede kanal dolgu maddesini uzaklaştırdığı, WaveOne® grubunun kanal dolgu maddesi uzaklaştırma süresinin 183.96 sn olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda WaveOne grubunda bu süre 153.1 sn olarak kaydedilmiştir. Çalışmalar arasında görülen bu farklılık, seçilen diş grupları ve örneklerin hazırlanmasındaki değişikliklerle açıklanabilir.

Rios ve diğ. (59), 60 adet üst çene keser diş üzerinde yaptıkları çalışmada Reciproc®, WaveOne® ve Protaper Universal-R® ege sistemlerinin kök kanal dolgu maddesi uzaklaştırma etkinliğini fotoğraflama tekniği kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre grupların hiçbirinde kanal dolgu maddesi tamamen uzaklaştırılamamıştır. Reciproc® grubunda geride kalan kanal dolgu maddesi oranı %4.30, WaveOne® grubunda %2.98 ve PTU-R® grubunda ise %3.14 olarak kaydedilmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Çalışmamıza ait bulgular, bu araştırma sonuçları ile uyumluluk göstermektedir. Ancak İki çalışma arasında yöntemsel farklılıklar olup Rios ve diğ.'(59) nin yaptığı çalışmada geride kalan kök kanal dolgu maddesinin değerlendirilmesi için örnekler ikiye ayrılmış ve 2 boyutlu bir değerlendirme yapılmıştır. Bizim çalışmamızda ise  $\mu$ BT kullanılarak elde edilen 3 boyutlu modeller üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Zuolo ve diğ. (106), çalışmalarında resiprokasyon hareketi yapan tekniklerin, devamlı rotasyon hareketi yapan sistemlere göre kök kanal dolgu maddesini daha kısa sürede daha etkili uzaklaştırdığını ifade etmişlerdir. Helvacıoğlu-Yiğit ve diğ. (107), çalışmalarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen resiprokasyon hareketi ile çalışan sistemin devamlı rotasyon hareketi yapan sistemle kıyaslandığında geride daha fazla kök kanal dolgu maddesi bıraktığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmasa da kanal dolgu maddesi uzaklaştırma süresi açısından devamlı rotasyon ve resiprokal hareket yapan sistemleri kıyaslandığında resiprokasyon yapan sistemin daha hızlı olduğu açıklanmıştır. Kfir ve ark. (103), çalışmalarında kanal dolgu maddesi uzaklaştırma süresi açısından kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen resiprokasyon yapan sistemi devamlı rotasyon yapan sisteme kıyasla daha hızlı bulmuşlardır. Aynı çalışmada resiprokasyon hareketi yapan sistemle çalışılan örneklerde, devamlı rotasyon yapan sisteme kıyasla geride daha az kanal dolgu maddesi kaldığı belirtilmiştir. Ancak aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda resiprokasyon hareketi yapan sistemlerin kullanıldığı örnekler, devamlı rotasyon hareketi yapan sistemin kullanıldığı örneklerle geride kalan kanal dolgu maddesi açısından kıyaslandığında, resiprokasyon yapan sistemler devamlı rotasyon yapan sisteme göre geride daha az kanal dolgu maddesi bırakmıştır ancak çalışmamızda da gruplar arası fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bunun yanı sıra, çalışmamızda kanal dolgu maddesi uzaklaştırma süresi açısından kıyaslama yaptığımızda arası fark istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, devamlı rotasyon yapan sistemin daha hızlı olduğu gözlenmiştir.

Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde incelenen her üç eğe sistemi geride kalan kanal dolgu maddesi açısından ve kanal dolgu maddesinin uzaklaştırılma süresi açısından, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgular, literatürdeki benzer çalışmalarla uyum göstermektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda 3 farklı NiTi dönen tek ege sistemi (OneShape®, WaveOne®, Reciproc®) ile kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılması gerçekleştirilmiş ve kalan artık kanal dolgusu miktarı mikro bilgisayarlı tomografi kullanılarak incelenmiş ve eğerlerin kanal dolgu materyalini uzaklaştırma hızları karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde;

1. Çalışmamızda kullandığımız üç ege sistemi de kök kanal dolgu maddesini tamamen uzaklaştıramamıştır. Ayrıca kök kanal sistemi içinde kalan kök kanal dolgu maddesi hacimleri açısından yapılan değerlendirmede, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark da bulunmamıştır.

Bu sonuçlara göre bu üç ege sisteminin kök kanal dolgu materyalini uzaklaştırmada etkinlik yönünden birbirine üstünlüğü olmadığı düşüncesindeyiz.

2. Çalışmamızın bir diğer değerlendirmesi, üç farklı tek ege sisteminin kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırma hızıdır. Çalışma verileri değerlendirildiğinde, Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

3. Bu çalışma koşullarında, farklı fiziksel ve kullanım özelliklerine sahip OneShape®, WaveOne® ve Reciproc® ege gruplarında incelenen parametreler yönünden yakın sonuçlar elde edilmesi nedeni ile her üç ege sisteminin de kök kanal dolgu maddesinin uzaklaştırılmasında benzer şekilde etkin olduğu görüşündeyiz.

## KAYNAKLAR

1. Trope, M. (2003) The vital tooth-its importance in the study and practise of endodontics. *Endodontic Topics*, 5 (1), 1.
2. Roda SR, G.B. (2011). Nonsurgical Retreatment. Pathways of the pulp (10 bs., s. 890-952). Missouri
3. Wolcott, J., Ishley, D., Kennedy, W., Johnson, S., Minnich, S., Meyers, J. (2005) A 5 yr clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. *J Endod*, 31 (4), 262-264.
4. Chugal, N.M., Clive, J.M., Spangberg, L.S. (2003) Endodontic infection: some biologic and treatment factors associated with outcome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 96 (1), 81-90.
5. Saunders, W.P., Saunders, E.M. (1994) Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol*, 10 (3), 105-108.
6. Stabholz, A., Friedman, S. (1988) Endodontic retreatment--case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *J Endod*, 14 (12), 607-614.
7. Hulsmann, M., Stotz, S. (1997) Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J*, 30 (4), 227-233.
8. Iizuka, N., Takenaka, S., Shigetani, Y., Okiji, T. (2008) Removal of resin-based root canal filling materials with K3 rotary instruments: relative efficacy for different combinations of filling materials. *Dent Mater J*, 27 (1), 75-80.
9. Tachinami, H., Katsuumi, I. (2010) Removal of root canal filling materials using Er:YAG laser irradiation. *Dent Mater J*, 29 (3), 246-252.
10. Imura, N., Kato, A.S., Hata, G.I., Uemura, M., Toda, T., Weine, F. (2000) A comparison of the relative efficacies of four hand and rotary instrumentation techniques during endodontic retreatment. *Int Endod J*, 33 (4), 361-366.



11. Saad, A.Y., Al-Hadlaq, S.M.,Al-Katheeri, N.H. (2007) Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of Gutta-Percha during root canal retreatment. *J Endod*, 33 (1), 38-41.
12. Friedman, S., Rotstein, I.,Shar-Lev, S. (1989) Bypassing gutta-percha root fillings with an automated device. *J Endod*, 15 (9), 432-437.
13. Kosti, E., Lambrianidis, T., Economides, N.,Neofitou, C. (2006) Ex vivo study of the efficacy of H-files and rotary Ni-Ti instruments to remove gutta-percha and four types of sealer. *Int Endod J*, 39 (1), 48-54.
14. Dhingra, A., Kochar, R., Banerjee, S.,Srivastava, P. (2014) Comparative evaluation of the canal curvature modifications after instrumentation with One Shape rotary and Wave One reciprocating files. *J Conserv Dent*, 17 (2), 138-141.
15. Burklein, S., Hiller, C., Huda, M.,Schafer, E. (2011) Shaping ability and cleaning effectiveness of Mtwo versus coated and uncoated EasyShape instruments in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*, 44 (5), 447-457.
16. Burklein, S., Benten, S.,Schafer, 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.
17. Yared, G. (2008) Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J*, 41 (4), 339-344.
18. Berutti, E., Chiandussi, G., Paolino, D.S., Scotti, N., Cantatore, G., Castellucci, A. ve diğeri. (2011) Effect of canal length and curvature on working length alteration with WaveOne reciprocating files. *J Endod*, 37 (12), 1687-1690.
19. Ferreira, J.J., Rhodes, J.S.,Ford, T.R. (2001) The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *Int Endod J*, 34 (4), 267-274.
20. Tasdemir, T., Er, K., Yildirim, T.,Celik, D. (2008) Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. *Int Endod J*, 41 (3), 191-196.

21. Hulsmann, M.,Bluhm, V. (2004) Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *Int Endod J*, 37 (7), 468-476.
22. Ezzie, E., Fleury, A., Solomon, E., Spears, R.,He, J. (2006) Efficacy of retreatment techniques for a resin-based root canal obturation material. *J Endod*, 32 (4), 341-344.
23. Roggendorf, M.J., Legner, M., Ebert, J., Fillery, E., Frankenberger, R.,Friedman, S. (2010) Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with NiTi instruments. *Int Endod J*, 43 (3), 200-209.
24. Rodig, T., Hausdorfer, T., Konietschke, F., Dullin, C., Hahn, W.,Hulsmann, M. (2012) Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals - a micro-computed tomography study. *Int Endod J*, 45 (6), 580-589.
25. Rodig, T., Reicherts, P., Konietschke, F., Dullin, C., Hahn, W.,Hulsmann, M. (2014) Efficacy of reciprocating and rotary NiTi instruments for retreatment of curved root canals assessed by micro-CT. *Int Endod J*.
26. Bergmans, L., Van Cleynenbreugel, J., Wevers, M.,Lambrechts, P. (2001) A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *Int Endod J*, 34 (5), 390-398.
27. Wong, R. (2004) Conventional endodontic failure and retreatment. *Dent Clin North Am*, 48 (1), 265-289.
28. Ng, Y.L., Mann, V.,Gulabivala, K. (2008) Outcome of secondary root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int Endod J*, 41 (12), 1026-1046.
29. Hulsmann, M. (1994) Retreatment decision making by a group of general dental practitioners in Germany. *Int Endod J*, 27 (3), 125-132.
30. Ruddle, C.J. (1997) Micro-endodontic nonsurgical retreatment. *Dent Clin North Am*, 41 (3), 429-454.

31. Bergenholtz, G., Lekholm, U., Milthorpe, R., Heden, G., Odesjö, B., Engström, B. (1979) Retreatment of endodontic fillings. *Scand J Dent Res*, 87 (3), 217-224.
32. Wilcox, L.R. (1989) Endodontic retreatment: ultrasonics and chloroform as the final step in reinstrumentation. *J Endod*, 15 (3), 125-128.
33. Unal, G.C., Kaya, B.U., Tac, A.G., Kececi, A.D. (2009) A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. *Int Endod J*, 42 (4), 344-350.
34. Wilcox, L.R., Krell, K.V., Madison, S., Rittman, B. (1987) Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. *J Endod*, 13 (9), 453-457.
35. Bramante, C.M., Fidelis, N.S., Assumpcao, T.S., Bernardineli, N., Garcia, R.B., Bramante, A.S. ve diğerleri. (2010) Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. *J Endod*, 36 (11), 1870-1873.
36. Takahashi, C.M., Cunha, R.S., de Martin, A.S., Fontana, C.E., Silveira, C.F., da Silveira Bueno, C.E. (2009) In vitro evaluation of the effectiveness of ProTaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. *J Endod*, 35 (11), 1580-1583.
37. Ring, J., Murray, P.E., Namerow, K.N., Moldauer, B.I., Garcia-Godoy, F. (2009) Removing root canal obturation materials: a comparison of rotary file systems and re-treatment agents. *J Am Dent Assoc*, 140 (6), 680-688.
38. Ersev, H., Yilmaz, B., Dincol, M.E., Daglaroglu, R. (2012) The efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment instrumentation to remove single gutta-percha cones cemented with several endodontic sealers. *Int Endod J*, 45 (8), 756-762.
39. Masiero, A.V., Barletta, F.B. (2005) Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Int Endod J*, 38 (1), 2-7.
40. Fruchi Lde, C., Ordinola-Zapata, R., Cavenago, B.C., Hungaro Duarte, M.A., Bueno, C.E., De Martin, A.S. (2014) Efficacy of reciprocating instruments for

- removing filling material in curved canals obturated with a single-cone technique: a micro-computed tomographic analysis. *J Endod*, 40 (7), 1000-1004.
41. Viducic, D., Jukic, S., Karlovic, Z., Bozic, Z., Miletic, I., Anic, I. (2003) Removal of gutta-percha from root canals using an Nd:YAG laser. *Int Endod J*, 36 (10), 670-673.
  42. Alves, F.R., Almeida, B.M., Neves, M.A., Moreno, J.O., Rocas, I.N., Siqueira, J.F., Jr. (2011) Disinfecting oval-shaped root canals: effectiveness of different supplementary approaches. *J Endod*, 37 (4), 496-501.
  43. Muller, G.G., Schonhofen, A.P., Mora, P.M., Grecca, F.S., So, M.V., Bodanezi, A. (2013) Efficacy of an organic solvent and ultrasound for filling material removal. *Braz Dent J*, 24 (6), 585-590.
  44. de Oliveira, D.P., Barbizam, J.V., Trope, M., Teixeira, F.B. (2006) Comparison between gutta-percha and resilon removal using two different techniques in endodontic retreatment. *J Endod*, 32 (4), 362-364.
  45. de Carvalho Maciel, A.C., Zaccaro Scelza, M.F. (2006) Efficacy of automated versus hand instrumentation during root canal retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J*, 39 (10), 779-784.
  46. Mounce, R. (2004) Current concepts in gutta-percha removal in endodontic retreatment. *N Y State Dent J*, 70 (7), 32-35.
  47. McDonald, M.N., Vire, D.E. (1992) Chloroform in the endodontic operatory. *J Endod*, 18 (6), 301-303.
  48. Hansen, M.G. (1998) Relative efficiency of solvents used in endodontics. *J Endod*, 24 (1), 38-40.
  49. Zakariassen, K.L., Brayton, S.M., Collinson, D.M. (1990) Efficient and effective root canal retreatment without chloroform. *J Can Dent Assoc*, 56 (6), 509-512.
  50. Ladley, R.W., Campbell, A.D., Hicks, M.L., Li, S.H. (1991) Effectiveness of halothane used with ultrasonic or hand instrumentation to remove gutta-percha from the root canal. *J Endod*, 17 (5), 221-224.

51. Reddy, N., Admala, S.R., Dinapadu, S., Pasari, S., Reddy, M.P., Rao, M.S. (2013) Comparative analysis of efficacy and cleaning ability of hand and rotary devices for gutta-percha removal in root canal retreatment: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract*, 14 (4), 635-643.
52. Baratto Filho, F., Ferreira, E.L., Fariniuk, L.F. (2002) Efficiency of the 0.04 taper ProFile during the re-treatment of gutta-percha-filled root canals. *Int Endod J*, 35 (8), 651-654.
53. Giuliani, V., Cocchetti, R., Pagavino, G. (2008) Efficacy of ProTaper universal retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. *J Endod*, 34 (11), 1381-1384.
54. Bernardes, R.A., Rocha, E.A., Duarte, M.A., Vivan, R.R., de Moraes, I.G., Bramante, A.S. ve diğeri. (2010) Root canal area increase promoted by the EndoSequence and ProTaper systems: comparison by computed tomography. *J Endod*, 36 (7), 1179-1182.
55. De-Deus, G., Brandao, M.C., Barino, B., Di Giorgi, K., Fidel, R.A., 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.
56. Varela-Patino, P., Ibanez-Parraga, A., Rivas-Mundina, B., Cantatore, G., Otero, X.L., Martin-Biedma, B. (2010) Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod*, 36 (1), 157-159.
57. 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.
58. Burklein, S., Hinschitza, K., Dammaschke, T., Schafer, 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.
59. Rios Mde, A., Villela, A.M., Cunha, R.S., Velasco, R.C., De Martin, A.S., Kato, A.S. ve diğeri. (2014) Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *J Endod*, 40 (4), 543-546.

60. Shao, T., Hou, X., Hou, B. (2014) [Comparison of the shaping ability of reciprocating instruments in simulated S-shaped canals]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*, 49 (5), 279-283.
61. Burklein, S., Poschmann, T., Schafer, E. (2014) Shaping Ability of Different Nickel-Titanium Systems in Simulated S-shaped Canals with and without Glide Path. *J Endod*, 40 (8), 1231-1234.
62. De-Deus, G., Neves, A., Silva, E.J., Mendonca, T.A., Lourenco, C., Calixto, C. ve diğeri. (2014) Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clin Oral Investig*.
63. Gergi, R., Arbab-Chirani, R., Osta, N., Naaman, A. (2014) Micro-computed tomographic evaluation of canal transportation instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium instruments. *J Endod*, 40 (8), 1223-1227.
64. Pirani, C., Paolucci, A., Ruggeri, O., Bossu, M., Polimeni, A., Gatto, M.R. ve diğeri. (2014) Wear and metallographic analysis of WaveOne and reciproc NiTi instruments before and after three uses in root canals. *Scanning*.
65. Pedulla, E., Franciosi, G., Ounsi, H.F., Tricarico, M., Rapisarda, E., Grandini, S. (2014) Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-Titanium Instruments after Immersion in Irrigant Solutions with or without Surfactants. *J Endod*, 40 (8), 1245-1249.
66. Burklein, S., Benten, S., Schafer, E. (2013) Shaping ability of different single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*, 46 (6), 590-597.
67. Capar, I.D., Ertas, H., Ok, E., Arslan, H., Ertas, E.T. (2014) Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod*, 40 (6), 852-856.
68. Capar, I.D., Ertas, H., Arslan, H. (2014) Comparison of cyclic fatigue resistance of novel nickel-titanium rotary instruments. *Aust Endod J*.
69. Dagna, A., Arciola, C.R., Visai, L., Selan, L., Colombo, M., Bianchi, S. ve diğeri. (2012) Antibacterial efficacy of conventional and single-use Ni-Ti

- endodontic instruments: an in vitro microbiological evaluation. *Int J Artif Organs*, 35 (10), 826-831.
70. Liu, R., Hou, B.X., Wesselink, P.R., Wu, M.K., Shemesh, H. (2013) The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system. *J Endod*, 39 (8), 1054-1056.
  71. Venturi, M., Prati, C., Capelli, G., Falconi, M., Breschi, L. (2003) A preliminary analysis of the morphology of lateral canals after root canal filling using a tooth-clearing technique. *Int Endod J*, 36 (1), 54-63.
  72. Bramante, C.M., Berbert, A., Borges, R.P. (1987) A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod*, 13 (5), 243-245.
  73. Hulsmann, M., Rummelin, C., Schafers, F. (1997) Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *J Endod*, 23 (5), 301-306.
  74. Karabucak, B., Gatan, A.J., Hsiao, C., Iqbal, M.K. (2010) A comparison of apical transportation and length control between EndoSequence and Guidance rotary instruments. *J Endod*, 36 (1), 123-125.
  75. Rhodes, J.S., Ford, T.R., Lynch, J.A., Liepins, P.J., Curtis, R.V. (1999) Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J*, 32 (3), 165-170.
  76. Spoor, C.F., Zonneveld, F.W., Macho, G.A. (1993) Linear measurements of cortical bone and dental enamel by computed tomography: applications and problems. *Am J Phys Anthropol*, 91 (4), 469-484.
  77. Gambill, J.M., Alder, M., del Rio, C.E. (1996) Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod*, 22 (7), 369-375.
  78. Scarfe, W.C., Farman, A.G., Sukovic, P. (2006) Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc*, 72 (1), 75-80.

79. Patel, S., Dawood, A., Ford, T.P.,Whaites, E. (2007) The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J*, 40 (10), 818-830.
80. Balto, K., Muller, R., Carrington, D.C., Dobeck, J.,Stashenko, P. (2000) Quantification of periapical bone destruction in mice by micro-computed tomography. *J Dent Res*, 79 (1), 35-40.
81. Elliott, J.C.,Dover, S.D. (1982) X-ray microtomography. *J Microsc*, 126 (Pt 2), 211-213.
82. Olejniczak, A.J.,Grine, F.E. (2006) Assessment of the accuracy of dental enamel thickness measurements using microfocal X-ray computed tomography. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol*, 288 (3), 263-275.
83. Olejniczak, A.J., Smith, T.M., Skinner, M.M., Grine, F.E., Feeney, R.N., Thackeray, J.F. ve diğeri. (2008) Three-dimensional molar enamel distribution and thickness in Australopithecus and Paranthropus. *Biol Lett*, 4 (4), 406-410.
84. Olejniczak, A.J., Smith, T.M., Wang, W., Potts, R., Ciochon, R., Kullmer, O. ve diğeri. (2008) Molar enamel thickness and dentine horn height in Gigantopithecus blacki. *Am J Phys Anthropol*, 135 (1), 85-91.
85. Olejniczak, A.J., Tafforeau, P., Feeney, R.N.,Martin, L.B. (2008) Three-dimensional primate molar enamel thickness. *J Hum Evol*, 54 (2), 187-195.
86. Nielsen, R.B., Alyassin, A.M., Peters, D.D., Carnes, D.L.,Lancaster, J. (1995) Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *J Endod*, 21 (11), 561-568.
87. Peters, O.A., Laib, A., Rueggeger, P.,Barbakow, F. (2000) Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *J Dent Res*, 79 (6), 1405-1409.
88. Dowker, S.E., Davis, G.R.,Elliott, J.C. (1997) X-ray microtomography: nondestructive three-dimensional imaging for in vitro endodontic studies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 83 (4), 510-516.



89. Cowan, C.M., Shi, Y.Y., Aalami, O.O., Chou, Y.F., Mari, C., Thomas, R. ve diğeri. (2004) Adipose-derived adult stromal cells heal critical-size mouse calvarial defects. *Nat Biotechnol*, 22 (5), 560-567.
90. Park, Y.S., Yi, K.Y., Lee, I.S., Jung, Y.C. (2005) Correlation between microtomography and histomorphometry for assessment of implant osseointegration. *Clin Oral Implants Res*, 16 (2), 156-160.
91. Sennerby, L., Wennerberg, A., Pasop, F. (2001) A new microtomographic technique for non-invasive evaluation of the bone structure around implants. *Clin Oral Implants Res*, 12 (1), 91-94.
92. Van Oosterwyck, H., Duyck, J., Vander Sloten, J., Van der Perre, G., Jansen, J., Wevers, M. ve diğeri. (2000) Use of microfocus computerized tomography as a new technique for characterizing bone tissue around oral implants. *J Oral Implantol*, 26 (1), 5-12.
93. Butz, F., Ogawa, T., Chang, T.L., Nishimura, I. (2006) Three-dimensional bone-implant integration profiling using micro-computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 21 (5), 687-695.
94. Boerckel, J.D., Uhrig, B.A., Willett, N.J., Huebsch, N., Guldborg, R.E. (2011) Mechanical regulation of vascular growth and tissue regeneration in vivo. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 108 (37), E674-680.
95. Muller, R., Van Campenhout, H., Van Damme, B., Van Der Perre, G., Dequeker, J., Hildebrand, T. ve diğeri. (1998) Morphometric analysis of human bone biopsies: a quantitative structural comparison of histological sections and micro-computed tomography. *Bone*, 23 (1), 59-66.
96. Buchman, S.R., Sherick, D.G., Goulet, R.W., Goldstein, S.A. (1998) Use of microcomputed tomography scanning as a new technique for the evaluation of membranous bone. *J Craniofac Surg*, 9 (1), 48-54.
97. Ueno, T., Mizukawa, N., Sugahara, T. (1999) Experimental study of bone formation from autogenous periosteal graft following insulin-like growth factor I administration. *J Craniomaxillofac Surg*, 27 (5), 308-313.

98. Verna, C., Dalstra, M., Wikesjo, U.M., Trombelli, L., Carles, B. (2002) Healing patterns in calvarial bone defects following guided bone regeneration in rats. A micro-CT scan analysis. *J Clin Periodontol*, 29 (9), 865-870.
99. Martiniova, L., Schimel, D., Lai, E.W., Limpuangthip, A., Kvetnansky, R., Pacak, K. (2010) In vivo micro-CT imaging of liver lesions in small animal models. *Methods*, 50 (1), 20-25.
100. Cavenago, B.C., Ordinola-Zapata, R., Duarte, M.A., del Carpio-Perochena, A.E., Villas-Boas, M.H., Marciano, M.A. ve diğ erleri. (2014) Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. *Int Endod J*, 47 (11), 1078-1083.
101. Schirrmeister, J.F., Meyer, K.M., Hermanns, P., Altenburger, M.J., Wrbas, K.T. (2006) Effectiveness of hand and rotary instrumentation for removing a new synthetic polymer-based root canal obturation material (Epiphany) during retreatment. *Int Endod J*, 39 (2), 150-156.
102. Guess, G.M. (2004) Predictable Thermo-fil removal technique using the system-B heat source. *J Endod*, 30 (1), 61.
103. Kfir, A., Tsesis, I., Yakirevich, E., Matalon, S., Abramovitz, I. (2012) The efficacy of five techniques for removing root filling material: microscopic versus radiographic evaluation. *Int Endod J*, 45 (1), 35-41.
104. Burklein, S., Schafer, E. (2012) Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod*, 38 (6), 850-852.
105. Franco, V., Fabiani, C., Taschieri, S., Malentacca, A., Bortolin, M., Del Fabbro, M. (2011) Investigation on the shaping ability of nickel-titanium files when used with a reciprocating motion. *J Endod*, 37 (10), 1398-1401.
106. Zuolo, A.S., Mello, J.E., Jr., Cunha, R.S., Zuolo, M.L., Bueno, C.E. (2013) Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *Int Endod J*, 46 (10), 947-953.

107. Helvacioğlu-Yigit, D., Yılmaz, A., Kızıltas-Sendur, G., Aslan, O.S., Abbott, P.V. (2014) Efficacy of reciprocating and rotary systems for removing root filling material: a micro-computed tomography study. *Scanning*, 36 (6), 576-581.
108. Peters, O.A., Laib, A., Gohring, T.N., Barbakow, F. (2001) Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod*, 27 (1), 1-6.
109. Solomonov, M., Paque, F., Kaya, S., Adiguzel, O., Kfir, A., Yigit-Ozer, S. (2012) Self-adjusting files in retreatment: a high-resolution micro-computed tomography study. *J Endod*, 38 (9), 1283-1287.
110. Berutti, E. (1993) Computerized analysis of the instrumentation of the root canal system. *J Endod*, 19 (5), 236-238.
111. Blaskovic-Subat, V., Smojver, B., Maricic, B., Sutalo, J. (1995) A computerized method for the evaluation of root canal morphology. *Int Endod J*, 28 (6), 290-296.
112. Hirano, Y., Aoba, T. (1995) Computer-assisted reconstruction of enamel fissures and carious lesions of human premolars. *J Dent Res*, 74 (5), 1200-1205.
113. Lyroudia, K., Mikrogeorgis, G., Nikopoulos, N., Samakovitis, G., Molyvdas, I., Pitas, I. (1997) Computerized 3-D reconstruction of two "double teeth". *Endod Dent Traumatol*, 13 (5), 218-222.
114. Ma, J., Al-Ashaw, A.J., Shen, Y., Gao, Y., Yang, Y., Zhang, C. ve diğerleri. (2012) Efficacy of ProTaper Universal Rotary Retreatment system for gutta-percha removal from oval root canals: a micro-computed tomography study. *J Endod*, 38 (11), 1516-1520.
115. Davis, G.R., Wong, F.S. (1996) X-ray microtomography of bones and teeth. *Physiol Meas*, 17 (3), 121-146.
116. Sijbers, J., Postnov, A. (2004) Reduction of ring artefacts in high resolution micro-CT reconstructions. *Phys Med Biol*, 49 (14), N247-253.

## EKLER

### Ek 1. Etik Kurul



**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**GİRİŞİMSSEL OLMAYAN**  
**KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

06100 Sıhhiye-Ankara  
Telefon: 0 (312) 305 1082 • Faks: 0 (312) 310 0580  
E-posta: goetik@hacettepe.edu.tr

3 1 1

02 Nisan 2013

Sayı: 16969557 - 419

#### ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

**Toplantı Tarihi** : 27.03.2013 ÇARŞAMBA  
**Toplantı No** : 2013/06  
**Proje No** : GO 13/229 (Değerlendirme Tarihi 27.03.2013)  
**Karar No** : GO 13/229 - 28

Üniversitemiz Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, öğretim üyelerinden Prof.Dr.Bahar ÖZÇELİK'in sorumlu araştırmacı olduğu Dt.Çiğdem Çetin CANBAZOĞLU'nun tezi olan GO 13/229 kayıt numaralı ve "Üç Farklı Ege Sisteminin Kök Kanal Dolgu Materyalini Uzaklaştırma Etkinliği: Mikro-Bilgisayarlı Tomografi Çalışması" başlıklı proje önerisi Kurulumuzda değerlendirilmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- |   |  |
|---|--|
| 1. Prof. Dr. Nurten Akarsu (Başkan)     | 9 Prof. Dr. Melahat Görduysus (Üye)            |
| 2. Prof. Dr. Nüket Örneç Buken (Üye)    | 10. Prof. Dr. Cansın Saçkesen (Üye)            |
| 3. Prof. Dr. M. Yılmaz Sara (Üye)       | 11. Doç. Dr. R. Köksal Özgül (Üye)             |
| 4. Prof. Dr. Sevdâ F. Müftüoğlu (Üye)   | 12. Doç. Dr. Ayşe Lale Doğan (Üye)             |
| 5. Prof. Dr. Cenk Sökmenşier (Üye)      | GÖREVLİ<br>13 Doç. Dr. S. Kutay Demirkan (Üye) |
| 6. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay (Üye) | 14. Doç. Dr. Leyla Dinc (Üye)                  |
| 7. Prof. Dr. Songül Vaizoğlu (Üye)      | 14. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsvrev Turnagöl (Üye)    |
| 8. Prof. Dr. Yılmaz Selim Erdal (Üye)   | GÖREVLİ<br>15. Av. Meltem Onurlu (Üye)         |