



**DÖNER VE RESİPROKAL Nİ-Tİ EĞELER İLE PREPARE EDİLEN VE İKİ
FARKLI DOLUM TEKNİĞİ İLE DOLDURULAN DİŞLERİN DOLUM
KALİTESİNİN MİKRO-CT İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Sevim KEYFİALA

**DOKTORA TEZİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2019

SEVİM KEYFİALA tarafından hazırlanan “DÖNER VE RESİPROKAL Nİ-Tİ EĞELER İLE PREPARE EDİLEN VE İKİ FARKLI DOLUM TEKNİĞİ İLE DOLDURULAN DIŞLERİN DOLUM KALİTESİNİN MİKRO-CT İLE DEĞERLENDİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / ~~OY ÇOKLUĞU~~ ile Gazi Üniversitesi ENDODONTİ Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Özgür TOPUZ

Endodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Başkan : Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM

Endodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye : Prof. Dr. Özgür UZUN

Endodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye : Prof. Dr. Mete ÜNGÖR

Endodonti Anabilim Dalı, Başkent Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye : Doç. Dr. Emre ALTUNDAŞAR

Endodonti Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 31/05/2019

Jüri üyeleri tarafından DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mustafa ASLAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.


Sevim KEYFİALA

31/05/2019

DÖNER VE RESİPROKAL Nİ-Tİ EĞELER İLE PREPARE EDİLEN VE İKİ FARKLI
DOLUM TEKNİĞİ İLE DOLDURULAN DIŞLERİN DOLUM KALİTESİNİN MİKRO-
CT İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

(Doktora Tezi)

Sevim KEYFİALA

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2019

ÖZET

Giriş: Başarılı bir endodontik tedavide kilit faktörlerden biri kök kanallarını yeterli şekilde doldurmaktır. Mevcut mikro-bilgisayarlı tomografi (Mikro-CT) çalışmasının amacı, ProTaper Universal ve RECIPROC enstrümanları ile prepare edilen çekilmiş dişlerin kanallarındaki, kök kanalı obturasyonunun kalitesini ve boşluk oluşumunu karşılaştırmaktır. Gereç ve Yöntem: 32 adet çekilmiş mandibular premolar diş dekoronize edildi. 16 adet diş ProTaper Universal döner enstrümanı ile F5'e kadar genişletilirken, geri kalanlar RECIPROC enstrümanı ile R50'ye kadar genişletildi. Ardından kanallar iki farklı dolum tekniği ile dolduruldu: sıcak vertikal kompaksiyon tekniği (Calamus) ve tek kon tekniği. Daha sonra, kök kanallarını şekillendirmek için kullanılan enstrümana ve dolum tekniğine göre 4 grup (n=8) oluşturuldu; Group P/TK: ProTaper Universal/tek kon, Group P/ST: ProTaper Universal/sıcak vertikal kompaksiyon, Group R/TK: RECIPROC/tek kon, Group R/ST: RECIPROC/ sıcak vertikal kompaksiyon. Sıcak vertikal kompaksiyon tekniği Calamus cihazı ile uygulandı. Herhangi bir boşluğun maskelenmesini önlemek adına kanal patı kullanılmadı. Kanal dolumu yapılan köklerdeki boşluk hacim ölçümü mikro-CT taraması ile yapıldı. Bulgular: Gruplararası karşılaştırmada, boşluk hacmi açısından tüm bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar vardı ($p<0.05$). R/ST grubu için, boşluk hacmi açısından bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0.05$). Diğer gruplar için ise, boşluk hacmi açısından bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu ($p<0.05$). Sonuç: Boşluk içermeyen bir grup yoktu. R/TK grubu en yüksek boşluk hacmi yüzdeliğine sahip grup olarak bulundu.

Bilim Kodu : 1045
Anahtar Kelimeler : Mikro-CT, kök kanal dolumu, hermetik dolum
Sayfa Adedi : 95
Danışman : Prof. Dr. Özgür TOPUZ

THE EVALUATION OF THE QUALITY OF TWO DIFFERENT OBTURATION
TECHNIQUES WITH MICRO-CT WHICH WERE PREPARED WITH Ni-Ti ROTARY
AND RECIPROCAL INSTRUMENTS

(Ph. D. Thesis)

Sevim KEYFİALA

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

May 2019

ABSTRACT

Introduction: One of the key factors in successful endodontic therapy is to adequately fill the root canals. The aim of the present micro-computed tomography (Micro-CT) study was to compare the quality of root canal obturation and the voids formation in canals of extracted teeth instrumented with ProTaper Universal and RECIPROC files. **Materials and Methods:** A total of 32 extracted mandibular premolar teeth were decoronated. 16 teeth were prepared by using ProTaper Universal rotary files to a final size of F5 and the rest were prepared by using RECIPROC files to a final size R50. Then root canals were filled with two different methods: warm vertical compaction (Calamus) and single cone obturation techniques. All procedures were performed by the same operator. After that, 4 groups (n:8) were created according to the file which was used to prepare the roots and obturation technique; Group P/SC: ProTaper Universal/single cone, Group P/WVC: ProTaper Universal/warm vertical compaction, Group R/SC: RECIPROC/single cone, Group R/WVC: RECIPROC/warm vertical compaction. The warm vertical compaction technique was performed by using Calamus. No sealer was used in order to avoid masking any voids. Volume of voids and gaps in the obturated roots were measured using micro-CT scanning. Data was statistically analyzed using Kruskal-Wallis, Friedmann, Dunn's multiple comparison and Mann-Whitney U tests. **Results:** In inter-group comparisons, there was statistically significant difference in the volume of voids between groups at all regions ($p < 0.05$). For group R/WVC, there was no statistically significant difference in the volume of voids between regions ($p > 0.05$). For other groups, there was statistically significant difference in the volume of voids between regions ($p < 0.05$). **Conclusion:** There was not a void free group. The R/SC group has the highest percentage of volume of voids.

Science Code : 1045
Key Words : Micro-CT, root canal obturation, hermetic seal
Page Number : 95
Supervisor : Prof. Dr. Özgür TOPUZ

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca her aşamada deneyim, bilgi birikimi, destek ve yardımlar sağlayan ve bu doktora tezinin oluşmasındaki tüm desteği, katkıları ve emekleri için tez danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Özgür TOPUZ’a,

Doktora tez çalışmamın çeşitli aşamalarında bilgi ve tecrübeleri ile sonsuz yardımlar sağlayan Orta Doğu Teknik Üniversitesi, BİOMATEN bölümünde çalışan Arda BÜYÜKSUNGUR’a,

Doktora eğitimim boyunca her aşamada tüm bilgi, sevgi ve desteğiyle hiçbir zaman elini üzerimden çekmeyen, karşılaştığım her problemde bana bıkmadan yardımcı olan sevgili ablam Uzm. Dt Mügem Asli EKİCİ’ye,

Doktora eğitimim boyunca sonsuz desteklerini sağlayan sevgili arkadaşlarım başta Uzm. Dt. Neslihan BULAK, Dr. Dt. Çağman AKSOY, Dt. Salev ZEYREK, Dr. Dt. Mehmet KALÇAY, Dr. Dt. Mustafa SARIKAHYA, Dr. Dt. Yelda PALTUN, Uzm. Dt. İlke Gaye SAVUR olmak üzere tüm Doktora ve Uzmanlık öğrencisi arkadaşlarıma,

Ankara’ya geldiğim ilk günden bu yana sadece bir iş arkadaşı değil, hep en büyük destekçim, sırdaşım ve ailemden biri olup, hem en güzel hem de en kötü günlerimi paylaşıp sırtımı her koşulda güvenle dayayabileceğim bir dost olan değerli arkadaşım Uzm. Dt. Serpil SAĞIROĞLU AKSUN’a,

Tüm eğitimimde ve hayatım boyunca sağladıkları destek ve bana duydukları güvenle beni her koşulda destekleyen sevgili ailem; annem, babam ve ablama en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Sevim KEYFİALA

Bu tez çalışması G. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri 03/2018-10 kodu ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1.GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kök Kanal Tedavisinin Amacı	3
2.1.1. Vital pulpalı kök kanallarında kök kanal tedavisi:	4
2.1.2. Nekrotik kök kanallarında kök kanal tedavisi.....	4
2.1.3. Enfekte kök kanallarında kök kanal tedavisi.....	4
2.1.4. Tekrarlanan tedaviler.....	5
2.2. Endodontik Tedavide Kullanılan Enstrümanlar	5
2.2.1. El ile kullanılan kök kanal enstrümanları.....	7
2.2.2. Düşük hızda döner enstrümanlar ile kullanılan kök kanal enstrümanları.....	8
2.2.3. Kök kanal preparasyonu için kullanılan döner enstrümanlar.....	8
2.2.4. Ni-Ti döner enstrüman sistemlerinin endodontide kullanımı.....	9
2.2.5. NiTi alaşımının özellikleri.....	10
2.2.6. Ni-Ti kanal enstrümanlarının şekil özellikleri.....	11
2.2.7. NiTi döner enstrüman sistemlerinin gelişimi	13
2.3. Çalışmamızda Kullanılan Ni-Ti Döner Enstrüman Sistemleri	15
2.3.1.RECIPROC sistem	15

	Sayfa
2.3.2 ProTaper Universal sistemi	17
2.4. Kök Kanal Şekillendirme Yöntemleri	20
2.4.1. Crown-down tekniği.....	21
2.5. Kök Kanallarının Hermetik Olarak Doldurulması:	22
2.6. Kök Kanalı Doldurma Teknikleri:	23
2.7. Çalışmamızda Kullanılan Dolgu Teknikleri:	24
2.7.1. Tek kon tekniği	24
2.7.2. Calamus dual 3D obturasyon sistemi	25
2.8. Kök Kanal Dolgusunun Homojenitesini Değerlendirme Yöntemleri:	26
2.8.1. Mikro-CT'nin endodontide kullanımı	27
2.9. Amaç	29
3. GEREÇ VE YÖNTEM	31
3.1. Örneklerin Seçimi ve Hazırlanması	31
3.2. Deney Gruplarının Oluşturulması	31
3.3. Örneklerin Şekillendirilmesi	31
3.4. Kök Kanallarının Doldurulması	33
3.4.1. Tek kon yöntemi ile doldurulan gruplar (P.TK ve R.TK).....	34
3.4.2. Sıcak vertikal kompaksiyon yöntemi ile doldurulan gruplar (P.ST ve R.ST)	34
3.5. Kök Kanallarının Mikro-CT ile Görüntülenmesi	35
3.5.1. İmaj analizi ile boşluk hacimlerinin tespiti	36
3.6. İstatistiksel Analiz	36
4. BULGULAR	37
4.1. Boşluk Hacimlerinin Büyüklüklerine ait Bulgular	37
4.2. Grup İçi Karşılaştırmalara Ait Bulgular	37
4.2.1. P.TK grubuna ait bulgular	37

Sayfa

4.2.2. P.ST grubuna ait bulgular.....	40
4.2.3. R.TK grubuna ait bulgular.....	43
4.2.4. R.ST grubuna ait bulgular	45
4.3. Gruplar Arası Karşılaştırmalara Ait Bulgular.....	48
4.3.1. Tüm gruplara ait köklerin koronal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin değerlendirilmesine ait bulgular	48
4.3.2. Tüm gruplara ait köklerin orta üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin değerlendirilmesine ait bulgular	49
4.3.3. Tüm gruplara ait köklerin apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin değerlendirilmesine ait bulgular	51
4.3.4. Kök kanalının tümünde tespit edilen boşluk hacimlerinin gruplara göre değerlendirilmesi	53
4.4. Dolum Tekniğinden Bağımsız Olarak İki Eğenin Dolum Kalitesi Üzerindeki Etkileri	55
5. TARTIŞMA	57
5.1. Çalışmamızda Kullanılan Materyal ve Metodların Tartışması.....	57
5.2. Çalışmamızdaki Grup İçi Karşılaştırmaya Ait Bulguların Tartışması.....	63
5.3. Çalışmamızdaki Gruplar Arası Karşılaştırmaya Ait Bulguların Tartışması.....	65
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	69
KAYNAKÇA.....	71
EKLER.....	89
Ek-1. Etik Kurul Onayı	90
ÖZGEÇMİŞ	94

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Çalışmamızda kullanılan eğe sistemleri ve kök kanal dolgu teknikleri...	34
Çizelge 4.1. P.TK grubuna ait bulgular ve Friedman testi sonuçları	38
Çizelge 4.2. P.TK grubunun İkili Karşılaştırmalarına Ait Dunn's İkili Kıyaslamalar testi sonuçları	39
Çizelge 4.3. P.ST grubuna ait bulgular ve Friedman testi sonuçları	41
Çizelge 4.4. P.ST grubunun İkili Karşılaştırmalarına Ait Dunn's İkili Kıyaslamalar testi sonuçları	42
Çizelge 4.5. R.TK grubuna ait bulgular ve Friedman testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.6. R.TK grubunun İkili Karşılaştırmalarına Ait Dunn's İkili Kıyaslamalar testi sonuçları	44
Çizelge 4.7. R.ST. grubuna ait bulgular ve Friedman testi sonuçları	46
Çizelge 4.8. R.ST grubunun İkili Karşılaştırmalarına Ait Dunn's İkili Kıyaslamalar testi sonuçları	47
Çizelge 4.9. Tüm gruplarda koronal üçlüye ait Kruskal-Wallis H testi sonuçları.....	48
Çizelge 4.10. Grupların koronal bölgeye ait bulgularının Mann Whitney U testi ile karşılaştırılmaları	49
Çizelge 4.11. Tüm gruplarda orta üçlüye ait Kruskal-Wallis H testi sonuçları.....	50
Çizelge 4.12. Orta üçlüye ait gruplar arası sonuçların Mann Whitney U testi ile karşılaştırılma sonuçları.	50
Çizelge 4.13. Tüm gruplarda apikal üçlüye ait Kruskal-Wallis H testi sonuçları	52
Çizelge 4.14. Apikal üçlüye ait gruplar arası sonuçların Mann Whitney U testi ile karşılaştırılma sonuçları	52
Çizelge 4.15. Grupların kök kanalının tümünde tespit edilen boşluk hacimlerinin Kruskal-Wallis H testi ile değerlendirilmesi.....	53
Çizelge 4.16. Grupların kök kanalının tümünde tespit edilen boşluk hacimlerinin Mann Whitney U testi ile ikili karşılaştırılmaları	54
Çizelge 4.17. ProTaper Universal ve RECIPROC Ni-Ti enstrümanlar ile prepare edilen dişlerde dolum tekniğine bakılmaksızın tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değeri.	55

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Calamus Dual 3D obturasyon cihazı	35
Resim 4.1. P.TK grubuna ait kökün apikal üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü.....	37
Resim 4.2. P.TK grubuna ait kökün orta üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü	38
Resim 4.3. P.TK grubuna ait kökün koronal üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü	38
Resim 4.4. P.ST grubuna ait kökün apikal üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü	40
Resim 4.5. P.ST grubuna ait kökün orta üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü	40
Resim 4.6. P.ST grubuna ait kökün koronal üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü.....	41
Resim 4.7. R.TK grubuna ait kökün apikal üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü	43
Resim 4.8. R.TK grubuna ait kökün orta üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü.....	43
Resim 4.9. R.TK grubuna ait kökün koronal üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü.....	43
Resim 4.10. R.ST grubuna ait kökün apikal üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü.....	45
Resim 4.11. R.ST grubuna ait kökün orta üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü	46
Resim 4.12. R.ST grubuna ait kökün koronal üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü	46

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
%	Yüzde
°C	Santigrad derece
Kısaltmalar	Açıklamalar
EDTA	Etilen diamin tetra asetik asit
kV	Kilovolt
Mikro-CT	Mikro bilgisayarlı tomografi
mL	Mililitre
Ni-Ti	Nikel-Titanyum
P.ST	ProTaper-Sıcak teknik grubu
P.TK	ProTaper-Tek kon grubu
R.ST	RECIPROC-Sıcak teknik grubu
R.TK	RECIPROC-Tek kon grubu
µm	Mikrometre

1.GİRİŞ

Endodontik tedavinin esas amacı, kök kanal sisteminin debris ve mikroorganizmalardan tamamen temizlenmesi ve şekillendirilmesi, ardından bütünüyle inert, boyutsal olarak değişiklik göstermeyen ve biyolojik olarak uyumlu bir kanal dolgu materyali ile doldurulmasıdır [1] . Kök kanal boşluğunun koronal açıklıktan apikal sonlamaya kadar, kök kanal sistemi boyunca, tümüyle doldurulması kök kanal dolgusunun hedefidir [2] .

Başarılı bir endodontik tedavi, kök kanallarının orijinal formuna uygun olarak prepare edilip, dezenfekte edildikten sonra, boyutsal olarak stabil, biyouyumlu bir dolgu materyali ile apikal sonlanmaya kadar sızdırmaz bir şekilde hermetik olarak doldurulmasına bağlıdır [1,3–6] .

Uzun dönem başarı için, kök kanallarının üç boyutlu olarak doldurulması esastır. Ingle 1985'te [7] yaptığı çalışmada, yetersiz kök kanal dolgusunun, başarısız endodontik tedavilerin %59'unu oluşturduğunu göstermiştir. İdeal bir kök kanal dolgusu, koronal sızıntı ve bakteri kontaminasyonunu önlerken, kök kanalının apikal kısmını periapikal doku sıvılarından korur ve artık iritanları kanalda hapsedir [8].

Schilder [5], 1967'lerde kök kanal tedavisi aşamalarındaki son hedefin, üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde kök kanal boşluğunun doldurulması olduğunu; nekrotik doku artıklarının, bakteri ve ürünlerinin temizleme, şekillendirme ve sterilizasyon işlemleri ile uzaklaştırılması gerektiğini bildirmiştir. Kök kanal sisteminin tümüyle temizlenmesi ve şekillendirilmesi, lateral ve vertikal yönde doldurulma başarısını etkilemektedir [9].

Kök kanallarının sızdırmaz bir şekilde doldurulma nedenleri:

1. Mikroorganizmaların oral kaviteden periradiküler dokulara geçişini önleyecek bir bariyer oluşturmak,
2. Kanalları temizleme ve preparasyon işlemleri ardından hala kanalda mevcut olabilecek mikroorganizmaları izole etmek ve kök kanalı içinde hapsetmek, böylece periapikal irritasyonu önlemek,
3. Mikrobiyal çoğalmaya destek olabilecek besinlerin kök kanal sistemine sızıntısını önlemek,

4. Kök kanal sistemine gingival sulkustan veya periodontal cepten bakteri geçişi veya sıvı sızıntısı riskini azaltmak [10],
5. Geride kalan diş dokularına destek sağlamaktır [11]

Son yıllarda hem endodontik eğelerdeki hem de preparasyon tekniklerindeki gelişmeler ile, kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında meydana gelen komplikasyonlar elimine edilmeye çalışılmıştır.

Kök kanal şekillendirilmesi yapılırken, kanalların daha kısa sürede genişletilmesi, kanal şeklinin oldukça düzgün olması, fiziksel olarak daha az efor sarf edilmesi ve debrislerin kolay bir şekilde uzaklaştırılması nedeni ile Ni-Ti kanal enstrümanlarıyla birlikte döner alet sistemleri tercih edilmeye başlanmıştır [12]. Güncel Ni-Ti döner alet sistemlerinden; ProTaper Universal ve RECIPROC üzerinde pek çok çalışma yapılmış olan sistemlerdir [13–16].

Preparasyon işlemi gerçekleştirilmiş kök kanallarının ideal ve güvenli bir şekilde dolununun gerçekleştirilebilmesi için çeşitli materyaller ve teknikler önerilmiştir. Kök kanal dolum teknikleri olarak; lateral kondenzasyon, sıcak gütaperka teknikleri ve tek kon gibi teknikler geliştirilmiş ve bu tekniklerin eksikliklerini saptamak adına çalışmalar yapılmış, yeni yöntemler geliştirilmeye devam edilmiştir.

Günümüzde Ni-Ti döner enstrümanlar ile şekillendirilen kök kanallarında başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Hem farklı Ni-Ti sistemlerinin birbirlerine avantajları hem de bu sistemler ile prepare edilen kök kanallarına hangi dolum tekniğinin daha etkin olacağı konusunda yapılan çalışmalar devam etmektedir.

Bu çalışmanın amacı Ni-Ti döner enstrüman sistemlerinden ProTaper Universal ve RECIPROC ile şekillendirilen kök kanallarını, her ege sisteminin kendine ait konları ile tek kon tekniği ve sıcak vertikal kompaksiyon tekniği (Calamus) ile doldurarak, ardından da mikro-CT görüntüleme tekniği ile 3 boyutlu görüntülerinin alınıp dolum tekniklerinin, diş köklerinin apikal, orta ve koronal kısımları için dolum kalitelerinin karşılaştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanal Tedavisinin Amacı

Kök kanal tedavisinin amacı, kron ve kök pulpasının çıkarılmasının ardından kök kanalının korondan apikale doğru konik bir formda şekillendirilmesi, kök kanal sisteminin organik ve inorganik artıklardan, mikroorganizmalardan mekanik ve kimyasal olarak temizlenmesi ve kanal girişinden kök ucuna kadar biyoyumlu kök kanal dolgu maddeleri ile üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurulmasıdır [17].

Kök kanal tedavisi prosedürleri, mikrobiyal kontrol aşaması ve dolgu aşaması olmak üzere iki aşamada incelenebilmektedir [18]. Biyomekanik ve kemomekanik temizlik ya da temizleme ve şekillendirme olarak da adlandırılan mikrobiyal kontrol aşamasının hedefi, enfekte veya enfekte olmayan yumuşak ve sert dokuların uzaklaştırılması, irrigasyon solüsyonlarının, kanal içi medikamanların ve kök kanal dolgu maddesinin uygulanması için gerekli olan boşluğun oluşturulması ve radiküler dokuların bütünlüğünün korunmasını sağlamaktır [19]. Endodontik tedavinin en önemli basamaklarından biri kök kanallarının şekillendirilmesi ve temizlenmesidir. Kök kanal dolgusunun kanal duvarlarına daha iyi adaptasyonunu sağlamak adına preparasyon ve temizlemenin esas hedefi, doku artıklarının ve bakteriyel biyofilmlerin uzaklaştırılmasıdır [20]. Genişletilmiş kök kanalları aynı zamanda dezenfektanların ve irriganların etki göstermesine olanak sağlar. Mekanik kök kanal preparasyonu ve irriganlar ile uzaklaştırılabilen pulpa odası ve kök kanallarının koronalinde bulunan planktonik mikroorganizmalar haricinde, ulaşılması zor alanlar ve biyofilm içerisindeki bakteriler uzaklaştırılabilmektedir [21]. Temizleme ve şekillendirme aşamasında kök kanal sistemindeki enfekte ve organik ve inorganik yapılar uzaklaştırılırken, orijinal kök kanal anatomisine sadık kalarak apikal foramene zarar vermemeye dikkat edilmelidir. Dolgu aşaması ise kök kanal dolumunu ve koronal restorasyonu içermektedir. Bu aşamanın hedefi, mikrobiyal kontrol aşaması sırasında oluşturulan kökteki ve krondaki boşluğun doldurulmasıdır. Eğer bu boşluk ideal bir şekilde doldurulursa, kök kanalına mikroorganizma girişi minimum düzeyde olacak, kök kanal sisteminde ve dentin tübülleri içerisinde kalan bakteriler periradiküler dokular ile ilişki kuramayacak, periapikal eksuda kök kanalı içinde kalan bakterileri besleyemeyecek ve ağız içi mikroorganizmaların kök kanal boşluğunda üremeleri önlenmiş olacaktır [18].

İdeal bir kök kanal preparasyonunda, tüm yüzeylere temas olmalı, fakat belirli bir kök kanal duvar kalınlığı bırakılarak, servikal ve radiküler kök yapısı mümkün olduğunca korunmalıdır [22]. Kök kanal sisteminden tüm enfekte pulpa ve dentin uzaklaştırılmalı, aynı zamanda irrigasyon solüsyonlarının ve kanal içi medikamanların etkisini gösterebilmesi için gerekli genişlikte, kök kanalının orijinal formu ve kurvatürü bozulmadan devamlı bir koniklik elde edilmelidir [17,23].

Kök kanal tedavisi şu dört ana durumda uygulanmaktadır:

2.1.1. Vital pulpalı kök kanallarında kök kanal tedavisi:

Vital pulpalı kök kanal sistemlerinin temizlenmesinin nedenleri, pulpa dokusunun ve kanal duvarlarına yapışık bulunan kısımlarının uzaklaştırılmasıdır. Kanallarda artık pulpa dokusunun kalması, hem kanalların etkin bir şekilde doldurulamamasına hem de bakteriler için uygun besi ve büyüme ortamı oluşmasına sebep olmaktadır. Kök kanallarının temizlenmesi çok önemli olmasına rağmen, kanalların karışık anatomisi ve yüzey yapısı hesaba katılırsa birçok vakada bu mümkün olamamaktadır [24,25].

2.1.2. Nekrotik kök kanallarında kök kanal tedavisi

Nekrotik pulpa dokusunun çıkarılması, mikroorganizmaların ve enfeksiyonun ortadan kaldırılması, nekrotik kök kanallarının temizlenmesinin nedenleridir [26,27]. Enfekte kök kanallarındaki mevcut bakteriler biyofilm şeklinde büyümeye meyillidirler. Bu bakteriler, kanal duvarlarının derin bölgelerine penetre olmuşlardır ve irrigasyon solüsyonları ile kanal içi medikamanlara karşı koyabilmektedirler [28-31]. Tüm bunlar hesaba katılarak, kök kanalının şekillendirilmesi işleminin, tüm biyofilm yapısını ve eklentilerini kapsaması amaçlanmalıdır.

2.1.3. Enfekte kök kanallarında kök kanal tedavisi

Enfekte kök kanallarındaki dentin tübülleri bakterileri barındırmaktadır [32-34]. Kök kanal sisteminin enfekte kısımlarına yakın tübüllerde bakteri sayısı daha fazladır [35]. Bu tarz vakalarda, dentinin iç ve enfekte kısımlarının elimine edilmesi ve tübüllerdeki bakterilerin ortaya çıkartılıp antibakteriyel ajanlarla muamele edilmesi, kök kanal şekillendirilmesinin esas amacıdır.

2.1.4. Tekrarlanan tedaviler

Tekrarlayan endodontik tedavilerin amacı, enfekte kök kanallarının tedavisine benzemektedir. Bu olgularda, kök kanal sisteminde bırakılan herhangi artık bir madde, bakterilerin uzaklaştırılmasına ve iç kısımdaki enfekte dentinin eliminasyonuna izin vermeyerek, dentin tübüllerinin açılmasına engel olacaktır. Bu sebeple, kök kanal sisteminin, mevcut kök kanal dolgusundan ve kanal patından bütünüyle temizlenmesi esas amaç olmalıdır. Başarısızlığın başlıca nedeni kök kanal dolgusu yapılmış dişlerde apikal bölümde mikroorganizmaların hayatta kalabilmeleridir. Birincil endodontik enfeksiyonlarda, polimikrobiyal ve gram (-) anaerobik çubuklar baskındır, ikincil enfeksiyonlardaki mikroorganizmalar ise bir veya birkaç türün birleşimiyle oluşur. *E. faecalis* inatçı bir mikroorganizmadır ve tedavi edilmemiş dişlerde floranın küçük bir kısmında bulunurlar, en önemli rolleri kök kanal tedavisi yapılmış dişlerde inatçı periradiküler lezyonlar oluşturmaktır. Kök kanal tedavisinin başarısızlıkla sonuçlandığı vakaların çoğunda *E. faecalis* bulunmuştur ve kök kanalında tek bir organizma olarak ya da floranın en büyük bileşeni olarak canlılığını sürdürebilmektedir [36]. Kök kanal tedavisi yapılmış periradiküler lezyonlu dişlerin %24-77'sinde *Enterococcus faecalis* bulunmuştur [36]. Bu fakültatif bakteri, düşük sayıda birincil kök kanal enfeksiyonu yaparken, sınırlı vakalarda görülür, sıklıkla ikincil kök kanal enfeksiyonlarından ya da inatçı enfeksiyonlardan izole edilir [37] ve genellikle tek tür olarak bulunur. Başarısız kök kanal tedavili dişlerde mantarlar da bulunmaktadır. Başarısızlığın nedeni bunların tedaviye direnç göstermesi ile açıklanır [38].

2.2. Endodontik Tedavide Kullanılan Enstrümanlar

Uç kısım, yiv ve kesit alan dizaynı, eğelerin ve döner enstrümanların genel özellikleri incelenirken bakılan öğelerdir.

Enstrümanın kanalın içerisinde ilerlemesini ve daha derine ulaşmasını sağlamak, kök kanal enstrümanının uç kısmının iki temel hedefidir. Kanalda transportasyon olması veya aşırı torsiyona bağlı olarak eğenin kırılması, kullanılan enstrümanla ilgili bilgi noksanlığına bağlı oluşan komplikasyonlardır. Eğenin kesici kenar açısı, çapı ve yivlerin uç kısma olan yakınlığı, enstrümanın kesme potansiyelini tanımlamaktadır. Çalışmalar, eğenin kontrolünün, etkinliğinin ve kök kanal preparasyonundan elde edilen neticelerin, eğelerin uç dizaynından etkilendiğini bildirmiştir (39,40). Genellikle eğelerin uç kısımları; kesici, kesici

olmayan ve yarı kesici olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Örnek olarak, Ni-Ti döner enstrümanlar, kesici olmayan uç dizaynı ile üretilmişlerdir. Yalnızca eski kanal dolgusunun çıkarılması için tekrarlayan kök kanal tedavilerinde kullanılan enstrümanlarda kesici uç dizaynı bulunmaktadır.

Yumuşak doku ve dentin artıklarını kanal duvarlarından alması için yaratılan boşluklar, eğelerin yiv kısımlarıdır. Yivlerin derinliği, genişliği, konfigürasyonu ve yüzey kaplaması, etkinliklerini belirlemektedir. Helikal açı, eğenin kesici kenarının, eğenin uzun eksenine yaptığı açıdır. Eğim açısı ise, eğenin uzun eksenine dik kesitler alındığı zaman, kesici kenar ve eğenin çapı ile radiküler duvarın birleştiği nokta arasındaki açıdır. Bu açı 90 derece olduğunda nötr olarak değerlendirilirken, pozitif veya negatif olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Eğenin kesici kenarı ile eğenin radiküler duvarına çizilen teğet arasındaki açı ise kesim açısıdır ve bu açı eğenin kesiciliğini ifade etmektedir. Eğenin kanal içerisindeki ilerleme etkinliğini veya kırılma olasılığını bu unsurlar belirlemektedir.

Bir eğenin çalışma yüzeyinde, uç kısmından sap kısmına kadar olan milimetrik artışa koniklik denir. Örnek olarak; 25 numaralı bir eğenin uç kısmından 1 mm yukarıdaki çap 0,27 mm, 2 mm yukarıdaki çap ise 0,29 mm'dir. Preparasyonun kurvatür noktasındaki çapının ve eğede oluşması muhtemel stresin belirlenmesinde, enstrümanın konikliğinin bilinmesi, yardımcı olacaktır.

Paslanmaz çelik ve nikel titanyum olmak üzere, endodontik enstrümanların üretilmesinde kullanılan iki alaşım bulunmaktadır. Paslanmaz çelik, el ile kullanılan çoğu endodontik enstrümanın üretiminde kullanılır. Kırılmaya karşı dirençlidir. Eğelere esneklik ve korozyon direnci gibi özellikler kazandıran Ni-Ti alaşım ise döner enstrümanlar için dizayn edilen eğe sistemlerinde kullanılmaktadır [41].

Günümüzde yeni piyasaya sürülen birçok döner enstrüman sistemi artık nikel titanyumdan üretilmektedir. Yapılan bir çalışmada, paslanmaz çelik ve Ni-Ti el enstrümanlarının tedavi öncesinde ve sonrasında kök kanallarının orjinal eğimlerinin düzleştirilmesi arasındaki fark incelenmiştir. Paslanmaz çelik el eğelerine göre Ni-Ti el eğelerinin kök kanalında daha az düzleşmeye, dolayısıyla da daha az strip perforasyon gibi işlemsel hatalara neden olduğu gösterilmiştir [42]. Yine aynı çalışmada, Ni-Ti el eğeleri ile tedavi edilen dişlerde periapikal iyileşmenin, paslanmaz çelik ile tedavi edilenlere göre, yüzdelik olarak başarı oranının daha

yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler ışığında, tedavinin başarısı ve prognozu üzerinde, kök kanalının orjinal formunun korunmasının etkili olduğu söylenebilmektedir.

2.2.1. El ile kullanılan kök kanal enstrümanları

Eğeler, fonksiyonları yerleştirme ve çekme hareketleri ile kök kanallarını şekillendirme olan enstrümanlardır. Günümüzde genellikle paslanmaz çelikten üretilirken, daha önceki senelerde karbon çelikten üretilmekteydiler. Bunun yanında nikel titanyum alaşımlar kullanılarak piyasaya sunulan el enstrümanları da bulunmaktadır.

K tipi el eğeleri ve reamerlar, kare veya üçgen kesitli tellerin uzun eksenleri boyunca döndürülmesiyle üretilirler. Kenar veya spiral sayıları, eğelemeye ya da reaminge (devamlı eğe rotasyonu) müsait olmasını belirler. Reamerlara göre eğelerde daha fazla yiv mevcuttur. Kare kesitlere göre ise üçgen kesitler daha elastiktir [43]. Genellikle K tipi eğeler kök kanallarına nüfuz ederek genişletmek için uygundurlar. Kesit alanı incelendiğinde K tipi eğelerde, hem saat yönünde hem de saatin ters yönünde dentini kesebilen simetrik bir yapı izlenmektedir. Eğeleme hareketine göre reaming hareketi daha az transportasyona sebebiyet vermektedir [44,45]. Reamerlar, K tipi eğelere benzer dizayna sahip olsa da daha az kesici özellik gösterir ve döndürme hareketi ile kullanıma daha uygundur. Günümüzde pek kullanılmamaktadır.

Yuvarlatılmış paslanmaz çelik metal parçalardan meydana getirilen H tipi eğeler aynı zamanda Hedström eğeleri olarak da bilinmektedir. Kesici kenarlar ile uzun eksenler arasındaki açı 60-65 derecedir [46]. Pozitif kesme açısı sadece çekme hareketi sırasında kesmede etkindir. H tipi eğelerde rotasyonel hareketler kırılma riskini arttırdığı için uygulanmamaktadır. K tipi eğelere göre H tipi eğelerde, daha fazla kesme etkinliği bulunmaktadır.

Tirnerfler farklı boyutlarda ve değişik renk kodlarıyla üretilmektedirler. Tirnefler koronale doğru açıldırılmış keskin çengellere sahip enstrümanlardır. Genellikle vital kök kanal pulpasının uzaklaştırılmasında kullanılırlar. Aynı zamanda hafif enflamasyon görülen durumlarda daralım bölgesinden vital pulpanın uzaklaştırılmasında başarılı bir enstrümandır.

Apikal daralımı 25 numaradan küçük olan kök kanallarında kullanılmaları uygun değildir. Kullanımları, Ni-Ti döner enstrümanların popülaritelerinin artmasıyla birlikte azalmıştır.

2.2.2. Düşük hızda döner enstrümanlar ile kullanılan kök kanal enstrümanları

Paslanmaz çelikten üretilen frezler, giriş kavitesinin preparasyonu için özel olarak dizayn edilmişlerdir. Düşük ve yüksek devirli el enstrümanları ile uygulanabilmektedirler.

Genellikle kök kanallarında koronal üçlünün genişletilmesi amacı ile kullanılan [47] ve paslanmaz çelikten üretilen Gates-Glidden (GG) frezleri, 1-6 arasında değişen numaralara ve 0.5-1.5 mm çaplara sahiptirler. Uç kısmında koruyucu bir başlık bulunan enstrüman, uzun ince bir şafttan ve oval kesici kısımdan oluşmaktadır. Bu frezler yan kısımları ile dentini kesebilmektedir ve kök kanallarının düz, kurvatür bulunmayan kısımlarında kullanımları tavsiye edilmektedir. Strip perforasyonları önlemek adına yerleştirme açısının uygun belirlenmesi gerekmektedir. Güvenli kullanımları için 750-1500 rpm hızlarında uygulanması gerekmektedir.

Koronal genişletme veya post boşluğunun hazırlanmasında kullanılan Peeso frezleri ise genellikle paslanmaz çelikten üretilirken, 800-1200 rpm hızda düşük turlu el enstrümanları ile kullanılmaktadırlar. 1'den 6'ya kadar GG frezlerine benzer olarak değişen numaraları bulunmaktadır. GG frezlerden farklı olarak da daha geniş ve birbirine daha paralel kesici kenarlara sahiptirler.

2.2.3. Kök kanal preparasyonu için kullanılan döner enstrümanlar

Paslanmaz çelikten üretilen döner enstrümanların kök kanal preparasyonunda kullanılmasıyla birlikte, kanal trasportasyonu ve eğelerin kırılması gibi iki temel problem ortaya çıkmıştır. 1990'lı yılların başında Ni-Ti döner enstrümanların piyasaya sürülmesiyle bu sorunlar ortadan kalkmıştır. Çok daha fazla esnek olan bu alaşım, daha az preparasyon hatasına neden olmaktadır. Ni-Ti döner enstrümanlar ile paslanmaz çelik el eğelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, Ni-Ti döner enstrümanlarla yapılan tedavilerin, paslanmaz çelik ile yapılanlara göre iyilişme oranının daha yüksek olduğu görülmüştür [42]. Aynı zamanda basamak ve perforasyon oluşumu gibi işleme bağlı hata izlenme oranı da Ni-Ti döner enstrümanlarla yapılan tedavilerde daha az görülmüştür. Yani netice olarak,

paslanmaz çelik el eğelerinin kullanımına göre, Ni-Ti döner enstrümanların kullanımıyla 3.8 kat daha fazla başarı elde edilmiştir.

Kök kanallarının şekillendirilmesinde, döner eğe sistemlerini kullanırken dikkat edilmesi gereken noktalar şu şekildedir:

1. Döner enstrümanlarla şekillendirmeye, eğenin sap kısmı kökün uzun aksına paralel olabildiği zaman başlanmalıdır.
2. El eğeleri ile kök kanalı kontrol edildikten sonra döner sistemler uygulanmalıdır.
3. Kök kanalının enine kesit çapına dikkat edilmelidir
4. Üretici firmaların talimatlarına uygun hız ve tork değerleri ile kullanılmalıdırlar.
5. Kök kanalı içinde enstrümanları kullanırken lubrikasyon sağlamak için EDTA gibi şelasyon ajanları ve sodyum hipoklorit kullanılmalıdır.
6. Döner enstrüman kullanırken kurşun kalem ile yazı yazarken uygulanan kuvvet yeterli olacaktır. Fazla güç uygulamamak gerekmektedir.

2.2.4. Ni-Ti döner enstrüman sistemlerinin endodontide kullanımı

İlk olarak 1980'lerin sonunda üretilen Ni-Ti esaslı kök kanal enstrümanları, başlangıçta el enstrümanı olarak üretilmişler ancak klinik olarak istenen başarı elde edilemeyince, Ni-Ti'nin alaşım özelliklerine bağlı olarak, döner enstrüman sistemlerinde kullanılması fikri ortaya çıkmıştır.

1989 yılında, Wildey ve Senia, [48] isimlerinin baş harfleri olan 'SW' ismini verdikleri 'Canal Master' olarak bilinen kanal enstrümanını tanıtmışlardır. Bu da, Ni-Ti esaslı 'Canal Master U' tekniğinin ve daha sonra bu yenilikler sayesinde, ilki 'Lightspeed' olan Ni-Ti esaslı döner sistemlerinin gelişmesine yol açmıştır [49]. Endodonti pratiğinde, 1990'ların başından itibaren, bir çok Ni-Ti döner enstrüman sistemi kullanılmaktadır [50].

Ni-Ti alaşımı endodontide, şekil hafızası ve süperelastisite özellikleri sayesinde önemli bir kullanım alanı bulmuştur. Ni-Ti kanal enstrümanları şekillendirme sırasında bu özellikleri sayesinde, kanalın orjinal formunu koruyarak, perforasyona daha az sebep olmaktadır. Ni-Ti kanal enstrümanları, paslanmaz çelik kanal enstrümanları ile karşılaştırıldıklarında kanalın orjinal formunu takip etmede daha etkili bulunmuşlardır. Kanal transportasyonu,

perforasyon, zip ve basamak oluşumuna daha az sebep oldukları bildirilmiştir. Bu sistemlerin kullanılması ile yapılan preparasyonların daha hızlı olduğu ve kırılma riskinin daha az olduğu bildirilmiştir [49,51].

2.2.5. NiTi alaşımasının özellikleri

Ni-Ti alaşımları, %45 titanyum ve %55 nikelden oluşmaktadır [52]. Bu enstrümanlar, düşük elastisite modülü ve şekil hafızaları nedeniyle kırılmaya karşı daha dayanıklıdır. Kök kanal anatomisine daha sadık kalarak eğimli kök kanallarını şekillendirmeye olanak sağlayıp korozyona uğramazlar [53]. Ni-Ti eğelerin esnek olmaları eğimli kanallarda basamak, perforasyon ve zipping meydana gelme riskini azaltmaktadır [54-55]. Paslanmaz çeliğe kıyasla, burkulma elastiklik limiti 2-3 kat daha fazladır ve yine bu alaşımların elastikiyet modülü paslanmaz çeliklere nazaran belirgin bir şekilde daha düşüktür. Bu özellikte Ni-Ti enstrümanların preparasyon sırasında kanal duvarlarına daha az kuvvet uygulamasına olanak sağlar [1].

Ni-Ti alaşımların diğer alaşımlara göre daha üstün özellikleri vardır [56];

1. Küçük elastik modülü (35 kN/mm^2) : Paslanmaz çeliğin neredeyse $1/5 - 1/4$ 'ü kadardır. Bu özellik Ni-Ti alaşımların kök kanal duvarlarına preparasyon sırasında daha az kuvvet uygulamasını sağlamaktadır [1].
2. Burkulma elastik limiti: Paslanmaz çeliğe nazaran 2-3 kat daha fazladır.
3. Şekil hafızası
4. Süperelastiklik

Ni-Ti alaşımlarda da çeliktekine benzer şekilde mekanik gerilmeye ve sıcaklığa bağlı iki farklı kristal yapı ortaya çıkmaktadır. Bunlar yüksek sıcaklık fazındaki 'ostenit' ve düşük sıcaklık fazındaki 'martensit' tir. Ni-Ti 3 değişik formda olabilir. Bunlar martensite, R fazı (süperelastik) ve ostenit. Martensit formundaysa, materyal esnek ve yumuşaktır, kolay bir şekilde deforme olabilmektedir. Yüksek elastik iken, süperelastik Ni-Ti; ostenit Ni-Ti sert ve güçlüdür. Materyal, stres ve yüksek ısı altında bu iki form arasında değişim gösterebilmektedir [57]. Alaşımın martensit fazından ostenit fazına, ostenit fazından martensit fazına dönüşebilme kabiliyeti şekil hafızasını göstermektedir [58].

Süperelastiklik ya da pseudo, belirli bir oranda belirgin bir kuvvet değişikliği olmaksızın maddenin geri dönüşümlü şekil değiştirmesidir. Belli bir sıcaklıkta alaşım ostenit halinde bulunuyorsa mekanik bir gerilim ile birlikte martensit meydana gelir. Bu gerilme-uzama eğrisi süperelastikliği temsil etmektedir [59].

Ni-Ti ve paslanmaz çelik eğelerin karşılaştırıldığı bir çalışmada, preparasyonun Ni-Ti eğelerle daha kısa sürede yapıldığı, bu eğelerin daha az sayıda zip ve perforasyon oluşturduğu ve bu eğelerde daha az kırılma olduğu bildirilmiştir [60]. Döner Ni-Ti eğelerin; kök kanal preparasyonu sırasında zaman kazandırmaları, hekimin fiziksel olarak daha az efor sarf ederek preparasyonu tamamlamasına olanak sağlamaları ve kök kanal sistemindeki debris kolay bir şekilde uzaklaştırmaları tercih edilme nedenlerindendir [61].

Ni-Ti alaşımların kırılmaya dirençli olmaları, hiç kırılmayacağı anlamına gelmemektedir. Özellikle, eğelerin eğimli kanallarda kullanımına bağlı olarak meydana gelen döngüsel yorgunluk, eğelerin kök kanallarında kırılmalarına neden olmaktadır [62,63]. Kullanmadan önce her seferinde eğelerin kontrol edilmesi ve ideal olarak tek sefer kullanılması gerekmektedir.

Ni-Ti alaşımların özelliklerini geliştirmek adına çalışmalar devam etmektedir. Kanal enstrümanlarının yüzeylerine uygulanan yüzey kaplamaları, elektrocilalama ve yüzey implantları gibi işlemler ile enstrümanların özelliklerinin geliştirilebildiği gösterilmiştir [64,65].

2.2.6. Ni-Ti kanal enstrümanlarının şekil özellikleri

Farklı Ni-Ti döner alet sistemlerinin kendilerine ait farklı kanal enstrümanı dizaynları bulunur. Bu enstrümanlar; bıçak sayısı, kesim açısı, koniklik açısı, uç dizaynı ve kesit şekillerinde farklılık göstermektedirler. Bu farklılıklar, enstrümanların kesme etkinliklerini, burkulmaya karşı direçlerini ve esneklikleri gibi özelliklerini belirlemektedir [1].

Kanal enstrümanının ucuyla sap kısmı arasında bulunan kısım ‘çalışan yüzey’ olarak adlandırılır. Çalışan yüzey boyunca enstrümanın çapının her 1 mm’deki artış miktarı koniklik açısı yada ‘koniklik’ olarak adlandırılır. ISO standartlarına göre enstrümanların

koniklik açıları %2 (.02) ve çalışan yüzeyin uzunluğu 16 mm'dir. Fakat günümüzde koniklik açısı ve uzunluğu çok çeşitlilik gösteren enstrümanlar bulunmaktadır [66].

İlk üretilen eğe sistemi olan LightSpeed sisteminde, koniklik açısı bulunmayıp, paralel duvarlara sahip bir dizayn söz konusuydu. Fakat daha sonraki sistemlerde konik açılı kanal eğeleri kullanılmaya başlanarak, en dar yeri apikal foramen olan ve koronale doğru giderek genişleyen konik bir form elde edilebilmeye başlandı (67).

Yiv aralığı, kanal enstrümanının çalışma yüzeyindeki oluklardır. Dentin talaşları ve yumuşak doku artıklarından oluşan debris bu oluklarda birikerek, bunlar yardımıyla kanal dışına taşınır. Yiv aralığı genişledikçe debris çıkışı artar [66]. Birim alanda az vida adımı olması debrisini koronale yönlendirir, apikalden debris çıkışını azaltır [68].

Enstrümanın dönmesiyle birlikte etkin olan kesici kenarı ya da diğer adıyla enstrümanın bıçak kısmını, kanal enstrümanının en geniş çaplı yüzeyi ile oluğun kesiştiği kenar oluşturmaktadır. Etkinliği kanal duvarıyla yaptığı açıya ve keskinliğine bağlıdır [66].

Eğenin kırılmaya karşı direncini arttıran ve kesici ucun arkasında bulunan düz yüzeye radyal alan denir. Bu alan, kanal enstrümanının merkezde kalmasını sağlayarak vidalanmayı engeller.

Land; yiv aralıkları arasında bıçak boyunca devam eden kısma verilen isimdir. Bu kısım, enstrümanın vidalama etkisini, kanal transportasyonunu, mikro çatlakların yayılma riskini azaltır, bıçak kısmını destekler ve kesim derinliğini sınırlandırır. Land'ın etkinliğini, karşıt kesici kenarlar arasındaki ilişki ve land genişliği belirlemektedir. Kanal duvarlarına bakan land yüzeyleri azaltılıp rölyef alanlar oluşturularak, sürtünme direnci azaltılır [66].

Enstrümanın uzun eksenini ile kesici kenarların yaptığı açıya sarmal (heliks) açısı denilmektedir. Yivlerde toplanan debrisin kanal dışına çıkartılmasını etkilemektedir [66].

Rake (kesme) açısı ise; kanal enstrümanından yatay bir kesit alındığında enstrümanın yarıçapı ile bıçak kısmının yaptığı açı olarak tanımlanmaktadır. Kesim açısı ile rake açısı terimleri birbirlerinin yerine kullanılsa da, aslında farklı açısal bölgeleri ifade etmektedir [66].

Kanal enstrümanından kesici kenara dik bir kesit alındığında, kesilen yüzey ile kesici kenar arasındaki açı, kesim açısı olarak adlandırılır. Kesici kenar ile kesilen yüzey arasındaki açı; geniş açı ise kesim açısı pozitif veya kesici, dar açı ise negatif veya sıyrıcı olarak tanımlanır [66].

Pozitif kesim açısına sahip eğeler, preparasyon sırasında hareket yönünde kesim yaparak, kontrollü bir şekilde madde kaldırmaktadırlar [66]. Ancak aşırı pozitif kesim açısı perforasyon, basamak ve zip riskini arttırmaktadır. K3 sisteminde aşırı pozitif kesim açısı bulunmaktadır. Tam pozitif kesme açısı, dentinin delinmesine ve kazınmasına, ve buna bağlı olarak da kesici kısımda kırılmalara sebep olabilmektedir [69].

En az paslanmaz çelik el eğeleri kadar, Ni-Ti döner eğeler de kök kanal dentinini reaming hareketi ile uzaklaştırmakta etkilidirler [57]. Kesici kısımların açısı kesme etkinliğinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. En fazla etkinliği sağlayabilmek adına, neredeyse en son çıkan Ni-Ti döner sistemlerin tamamı nötral veya negatif bir kesme açısına sahiptirler [57].

Enstrümanların uç kısımlarının dizaynlarına bakıldığında hem el hem de endodontik motor ile kullanılan birçok modern eğenin agresif olmayan uç dizaynı bulunmaktadır. Ancak bazı eğe sistemleri kesici uç dizaynına sahiptirler [70]. İlk üretilen Quantec serisinin 60-90 derecelik, ProFile ve FlexMaster sisteminin de aynı şekilde kesici uçları bulunmakta fakat bu iki farklı uç dizaynının klinik olarak birbirlerine üstünlükleri olmadığı görülmüştür [70].

2.2.7. NiTi döner enstrüman sistemlerinin gelişimi [71]

Eğelerinin mekanik açıdan sınıflandırılması şu şekilde özetlenebilir:

Birinci jenerasyon Ni-Ti döner eğe sistemleri

0.02 konikliğe sahip ilk Ni-Ti döner enstrümanlar, 1992’de Dr. John McSpadden tarafından dizayn edilmiştir. Ardından Dr. Johnson, bu eğelerin kırılması ile ilgili sorunların meydana gelmesiyle birlikte 0.04 konikliğe sahip Profile (Dentsply, Maillefer, Switzerland) sistemini geliştirmiştir. Daha sonra bu sistemlerin ardından, koniklikleri daha yüksek ve sadece apikalde preparasyon yapan farklı enstrümanlar da piyasaya sürülmüştür

İkinci jenerasyon Ni-Ti döner sistemleri

1990'ların sonuna doğru üretilen 2. jenerasyon eğe sistemlerini; aktif kesici uçların bulunması ve bütün kanal preparasyonu için gerekli olan enstrüman sayısının azaltılması gibi özellikler, öncekilerden ayırmaktadır. Önceki jenerasyona göre, kesici kenar ile uzun eksen arasındaki açı azaltılmış ve bu da vidalama etkisini oldukça azaltmıştır. ProTaper Universal (Dentsply, Tulsa Dental Specialties) döner enstrümanları, bu jenerasyon eğe sistemleri içinde yer almaktadır. 2. jenerasyon eğe sistemleri, 1. jenerasyon eğe sistemlerinin aksine pozitif kesme açısına sahiptirler ve bu onlara daha etkin bir kesme özelliği kazandırmaktadır.

Üçüncü jenerasyon Ni-Ti döner eğe sistemleri

Ni-Ti metal bilimindeki gelişmeler 3. jenerasyon eğe sistemlerinin üretilmesine fırsat vermiştir. Üretimleri sırasında termal işlem görmeleri üçüncü jenerasyon enstrümanların en önemli özelliğidir. Ni-Ti enstrümanlardaki yorgunluk direncini, esnekliği ve kesme etkinliğini değişime uğratmaktadır.

Dördüncü jenerasyon Ni-Ti döner eğe sistemleri

Piyasada kök kanal preparasyonu için üretilen Ni-Ti eğe sistemlerinin birçoğu devamlı rotasyon prensibi ile çalışmaktadır. Bununla birlikte 1958 yılından beri paslanmaz çelik enstrümanlar için, tekrar eden ileri geri hareketler olarak tanımlanan resiprokasyon kullanılmaktaydı. Önceleri resiprokasyon hareketi yapan bütün motorlar, eğelere 900° gibi büyük açılar ile saat yönü ve saat yönünün tersi hareketleri yaptırmaktaydı. Zamanla bu açılar küçültülmüş ve 300°'lik eşit açılarla saat ve tersi yönünde hareket yapan resiprokasyon sistemleri piyasaya sürülmüştür.

Beşinci jenerasyon Ni-Ti döner eğe sistemleri

Beşinci jenerasyon eğeler, ağırlık veya rotasyon merkezleri tam ortada yer almayacak şekilde dizayn edilmiştir. Bu dizayn, dentin ve eğenin temasını azaltmak amacı ile tasarlanmıştır. Ağırlık ve rotasyon merkezleri tam ortada olmadığı için rotasyon sırasındaki salınım hareketi, enstrüman ve dentin arasındaki teması azaltıp vidalama etkisini ve istenmeyen tork kuvvetlerini ortadan kaldırmaktadır.

Aynı zamanda son yıllarda 6. jenerasyon olarak adlandırılabilir, özellikle düzensiz kök kanallarına üç boyutlu uyum sağlayabilecek özelliklere sahip enstrüman sistemleri piyasaya sürülmüştür. Bunlar, tek eğe üzerinde eğimleri mevcut olan, kök kanalının düzensiz yapılarına anatomik formlarını bozmadan uyum sağlayabilen ve biyofilmlere ulaşabilen sistemlerdir.

2.3. Çalışmamızda Kullanılan Ni-Ti Döner Enstrüman Sistemleri

Tez çalışmamızda, kök kanal preparasyonunda resiprokasyon hareketi yapan RECIPROC (VDW GmbH, Munich, Almanya) sistemi ve endodonti kliniğimizde uzun yıllardır kullanılan ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) döner eğe sistemi kullanıldı.

2.3.1. RECIPROC sistem

Üç farklı eğeden oluşan RECIPROC sisteminde, aynı zamanda bir adet motor (VDW Silver RECIPROC Endomotor), redüksiyonlu bir anguldruva (VDW Silver RECIPROC Anguldruva), enstrümanlarla uyumlu kağıt konlar ve güta-perkalar bulunmaktadır. Bu sistemde seçilen tek bir eğenin yeterli bir kök kanal preparasyonu yapabileceği üreticiler tarafından ifade edilmiştir.

Bu sistemde üretilmekte olan eğeler R25, R40 ve R50'dir. Bu enstrümanların uç çapları ve koniklikleri aşağıda yazan şekildedir:

- R25: Apikal uç çapı 0.25 mm'dir. İlk üç mm'deki konikleşme miktarı sabit olup 0.08'dir ve koniklik 3 mm 'den sonra giderek azalmaktadır. D16 'da ise çapı 1.05 mm'dir.
- R40: Apikal uç çapı 0.40 mm'dir. İlk üç mm'deki konikleşme miktarı sabit olup 0.06'dir ve koniklik 3 mm'den sonra giderek azalmaktadır. D16'da ise çapı 1.10 mm'dir.
- R50: Apikal uç çapı 0.50 mm'dir. İlk üç mm'deki konikleşme miktarı sabit olup 0.05'dir ve koniklik 3 mm 'den sonra giderek azalmaktadır. D16 'da ise çapı 1.17 mm'dir.

RECIPROC enstrümanı M teli olarak bilinen ve 508 *nitinol* alaşımının belli sıcaklıklarda ve ‘tensile’ gerilim kuvvetleri ile termomekanik bir muamele sonucunda meydana gelen telden geliştirilmiştir [72]. M teli, geleneksel Ni-Ti tellerden daha yüksek döngüsel yorgunluk direncine sahip olup daha esnektir [73].

Kendisine özgü S şekilli enine kesiti olan RECIPROC’un kesici olmayan uç yapısı ve 2 tane keskin kesici kenarları bulunmaktadır [74].

Enstrümanlar saniyede 10 resiprokasyon döngüsünü tamamlayacak şekilde kullanılır, ki bu da dakikada 300 dönüşe eşittir. Kök kanalı, preparasyonundan önce paslanmaz çelik el eğeleri ile kontrol edilerek uyumlu eğenin seçimi yapılır. 30 numaralı el eğesinin kanal içinde çalışma boyunda rahat ilerlemesi durumunda R50, 20 numaralı el eğesinin kanal içinde çalışma boyunda rahat ilerlemesi durumunda R40, daha küçük eğeler söz konusu olduğunda ise R25 ile çalışılmalıdır [75].

Enstrüman seçiminin ardından, giriş kavitesine irrigasyon solüsyonu bırakılıp, motor ‘RECIPROC ALL’ moduna ayarlanır. Eğenin üzerindeki silikon stopper çalışma boyunun 2/3’üne ayarlandıktan sonra eğe, kanal içinde üç ileri ve geri ‘Gagalama Hareketi’ (pecking motion) ile ilerletildikten sonra veya daha fazla ilerlemek için apikal basıncın artırılmasının gerekli olduğu durumlarda kanaldan çıkartılarak üzerindeki debrisler temizlenir ve kanal irrigasyon solüsyonu ile yıkandıktan sonra enstrüman tekrardan kanal içinde ilerletilir. Eğe, çalışma boyunun 2/3’üne ulaşınca kadar bu şekilde çalışılır, daha sonra tekrar kanaldan çıkartılarak üzerindeki debrisler uzaklaştırılır. Kanalin kalsifiye olup olmadığı ve çalışma boyuna kadar ilerlenip ilerlenemeyeceği 10 numaralı K tipi eğe ile kontrol edilir. Ardından irrigasyon yinelenir. Çalışma boyuna ulaşılınca kadar bu işlemler bu şekilde tekrarlanır. Saatin tersi yönünde 150 derecelik ve saat yönünde 30 derecelik rotasyonlar yapan eğenin ileri-geri hareketleri 3-4 mm den fazla olmamalıdır. Saat yönünün tersine yapılan 10 derecelik hareket, eğenin dentin duvarına saplanıp dentini kesmesine neden olurken, saat yönünde yapılan 30 derecelik rotasyon hareketi ile de eğe serbestleşip kanaldan çıkar. Böylelikle, vidalama etkisi ve eğenin kırılma riski bu hareket ile azaltılmış olur [73].

Eğenin, avantajları arasında çalışma süresini kısaltması, tek kullanımlık olduğu için çapraz enfeksiyon riskini engellemesi yer almaktadır [76,77,78]. Bunun yanında RECIPROC’un, preparasyonun ardından kökü daha az zayıflatığı bildirilmiştir [79].

2.3.2 ProTaper Universal sistemi

Dr Clifford Ruddle, Dr John West ve Dr Pierre Machtou tarafından dizayn edilen bir Ni-Ti döner ege sistemi olan ProTaper Universal sistemi, Dentsply firması tarafından piyasaya sürülmüştür [19]. Bu sistem farklı tasarım özellikleri göstermektedir. Temel olarak 6 egeden oluşmaktadır. Bunlar crown down yöntemiyle kullanılan SX, S1, S2 isimli 3 şekillendirme enstrümanı ve F1, F2, F3 isimli 3 adet bitirme enstrümanıdır. Günümüzde bu sisteme F4 ve F5 adlı 2 bitirme enstrümanı ve retreatment işlemleri için bir set (D1, D2, D3) ilave edilmiştir. 21, 25 ve 31 mm boyutlarında enstrümanlar bulunmaktadır.

Diğer Ni-Ti enstrümanlarla kıyaslandığında ProTaper Universal enstrümanını diğer sistemlerden farklı kılan özellikleri şunlardır:

- Değişkenlik gösteren konikliği ve farklı uç çapları,
- Modifiye edilmiş rehber uç yapısı,
- Farklı enine kesit dizaynı,
- Değişken heliks açısı ve sarmal yapısı
- Kısa ege saplarıdır [80].

Her bir enstrümanın kesici bıcağı boyunca farklılık gösteren yüzdelerde konikliğe ve değişken uç çaplarına sahip olması ProTaper sisteminin esas özelliğidir. Değişiklik gösteren koniklik, enstrümanın esnekliğini ve kesme etkinliğinin artmasına neden olmaktadır. Bu da her enstrümanın kök kanalında belli bir bölgeyi şekillendirmesini sağlar. Şekillendirici eğeler koronal bölgenin preparasyonunda etkiliyken, bitirici eğeler apikal bölgede aktif olarak preparasyon yapmaktadırlar [81]. Eğelere, stres birikimine yol açmadan dentin kesimini yapmalarına izin veren özelliği farklı uç çaplarıdır [82].

Preparasyon sırasında enstrümanın duvarlara saplanmadan ilerlemesini sağlayan özelliği de modifiye edilmiş rehber uç yapısıdır. Yine bu özellik sayesinde kanal enstrümanı ile dentin arasındaki temas açısı azalırken kesme etkinliği artmaktadır [49,50,83].

Konveks üçgen şeklindeki enine kesit dizaynı ile preparasyon esnasında dentin duvarı ile kesici bıçak yüzeyi arasındaki temas alanı ve sürtünme aynı zamanda da enstrüman üzerinde meydana gelen torsiyonel gerilim kuvvetleri, kanal preparasyonu için uygulanacak olan

basınç azalmakta, preparasyon için gerekli olan süre kısalmakta ve eğenin kesme etkinliği artmaktadır.

Değişken heliks açısına ve dengeli sarmal yapıya sahip olan ProTaper Universal enstrümanlarının bu dizayn özelliği sayesinde kesme etkinliği artarken, preparasyon sırasında meydana gelen debrisin kök kanalından koronale uzaklaştırılması daha iyi olup enstrümanın kanal içinde sıkışması engellenir [81].

1. Yardımcı Şekillendirici Kanal Enstrümanı (SX)

Gates Glidden frezler gibi rol oynayan SX kanal eğesi, uzun ve orta uzunlukta olan kök kanallarının preparasyonun başında, kısa kanallarda da şekillendirme işleminde kullanılmaktadır. Üzerinde tanıma halkası yoktur. Kesici bıçak uzunluğu 14 mm, tüm uzunluğu 19 mm, uç çapları 0.19 mm ve D14 çapı ise 1.19 mm'dir. Şekillendirme enstrümanları arasında en fazla koniklik artışı SX'dedir. Konikliği D0'da %3.5 iken D9'da %19'a yükselmektedir. Yumuşak fırçalama hareketi ile kullanılmaktadırlar.

2. Şekillendirici Kanal Enstrümanları (S1 ve S2)

Şekillendirme enstrümanı S1'in renk kodu mor, S2'nin renk kodu ise beyazdır. Uç çapları sırası ile 0.185 ve 0.20 mm'dir. SX kadar belirgin ve hızlı olmasa da her iki şekillendirici eğenin de kesici bıçakları boyunca artan konikliği vardır. S1'in konikliği D1'de %2 iken , D14'te ise %11'dir. S2'nin konikliği ise D1'de %4 iken, D14'te %11.5'dur. D14 çapları ile sırası ile 1.190 ve 1.185 mm'dir. S1 kök kanalının koronal kısmını, S2 ise kanalın orta üçlüsünü prepare ederken, bitirici enstrümanlar öncesinde çalışma uzunluğunda kullanılırlar.

3. Bitirici Kanal Enstrümanları (F1,F2,F3)

F1, F2 ve F3 bitirici enstrümanlarının renk kodları sırası ile sarı, kırmızı ve mavidir. Bu enstrümanlar çalışma boyunda kullanılıp, kök kanalının apikal 1/3'lük kısmını aktif olarak prepara etmektedir. Uç çapları sırası ile 0.20, 0.25 ve 0.30 mm'dir. Bitirici enstrümanların apikal uçtan itibaren ilk 3 mm de koniklikleri sabittir ve bu koniklik bu enstrümanlar için sırası ile %7, %8 ve %9'dur. Bitirici enstrümanların hepsi 3 mm den itibaren (D4-D14) azalan konikliğe sahiptir. Azalan bu koniklik eğelere esneklik kazandırırken, gövdelerinin kalınlaşmasını engelleyerek önceden şekillendirici enstrümanlar ile prepare edilen koronal

kısmın formunun korunmasına olanak sağlar. Bitirici enstrümanlar temelde apikal kısmın preparasyonu için üretilmiş olsalar da, kanalın orta üçlüsünü de prepare etmektedirler [83,84].

Günümüzde daha geniş kanallarda kullanılabilmesi için bu kanal enstrümanlarına F4 ve F5 ilave edilmiştir [85,86]. ProTaper Universal sistemi diğer enstrümanlardan farklı olarak F3, F4 ve F5 üçgen konkav şekilde kesitlere sahiptirler [86].

Özel tork kontrollü endomotor ile kullanılan ProTaper Universal döner sistemi şekillendirici enstrümanlarından SX, S1 ve S2 fırçalama hareketi ile, F1, F2, F3, F4 ve F5 bitirici enstrümanları ise fırçalama hareketi yapılmadan içeri ve dışarı hareketlerle kullanılır. Bütün ProTaper Universal enstrümanlarının önerilen kullanımı 250 rpm iken, 150-350 rpm arasında kullanılması da uygun bulunmaktadır.

Ruddle'ın [83] ProTaper Universal sistemi ile kök kanal preparasyonunu tanımladığı teknik aşağıdaki gibidir:

%2 konik açılı 10 ve 15 numaralı önceden eğim verilmiş kanal enstrümanları ile kanala düz bir giriş sağlanıp kanalın 2/3'lük kısmına kadar ilerlenir. Daha sonra kanalın bu bölgesi fırçalama hareketi ile kullanılan S1 ve S2 enstrümanları ile şekillendirilir ve bu enstrümanlar kanalda ilerletilirken basınç uygulanmaz. Kullanılan her şekillendirici enstrümanın ardından irrigasyon ve 10 numaralı K-tipi eğe ile rekapitülasyon yapılır.

Kanalın koronal üçte ikilik kısmı şekillendirildikten sonra 15 numaralı K tipi eğe ile apikal bölgeye kadar ulaşılır ve çalışma uzunluğu ölçülerek şekillendirme yapılır. Bu aşamada ProTaper Universal el enstrümanları ile mi, yoksa döner enstrümanlar ile mi preparasyon yapılacağına kök kanalının apikal bölgesinin anatomik yapısı göz önünde bulundurularak karar verilmektedir. Düzensiz bir apikal açıklık söz konusu ise önceden eğim verilmiş ProTaper Universal el aletleri ile preparasyon tamamlanabilmektedir.

Kanalın apikal kısmının şekillendirilmesinin ardından, kavite NaOCl ile doldurulur. Daha sonra sırasıyla S1 ve S2 çalışma boyunda, daha önce de anlatıldığı şekilde fırçalama hareketiyle kullanılır. Her bir enstrüman ile şekillendirme yaptıktan sonra kanallar irriga edilir ve ardından özellikle eğri kanallarda sonlanmaya daha doğrudan bir yol

oluşturulduğundan çalışma uzunluğu tekrar kontrol edilir. Şekillendirici enstrümanları kullanıldıktan sonra bitirici enstrümanlara geçilir. Şekillendirici enstrümanları kullanırken yaptığımız fırçalama hareketi, bu enstrümanların kullanımı sırasında yapılmaz. F1 ile preparasyon yapılırken, ileri geri hareketlerle çalışma boyuna pasif hareketlerle ulaşılmaya çalışılır. Ardından irrigasyon işlemi tekrarlanır. Preparasyon işleminin hangi eğe ile sonlandırılacağına ‘ProTaper Bitirme Kriterleri’ ne göre karar verilir [83,87].

ProTaper Universal sistemi ile yapılan preparasyonun ardından kanallar, kullanılan en son eğe ile uyumlu güta-perka ana kon ve vertikal kondenzasyon tekniği ile doldurulmaktadır.

Çalışmamızda ProTaper Universal sistemini kullandığımız gruplarda en son preparasyon yaptığımız eğe F5 iken, RECIPROC sistemini kullandığımız gruplarda R50’dir.

2.4. Kök Kanal Şekillendirme Yöntemleri

Kök kanallarını genişletme amacıyla önceleri, eğeyi çalışma boyunda eğeleme hareketi ile kullanarak konvansiyonel genişletme yapılmaktaydı. Ancak bu yöntemin istenmeyen yönlerinin görülmesiyle birlikte konik kök kanal genişletme teknikleri bulunmuştur. Kök kanal sisteminin konik şekilli genişletilmesini ilk olarak Seidler önermiştir. Geçmişte kök kanallarının genişletilmesi kavramının, yerini kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi kavramına bırakması, çeşitli kök kanal şekillendirme yöntemlerinin gelişmesine neden olmuştur [49].

Kök kanal preparasyon teknikleri, apikal genişletmenin önce yapıldığı (apikalden koronale) ve koronal genişletmenin önce yapıldığı (koronalden apikale) teknikler olmak üzere iki temel gruba da ayrılabilir [88]. Apikal genişletmenin önce yapıldığı tekniklerin bazıları step-back tekniği (89), ilerleyen şekilde genişletme tekniği (90), balanced-force tekniği [91], ve standardize teknik [92] iken koronal genişletmenin önce yapıldığı tekniklerin bazıları da step-down tekniği [93], canal master tekniği [48], crown-down basınçsız tekniği [93], double flare (Fava) tekniği [94] ve antikurvatur eğeleme tekniğidir [95].

Günümüzde endodontide Ni-Ti döner eğe sistemlerinin kullanımının artmasıyla birlikte , crown-down ve step-down gibi koronal genişletmenin önce yapıldığı tekniklerin kullanımı popülerlik kazanmıştır (49).

2.4.1. Crown-down tekniği

Günümüzde endodontide Ni-Ti döner eğe sistemlerinin kullanımının artmasıyla birlikte , crown-down ve step-down gibi koronal genişletmenin önce yapıldığı tekniklerin kullanımı popülerlik kazanmıştır [49].

1. Pulpa boşluğuna engelsiz ve düz bir giriş sağlanır.
2. Gates-Glidden ya da NiTi enstrümanlarla kanal orifisleri ve kök kanalının koronal kısmı genişletilir.
3. Her bir enstrümanın ardından NaOCl ile irrigasyon ve rekapitülasyon yapılır.
4. Çalışma uzunluğu tespit edilir.
5. El eğesi ile belirlenen çalışma uzunluğuunda eğeleme veya balanslı kuvvet hareketi uygulayarak giriş yolu oluşturulur
6. El eğeleri veya NiTi eğelerle çalışma uzunluğuunda, istenilen koniklik veya apikal boyut elde edilene kadar sırayla kanalın preparasyonu yapılır [96].

Korondan apikale doğru yapılan preparasyonun avantajlarını, Saunders [97] şu şekilde sıralamıştır:

- Endodontik patojenlerin periapikal dokulara geçme riskinin azaltılması
- Irrigasyon solüsyonlarının kök kanal sistemi içerisindeki penetrasyonunun artırılması
- Irrigasyon solüsyonları ve debrisin apikal foramenden taşırılma riskinin azaltılması
- Preparasyon sırasında tespit edilen çalışma boyunun değişme olasılığının azaltılması
- Enstrümanların koronal bölgedeki sıkışmalarının azaltılması
- Elektronik apeks bulucuların performanslarının artırılması
- Apikal daralımdaki dokunma duyusunun artırılması

Genellikle, farklı firmalar tarafından piyasaya sürülen NiTi döner sistemler crown-down tekniği ile uygulanmaktadır. Ancak enstrümanların fonksiyon gördükleri kanal bölümleri ve dolayısıyla crown-down tekniğinin uygulanış şekli farklılık gösterebilmektedir.

2.5. Kök Kanallarının Hermetik Olarak Doldurulması:

Kök kanal tedavsinin başarısı kök kanallarının üç boyutlu olarak hermetik bir şekilde doldurulmasına bağlıdır. Periapikal dokuların enfeksiyonuna karşı bariyer oluşturmak biyolojik anlamda kök kanal dolgusunun temel fonksiyonudur [98].

Kök kanallarının doldurulmasının amacı:

1. Kendi özellikleri ve çevresel etkilerle bazı mikroorganizmalar kök kanal tedavisi sırasında yaşamlarını sürdürebilmektedirler. İyi yapılmış bir tedavide kemomekanik preparasyon, kanal içi medikaman uygulanması ve kök kanalı içerisindeki besinlerin azaltılması ile tüm mikroorganizmaların elimine edilmesi amaçlanmaktadır. Ancak dentin derinliklerinde ve isthmuslar, ramifikasyonlar, deltalar ve diğer kanal düzensizliklerinde bulunan bazı mikroorganizmalar kök kanal tedavisi sırasında dezenfeksiyon işlemlerinden kendilerini koruyabilmektedirler. Bu yüzden bu kısımlarda kalan mikroorganizmaların hapsedilmesi, periapikal dokulara geçişlerinin engellenmesi, bakterilerin artıkları, doku kalıntıları ve diğer ölü hücrelerden yararlanmalarının önüne geçilmesi, kök kanal dolgusunun hedefidir. Kök kanal dolgusu tam bir tıkama sağlayamadığı zaman doku sıvılarının sızıntısı bakteriyel gelişim için ideal bir besi kaynağı oluşturmaktadır. Bu gelişen bakteriler yeterli sayıya ulaştıklarında periradiküler dokulara geçişi sağlayabilmekte veya ürünlerini göndererek periradiküler doku iltihabının devamlılığına neden olabilmektedirler. Kök kanal dolgusunun amacı özellikle kanal içinde kalan mikroorganizmaların yaşamsal fonksiyonlarını devam ettirmelerini engellemek ve bakteri yerleşimine neden olan ekolojik faktörlerin ortadan kaldırılmasıdır.
2. Kanalin doldurulmayan boş kısmına periapikal eksuda ve hücre sızıntısı olabilmekte ve bu proteinli materyalin yıkım ürünleri periapikal dokularda irritasyona neden olabilmektedir.
3. Kök kanallarındaki boşluklarda kalan hava veya gaz uçaktaki kişilerde baskıyla aerodentaljiye sebebiyet verebilir.
4. Geride kalan diş yapılarına destek sağlanmış olur
5. Periapikal doku iyileşmesi ve biyolojik iyileşme için doğru materyal ve tekniklerin seçimi ile ideal koşullar sağlanmış olur.

Kök kanalının güta-perka ve kanal patı ile doldurulmadan önce kanalın dolum için hazır olup olmadığının belirlenmesinde; kanalda aşırı bir eksüda sızıntısının olmaması, periapikal dokularda perküsyon ve palpasyon hassasiyetinin bulunmaması, kanaldan kötü koku gelmemesi ve negatif kültür elde edilmesi gibi bazı kriterler vardır.

Merkezi ana materyal ve kök kanal dolgu patının kombine kullanımı ile standart bir kök kanal dolgu yapıdır. Kanal patı kök kanal boşluğunda en az alanı, merkezi ana materyal ise en fazla alanı kaplamalıdır. Güta-perka kök kanal dolgu maddesi olarak en sık kullanılan materyaldir. Ancak pat kullanımının da, kanal duvarlarındaki düzensizliklerin doldurulması ve güta-perkanın kanal duvarlarına adaptasyonu için gerekli olduğu gösterilmiştir [99].

Endodontik başarı ve başarısızlığı radyografik olarak değerlendirdiği çalışmasında Ingle [4], yetersiz kanal dolgusunun başarısızlık sebeplerinin %58'ini oluşturduğunu bildirmiştir. Bir başka çalışmada ise sızdırmaz bir şekilde tıkanan kök kanalının, yapılan tedavinin başarısını %96 oranında arttırdığı bildirilmiştir.

Günümüze kadar denenen pek çok dolgu maddesi olmasına karşın, halen ilk sırada tercih edilen güta-perka materyali, Dr. As Hill'in 1847 tanıtımından sonra diş hekimliğinde restoratif materyal olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1867'de ise Dr. G. A. Bowman tarafından kök kanal dolgu maddesi olarak kullanılabileceği gösterilmiştir. Soğuk lateral sıkıştırma en fazla uygulanan tekniklerden biri olup, uygulanması kolay ve güvenilirdir. Fakat homojen bir dolgu sağlamadığı ve dentin duvarına adaptasyonun yeterli olmadığı ileri sürülüp bu tekniği takiben sıcak güta-perka teknikleri geliştirilmiştir [100].

2.6. Kök Kanalı Doldurma Teknikleri:

Literatürde yer alan farklı kök kanal dolgu tekniklerinin herbirinin farklı farklı endikasyonları, kontraendikasyonları, avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Güta-perkanın dolgu materyali olarak kullanıldığı kök kanal dolgu tekniklerinin sınıflaması şu şekilde yapılabilir (101).

1. Soğuk güta-perkanın kullanıldığı teknikler

- a) Lateral kondenzasyon tekniği
- b) Tek kon tekniği

2. Kimyasal olarak yumuşatılmış güta-perkanın kullanıldığı teknik

- a) Kloroform b) Ökaloitol c) Halotan (Kişisel konlar)

3. Isı ile yumuşatılmış güta-perkanın kullanıldığı teknikler

- a) Vertikal kompaksiyon tekniği (Schilder tekniği)

- b) Sistem B devamlı dalga sıkıştırma tekniği

- c) Lateral/vertikal kondenzasyon

- i. Endotec II (Medidenta International Inc. 39-23, 62nd St
Flushing, NY)

- ii. Inject-R-Fill (Miltex Corporation)

- d) Parçalı kondenzasyon tekniği

- e) McSpadden termomekanik kompaksiyon tekniği

- f) Termoplastik enjeksiyon teknikleri

- i. Obtura II (Sybron Endo)

- ii. Ultrafil 3D (Coltene/Whaledent, Inc.)

- iii. Ultrasonik plastisizasyon

- g) Taşıyıcı esaslı teknik

- i. Thermafil (Dentsply, Tulsa Dental Products, Tulsa, OK)

- ii. Herofill (MicroMega, Besançon, Fransa)

- iii. Simplifill (Lightspeed Technology Inc. San Antonio, TX)

- iv. Successfill (Coltene/Whaledent, Inc.)

Çalışmamızda soğuk güta-perka tekniklerinden tek kon tekniği ve ısı ile yumuşatılmış güta-perkanın kullanıldığı tekniklerden biri olan sıcak vertikal kompaksiyon (Calamus) tekniği kullanılmıştır.

2.7. Çalışmamızda Kullanılan Dolgu Teknikleri:

2.7.1. Tek kon tekniği

Döner ege sistemlerinin gelişmesiyle birlikte, enstrümanlarla koniklik miktarı ve çapları bire bir uyan güta-perka konlar üretilmeye başlanmış ve tek kon kanal dolgu tekniği gündeme gelmeye başlamıştır. Bu teknik, kök kanalının preparasyonunun yapıldığı son ege ile eşleşen konun, kanal patına bulanması ve ardından kök kanalına yerleştirilmesi şeklinde gerçekleştirilir. Bu yöntemin popüler hale gelmesi, hekime zaman kazandırması ve kök kanalındaki güta-perka oranını

artırmasından kaynaklanmaktadır [102-104]. Özellikle, patın çözünebilir olmasından dolayı gütaperka miktarının artırılması istenen bir durum olmaktadır [105].

Rezin bloklar üzerinde Gordon ve ark.'nın [102] yaptıkları bir çalışmada, Ni-Ti döner enstrüman sistemi ile uyumlu tek kon tekniği ile doldurulmuş dişlerin, kök kanalı kesitlerinde değerlendirilen gütaperka ile kaplı alan yüzdesi açısından, lateral kondenzasyon tekniği ile doldurulanlar ile kıyaslanabilir değerler verdiğini ve belirgin olarak daha az sürede kök kanal tedavisinin tamamlandığını göstermişlerdir.

Tek kon tekniğini, apikal sızdırmazlık, obturasyon kalitesi ve bağlanma dayanımı açısından, lateral kondenzasyon veya taşıyıcı esaslı gütaperka teknikleri ile kıyaslayan çalışmaların bir çoğu benzer özellikler gösterdiklerini bildirmişlerdir [106-111]. Bunun yanında düzensiz şekilli kanallarda tek kon tekniği kullanımının, pat miktarında artışa yol açacağını ve boşluklara sebebiyet vereceğini bu yüzdende bu tekniğin yalnızca yuvarlak şekilli kanallarda kullanımının uygun olacağını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır [112,113].

2.7.2. Calamus dual 3D obturasyon sistemi

İlk defa Schilder tarafından 1967 yılında kullanılan ve basit veya kompleks yapıli kök kanallarında etkin bir obturasyon sağlamak için ısıtılmış gütaperkanın vertikal kompaksiyon tekniği geliştirilmiştir. Bu tekniğin uygulanabilmesi için kök kanallarının apikalden koronale doğru artan bir koniklikle prepare edilmesi gerekmektedir.

Daha sonra 1996 yılında bu teknik Buchanan tarafından geliştirilmiş [114] ve System-B ısı kaynağının kullanılmasıyla birlikte 'sürekli ısı ile kondenzasyon tekniği' ismini almıştır. Düşük ısıli termoplastik gütaperka dolgu tekniği ile kök kanallarının dolumu ise Michanowicz ve Czonstkowsky tarafından ilk defa 1984 yılında bildirilmiştir [115].

Calamus Dual 3D (Densply Tulsa Dental Specialties) obturasyon sistemi hem apikal doldurma işlemini gerçekleştiren Calamus Pack sistemine, hem de koronal doldurma işlemini meydana getiren akışkan gütaperka'yı sağlayan Calamus Flow sistemine sahiptir [116] . 'Downpack' diye adlandırılan işlem ana konun yerleştirilmesiyle gerçekleşir, kanalın geri kalan kısmının dolumu da akıcı gütaperka enjekte edilerek 'back-fill' işlemi ile gerçekleştirilir.

Calamus pack kısmı, uygun boyutlarda elektrikle ısınan tepiciler (pluggerlar) içermektedir ve bunlar dolum sırasında gütta-perkayı kesme, ısıyla yumuşatma ve kondanse etmek amacıyla kullanılır. Elektrikle ısınan 3 farklı boyutta tepici (40/03, 50/05, 60/06) mevcuttur. ISO standartlarına uygun olarak siyah, sarı ve mavi renktedirler. Geniş olan koronal 1/3, medium olan orta 1/3 ve küçük olan tepici ise apikal 1/3'te kullanım için idealdir.

Kanal ağzından ilerleyebilen ve kanal anatomisine uygun olan tepici seçilir ve bu tepici ısınmaya başladığında temas ettiği gütta-perkaya 5 mm'lik bir ısı dalgası iletir [116] . Kanallar prepare edilip temizlendikten sonra, çalışma boyunda ilerleyen ve apikal genişletmeye uygun bir ana kon pata bulanıp kanal içerisine yerleştirilir. Apikal 5 mm'lik kısmına Calamus pack kısmının tepicileri uygulanarak orta ve koronal bölgedeki gütta-perka uzaklaştırılır ardından apikal 5 mm'de kalan gütta-perkanın vertikal kompaksiyonu yapılarak adaptasyonu sağlanır.

Gütta-perka kartuşuna entegre edilmiş 20 veya 23-gauge boyutunda kanül aracılığıyla Calamus flow aparatı, ısıtılmış gütta-perkayı kanal içerisine doldurma işlemini yapmaktadır. Seçilen kanül, koronal ve orta üçlüden geçerek, apikal üçlüdeki Calamus Pack tepicisi ile kesilen ana kon gütta-perkaya temas eder ve onu tekrar ısıtır. Bu, enjekte edilen gütta-perkanın apikal gütta-perka ile daha iyi adapte olmasına olanak sağlar [116] . Böylece kanalın kalan boş kısmı doldurulur.

Bu tekniğin dezavantajları; gütta-perkanın soğuduktan sonra boyutsal değişikliğe uğraması ve uygulanması sırasında hekim kontrolünün yetersiz kalabilmesidir.

2.8. Kök Kanal Dolgusunun Homojenitesini Değerlendirme Yöntemleri:

Kök kanal dolgu maddelerinin özelliklerini ve kök kanal dolgusunun kalitesini değerlendirmede çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler şu şekilde sınıflandırılabilir [117] :

A. Fiziksel Testler

1. Akışkanlık
2. Çalışma zamanı
3. Sertleşme zamanı
4. Sertleşme sonrası boyutsal değişim
5. Çözünürlük ve parçalanma
6. Porözite

B. Biyolojik Testler

1. Doku içi implantasyon
2. Kemik içi implantasyon
3. Sitotoksisite çalışmaları
4. İn vivo periradiküler reaksiyon çalışmaları
5. Antibakteriyel testler
6. Nörotoksisite, mutajenite çalışmaları

C. Fonksiyonel labaratuvar testleri

1. Sızıntı çalışmaları
2. Kökte dayanıklılık çalışmaları
3. Elektron mikroskobu çalışmaları
4. Dentine bağlanma (adezyon) dayanımı
5. Adaptasyon testleri
6. Boyama etkisi
7. Radyoopasite çalışmaları

D. Klinik Testler

Çalışmamızda kök kanal dolgularının kalitesini değerlendirmek için mikro-CT tekniği kullanılmıştır. Mikrotom testleri ile kesit alınması esnasında meydana gelen madde kaybı ve kanal dolgu materyallerinin yer değiştirmesi gibi olumsuzlukların önüne geçilmesi için mikro-CT tekniğinin kullanılması önerilmektedir. Bu tekniğin köklerde herhangi bir zarar oluşturmaması sebebi ile, Jung ve ark. [118], kök kanal dolgusunun değerlendirilmesinde yararlanılan genel metodları ile meydana gelen olumsuzlukların önüne geçildiği bildirilmiştir. Mikro-CT kullanılan çalışmalarda araştırmacılar kök kanal patı, dolgu maddesi ve boşlukların ayırt edilebildiğini göstermişlerdir.

Mikro-CT ile örnekler tekrar tekrar taranabilmekte bu da dolguda zaman içinde oluşan değişikliklerin değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır [118] .

2.8.1. Mikro-CT'nin endodontide kullanımı

Mikro-CT X ışınlarını kullanarak kesitsel görüntüler alan bir cihazdır [119]. Mikro terimi burada cihazın aldığı kesitsel görüntülerin mikrometre cinsinden ifade edilmesinden kaynaklanır. Mikro-CT bilgisayarlı tomografinin minyatür formudur. Genel yapı olarak

CT'ye benzeyen mikro-CT, mikrofokal X ışını kaynağı üzerine sabitlenen örneği belirli aralıklar ile 360 derecelik ekseninde çeviren bilgisayar kontrollü bir motor, ortamdaki x ışını kamera sensörü üzerine yoğunlaştıran görüntü yoğunlaştırıcı, üzerine düşen x ışınlarını görüntü verisine çeviren CCD kamera, görüntü toplayıcısı ve tüm bunları kontrol eden bir bilgisayardan meydana gelmektedir. Geleneksel CT'lerin aldığı kesitler 1-2 mm kalınlıkta iken, mikro-CT tarayıcılar 5-50 mikro metre kalınlıkta kesitler almaktadır. Örnekten alınan kesit sayısının çokluğu, yani kesit kalınlığının ince olması örnekten daha fazla bilgi alınmasını sağlayarak elde edilen görüntünün çözünürlüğünün artmasını sağlamaktadır. Mikro-CT yönteminin bir diğer avantajı örnekte herhangi bir bozulma oluşmaması ve istenirse verilerin daha sonra yapılabilen histolojik ve mekanik testler ile karşılaştırılabilmesidir.

Mikro-CT sistemi ilk kez 1980'lerin başında Jim Elliott tarafından geliştirilmiş ve ilk olarak 50 µm çözünürlükle küçük tropik bir yılan incelenmiştir [120] . 1999 yılında Rhodes [121] deneysel endodonti çalışmaları için heyecan verici bir alet olarak tanımladığı mikro-CT cihazının prototipini örneklerden kesit almada kullanmıştır. Görüntüleme yöntemlerine dayanan çalışmalarda geniş kullanım olanağı sağlayan mikro-CT, günümüzde başta endodonti olmak üzere diş hekimliğinde de birçok branşta sıklıkla kullanılmaktadır. Son yıllarda diş hekimliğinde, mine kalınlığının ölçülmesi [122] , kök kanal morfolojisinin analizi, kök kanal şekillendirmesinin değerlendirilmesi [123-125], kök kanal dolgusunun değerlendirilmesi [118,126], kafa yüz iskeletinin gelişiminin incelenmesi [127], dişlerin mineral konsantrasyonun belirlenmesi [128], implant ve kök çevresi kemiğinin değerlendirilmesi [129], doku mühendisliği [130], sonlu elemanlar analiz çalışmaları [131], in vitro ve in vivo küçük hayvan görüntülemesi, trabeküler kemik yapısının görüntülenmesi, kemik defektlerinin iyileşmesi ve periapikal kemik yıkımının incelenmesi gibi birçok alanda yapılan in vitro çalışmalarda mikro-CT kullanılmaktadır.

Mikro-CT'den elde edilen veriler çeşitli bilgisayar programları aracılığıyla bilgisayar ortamında üç boyutlu hale getirilebilmektedir. Bu aşama yeniden yapılandırma anlamına gelen rekonstrüksiyon (yeniden yapılandırma) aşaması olarak adlandırılır. Üç boyutlu rekonstrüksiyon, görüntülenmesi istenen örnekten alınan kesitlerin bilgisayar ortamında çeşitli programlar kullanılarak birleştirilmesi ile örneğin dijital ortamda yeniden oluşturulması işlemidir. Yeniden yapılandırma sistemlerinde örnekten alınan kesit sayısının

çokluğu; yani elde edilen kesitlerin kalınlıklarının olabildiğince az olması sonuçta elde edilen modelin asıl örneğe benzerliğinde oldukça etkilidir.

Rhodes ve arkadaşları [121] mikro-CT'nin kök kanal sistemlerinin internal yapısının net bir şekilde yeniden oluşturulmasında, kök kanal şekillendirmesinin değerlendirilmesinde ve kök kanal morfolojisindeki yapısal değişikliklerin incelenmesinde kullanımını değerlendirmişlerdir. Mikro-CT'nin kök kanal sisteminin bütünlüğünü bozmadan üç boyutlu niteliksel ve niceliksel olarak değerlendirebilen girişimsel olmayan bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Jung ve arkadaşları [118] yaptıkları in vitro çalışmada, çekilmiş 5 adet tek köklü üst çene ön dişin kanal tedavileri yapıldıktan sonra kanal duvarları ile gütta-perka arasındaki boşlukların değerlendirilmesi için mikrotomografi kesitlerini kullanmışlar ve elde edilen kesitler üzerinde pat, gütta-perka ve boşlukların ayırt edilebileceğini göstermişlerdir. Yine bu çalışmada, mikrotomografi ile elde edilen kesitler histolojik kesitlerle karşılaştırıldığında iki yöntem arasında bir fark gözlemlenmediği bildirilmiştir.

Hammad ve arkadaşları [126] farklı dolgu materyalleri ile doldurulan kanallardaki boşlukların hacmini ölçmek için mikro-CT yöntemini kullanmışlardır.

Mikro-CT tekniğinin, hızlı bir metod olması, noninvaziv olması, sonuçların tekrarlanabilir ve histolojik kesitlerle karşılaştırılabilir olması gibi birçok avantajı vardır [132, 133].

2.9. Amaç

Bu çalışmanın amacı; ProTaper Universal ve RECIPROC eğeleri ile prepare edilen ve ardından tek kon ve sıcak vertikal kompaksiyon (Calamus) teknikleri ile obturasyon yapılan dişlerin dolum kalitelerinin, mikro-CT cihazı kullanılarak, kanal dolgularında oluşan boşluk hacimlerinin yüzdelik olarak hesaplanarak değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasıdır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Örneklerin Seçimi ve Hazırlanması

Çalışmamızda 32 adet, yeni çekilmiş, sürekli, insan alt premolar dişleri kullanıldı. Dişler çekimden sonra, deney aşamasına kadar oda sıcaklığında serum fizyolojik içerisinde bekletildi. Dişlerin kök yüzeyleri üzerindeki periodontal doku artıkları ve diş taşları, ultrasonik temizleme ve küret yardımıyla temizlendi. Dişlerin seçilmesinde; kök uzunluklarının birbirine benzer olmasına, tüm dişler için mesio-distal ve bucco-lingual yönlerden alınan radyografilerde tek ve düzgün bir kök kanalı gözlemlenmesine, kanallarda kalsifikasyonların ve internal rezorpsiyonların bulunmamasına dikkat edildi. Aynı zamanda kök yüzeyinde çürük olan ve kök kanal gelişimini tamamlamamış dişler çalışma dışı bırakıldı.

3.2. Deney Gruplarının Oluşturulması

Hazırlanan dişler, her birinde 8 diş olacak şekilde 4 gruba ayrıldı.

Grup P.TK: ProTaper Universal ile preparasyonun ardından, tek kon tekniği kullanılarak örnekler dolduruldu.

Grup P.ST: ProTaper Universal ile preparasyonun ardından sıcak teknik kullanılarak örnekler dolduruldu.

Grup R.TK: RECIPROC ile preparasyonun ardından, tek kon tekniği kullanılarak örnekler dolduruldu .

Grup R.ST: RECIPROC ile preparasyonun ardından sıcak teknik kullanılarak örnekler dolduruldu.

3.3. Örneklerin Şekillendirilmesi

Dişlerin kron kısımları, kök uzunluğu 15 mm olacak şekilde mine-sement sınırından, su soğutması altında, elmas bir fissur frez yardımıyla uzaklaştırıldı. 10 numara K-tipi eğe ile kanala girilerek, kanal boyunca ilerlenip, apikal bölgede tıkanıklık olup olmadığı kontrol edildi ve tıkanıklık olan dişler çalışma dışı bırakıldı. Çalışma boyutunu tespit etmek için, 10 numaralı K-tipi eğe apikal foramenden görülünceye kadar kanal boyunca ilerletildi, daha

sonra bu boy ölçüldü ve çalışma uzunluğu bundan 0.5 mm kısa olacak şekilde hesaplandı. Çalışmaya dahil edilen 32 adet diş 4 ana çalışma grubuna ayrıldı:

Grup P.TK ve P.ST (n=8)'ye ait toplamda 16 adet diş çalışma boyunda rotasyon özelliği de olan X-Smart Plus endodontik motor kullanılarak üretici firma talimatına uygun olarak ProTaper Universal eğelerle F5'e kadar genişletildi.

ProTaper Universal kullanılan gruplar için şekillendirme şu şekilde yapıldı:

- Kanalın koronal 2/3'lük kısmı, SX enstrümanı basınç uygulamadan fırçalama hareketi ile şekillendirildi. Ardından kanal irriye edildi.
- Daha sonra, sırasıyla S1 ve S2 enstrümanları, yine basınç uygulanmadan fırçalama hareketi ile çalışma boyunda kullanıldı, ardından kanal irriye edildi. Şekillendirici enstrümanları takiben 10 numara K-tipi eğe ile rekapitülasyon yapıldı.
- Daha sonra bitirici enstrümanlara geçildi ve F1 enstrümanı ile pasif olarak fırçalama hareketi yapılmadan, düz içeri ve dışarı hareketleri ile çalışma boyuna ulaşınca kadar kullanıldı ve ardından hemen kanaldan çıkarıldı. Takiben kanal irriye edildi.
- F2, F3, F4 ve F5 ile de aynı şekilde çalışıldı ve şekillendirme işlemi tamamlandı.

Şekillendirme işlemi sırasında tüm ProTaper kanal enstrümanları X-Smart Plus (Dentsply) tork kontrollü motor ile üretici firmanın önerdiği tork değerlerinde ve 250 devir/dk. hız ile kullanıldı (86).

Grup R.TK ve R.ST (n=8)' e ait 16 adet diş ise çalışma boyunda resiprokasyon özelliği olan X-Smart Plus endodontik motor kullanılarak üretici firma talimatına uygun olarak RECIPROC R50 numaraya kadar genişletildi.

RECIPROC enstrümanı kullanılan gruplar için şekillendirme şu şekilde yapıldı:

- RECIPROC eğe üzerindeki silikon stoper, önceden hesaplanan çalışma boyunun 2/3'üne ayarlanarak sabitlendi.
- Daha sonra enstrüman, kanal içerisine doğru 3-4 mm'yi aşmayacak şekilde, yavaşça içeri-dışarı 'Gagalama Hareketi' (Pecking Motion) yapılarak ilerletildi. Çok hafif apikal basınç uygulandı.

- Yapılan üç içeri-dışarı hareketinden sonra, ya da enstrümanın kanal içinde ilerlemesi için daha fazla apikal basınç uygulanması gerektiğinde, enstrüman kanaldan çıkarılarak olukları temizlendi. Daha sonra irrigasyon ve ardından 10 numara K tipi eğe ile rekapitülasyon yapıldı.
- Bu şekilde, R25 enstrümanı çalışma boyunun 2/3' üne ulaşınca kadar kullanıldı, ardından kanaldan çıkartılarak irrigasyon işlemi tekrarlandı.
- Kanalın koronal 2/3'ü şekillendirildikten sonra, R25 enstrümanı çalışma boyunda kanal içerisinde ilerleyene kadar, şekillendirme işlemine aynı şekilde devam edildi. Çalışma boyuna ulaşıncaya, R25 enstrümanı kanaldan çıkarılmış ve kanal irriye edildi.
- R40 ve R50 enstrümanlar ile de bu şekilde çalışıldı ve şekillendirme işlemi tamamlandı.

Şekillendirme işlemi sırasında, her kök kanalı için yeni bir kanal enstrüman seti açıldı, böylelikle her bir eğe yalnızca tek bir kök kanalının şekillendirilmesinde kullanıldı.

Şekillendirme işlemleri sırasında, her eğeden sonra, 3 ml % 2.5'lik sodyum hipoklorid (NaOCl) ile irrigasyon yapıldı. Şekillendirme tamamlandıktan sonra, son yıkama smear tabakasını kaldırmak için, 1 dakika boyunca sırasıyla 5 ml % 2.5'lik NaOCl, 5 ml % 17'lik etilen diamin tetraasetik asit (EDTA) ve 3 ml serum fizyolojik ile yapıldı. Daha sonra dişler, kağıt konlar ile kurutuldu.

3.4. Kök Kanallarının Doldurulması

Kök kanalları son yıkamanın ardından paper pointlerle kurutuldu. İki farklı Ni-Ti enstrüman ile şekillendirilen ve iki farklı kök kanal dolgu tekniğiyle doldurulan kök kanallarının dolum kalitelerinin mevcut boşluk hacimleri hesaplanarak karşılaştırıldığı çalışmamızda kullanılan kök kanal dolgu sistemleri çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmamızda kullanılan eğe sistemleri ve kök kanal dolgu teknikleri

GRUPLAR	KULLANILAN EĞE	DOLGU TEKNİĞİ	MATERYAL
GRUP P.TK (n=8)	ProTaper Universal	Tek kon	- Sisteme ait güta-perka konları - Kök kanal patı kullanılmadı.
GRUP P.ST (n=8)	ProTaper Universal	Sıcak vertikal kompaksiyon	- Sisteme ait güta-perka konları - Kök kanal patı kullanılmadı.
GRUP R.TK (n=8)	RECIPROC	Tek kon	- Sisteme ait güta-perka konları - Kök kanal patı kullanılmadı.
GRUP R.ST (n=8)	RECIPROC	Sıcak vertikal kompaksiyon	- Sisteme ait güta-perka konları - Kök kanal patı kullanılmadı.

3.4.1. Tek kon yöntemi ile doldurulan gruplar (P.TK ve R.TK)

Grup P.TK’da ProTaper Universal ile şekillendirilen kök kanallarında ProTaper Universal sisteminin 50 numaralı güta perkası kullanılırken, grup R.TK’da RECIPROC enstrümanı ile şekillendirilen kök kanallarında RECIPROC sisteminin R50 eğesi ile uyumlu R50 güta-perkaları kullanılarak dolduruldu. Daha sonra güta cut cihazı yardımı ile fazla kök kanal dolgusu uzaklaştırıldı ve kanal ağzı cam iyonomer siman ile kapatıldı.

3.4.2. Sıcak vertikal kompaksiyon yöntemi ile doldurulan gruplar (P.ST ve R.ST)

Grup P.ST’de ProTaper Universal ile şekillendirilen kök kanallarına ProTaper sisteminin 50 numaralı güta-perkaları, Grup R.ST’de RECIPROC ile şekillendirilen kök kanallarına ise RECIPROC sisteminin R50 eğesi ile uyumlu R50 güta perkaları, çalışma boyu kontrolünden sonra yerleştirildi.



Resim 3.1. Calamus Dual 3D (Dentsply) obturasyon cihazı

Calamus down pack ünitesinin, preperasyona uygun olarak sarı renkli tepicisi (plugger) ısıtıldıktan sonra kanal boyundan 5mm kısa olacak şekilde yerleştirildi ve apikalde 5 mm gütaperka kalacak şekilde geri kalan gütaperka kanaldan uzaklaştırıldı. Gütaperkanın kanaldan uzaklaştırılması sırasında tepici 10 sn soğutuldu. Ardından 1 sn ısıtılarak gütaperkanın etkin bir uzaklaştırması ve apikalde kalan gütaperkanın ise adaptasyonu sağlandı. Calamus flow aparatı ucuna 23 gauge'lık gütaperka kartuşu yerleştirildi ve gütaperkanın ısıtılması için sistem 200°C'ye ayarlandı.

Calamus flow aparatı apikalde bulunan gütaperkaya basınç uygulamadan aktive edilerek yumuşamış gütaperka ile kanal doldurulmaya başlandı. Dolum sırasında kanal boşluğu ısıtılmış gütaperka ile doldurulurken herhangi bir basınç uygulanmadan kanülün kanal içinde kendiliğinden yükselmesi görsel olarak takip edildi. Ardından kanül koronal kısma geldiğinde kanal ağzından uzaklaştırıldı ve plugger yardımıyla ısıtılmış gütaperka kanala adapte olması için sıkıştırıldı. Kök kanal dolgusu tamamlandıktan sonra kanal ağzları cam iyonomer siman ile kapatıldı.

3.5. Kök Kanallarının Mikro-CT ile Görüntülenmesi

Görüntüleme işlemi, ODTÜ Biyomat Mühendisliği bölümünde yapılmıştır. Yüksek rezolüsyonlu Skyscan 1172 mikro-CT sistemi, örneklerin obturasyon sonrası taramalarında x ışını tübü 100 kV kaynak voltage ve 100 μ A kaynak akımı ile 0.400 görüntü rotasyonu ile kullanılmıştır. Görüntü pixel ebadı (μ m) 10.00 idi. Al filter (0.5 mm), 400 ms

ekspozür süresi ve 0.400 rotasyon stepinde(deg), ON[3] frame averajı ile 360 derece rotasyonla yapılmıştır. Her bir kökün görüntülenmesi yaklaşık olarak 86 dakika sürmüştür. Görüntüleme işlemi tamamlandıktan sonra her kök için iki boyutlu rekonstrüksiyon NRecon programı ile yaklaşık 15 dakikada yapılmıştır (Program version=Version:1.6.5.2). Rekonstrüksiyon parametreleri olarak Smoothing=3, Ring Artifact Correction=8 ve Beam Hardening Correction (% 38) olarak seçilmiştir.

Kök kanalları içerisindeki mevcut boşlukların ve tüm kök kanal hacimlerinin ölçümü için CTAn (Bruker, Kontich, Belçika) yazılımı kullanılmıştır. CTVox (Bruker, Kontich, Belçika) yazılımı dişlerin görüntülenmesi amacıyla kullanılmıştır.

3.5.1. İmaj analizi ile boşluk hacimlerinin tespiti

Görüntülerin analizlerinde CTAn yazılımı kullanılmıştır. Boşlukların hesaplanması için gri skala değerlerinden boşluğu esas alan threshold değerleri 32-71 arasında belirlenmiş ve tüm dişlerde aynı değer kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Bu hesaplamalarda dişlerin yaklaşık 400 kesitlik bölgeleri hacimsel olarak incelenmiştir.

3.6. İstatistiksel Analiz

Araştırma değişkenlerinin ölçümleri için tanımlayıcı istatistikler hesaplanmış ve belirtilmiştir. Tüm değişkenlerde ortalama, standart sapma, ortanca, minimum değer ve maksimum değer hesaplanması yapılmıştır. Verilerin parametrik test varsayımlarını sağlamaması nedeniyle tüm istatistiksel hipotez testleri için parametrik olmayan yöntemler uygulanmıştır. Gruplar arası kıyaslamalar için Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. İstatistiksel önemlilik gözlenen durumlarda, grupların ikili kıyaslamalarını yapabilmek amacıyla Mann Whitney U testleri uygulanmıştır. Grup içi bölge ölçümleri kıyaslamalarında ise tekrarlı ölçümlere ilişkin yöntemler gözetilerek Friedman testi uygulanmıştır. İstatistiksel önemlilik gözlemlendiği durumlarda, bölgelerin ikili kıyaslamalarını yapabilmek amacıyla Dunn's çoklu karşılaştırmalar post hoc testi uygulanmıştır. Tüm araştırma için kabul edilen istatistiksel önemlilik düzeyi 0,05'dir. Çalışmada yapılmış olan tüm hesaplama, analiz ve grafikler için Prism 8 for macOS (Version 8.1.1) yazılımı kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Boşluk Hacimlerinin Büyüklüklerine ait Bulgular

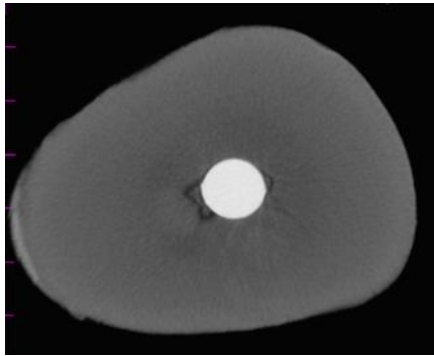
Grup içi karşılaştırmalarda kökün apikal, orta ve koronal kısımlarındaki boşluk hacmi büyüklüklerinin yüzdelikleri değerlendirilirken; gruplar arası karşılaştırmalar için değerlendirmelere, dışın apikal, orta ve koronal kısımlarına ek olarak tüm kök kanalında toplam olarak hesaplanan boşluk hacim büyüklüğü yüzdesi de eklenmiştir.

Boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin karşılaştırılmasında kullanılan testlerde anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmıştır ve $p < 0,05$ olması durumunda gruplar arasında anlamlı farklılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda ise anlamlı farklılığın olmadığı kabul edilmiştir.

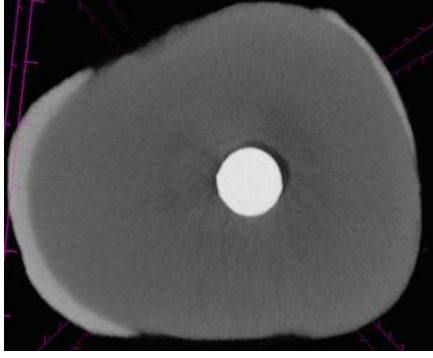
4.2. Grup İçi Karşılaştırmalara Ait Bulgular

4.2.1. P.TK grubuna ait bulgular

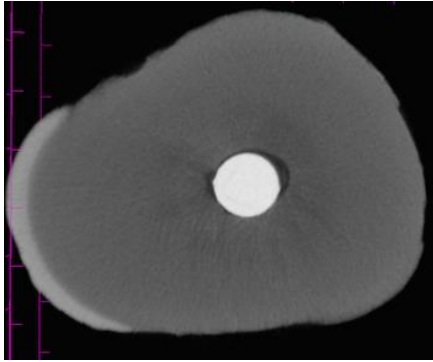
P.TK grubundaki köklerin apikal, orta ve koronal üçlülerinden elde edilen mikro-CT görüntülerine ait örnekler Resim 4.1, Resim 4.2 ve Resim 4.3'te gösterilmiştir.



Resim 4.1. P.TK grubuna ait kökün apikal üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü



Resim 4.2. P.TK grubuna ait kökün orta üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü



Resim 4.3. P.TK grubuna ait kökün koronal üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü

ProTaper Universal döner enstrüman ile prepare edilip tek kon tekniği ile doldurulan köklerin koronal, orta ve apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin, yüzde olarak ortalama değerleri, standart sapma değerleri ve Friedman testi sonuçları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. P.TK grubuna ait bulgular ve Friedman testi sonuçları

P.TK	n	Boşluk Hacmi (%) ss	Min-Max (%)
Koronal	8	6,54 ± 1,38	4,61 – 8,73
Orta	8	5,64 ± 3,53	0,45 – 10,72
Apikal	8	2,31 ± 1,28	0,45 – 3,61
Friedman Testi		P=0,0048 P<0,05	

Çizelgeden de görüleceği üzere, ProTaper Universal döner enstrüman ile prepare edilen ve tek kon kök kanal dolgu sisteminin kullanıldığı köklerin koronal, orta ve apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüğüne ait bulguların, Friedman testi ile

değerlendirilmesi sonucunda, koronal, orta ve apikal üçlülerdeki boşluk hacimlerinin büyüklüğü açısından, üç bölge arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

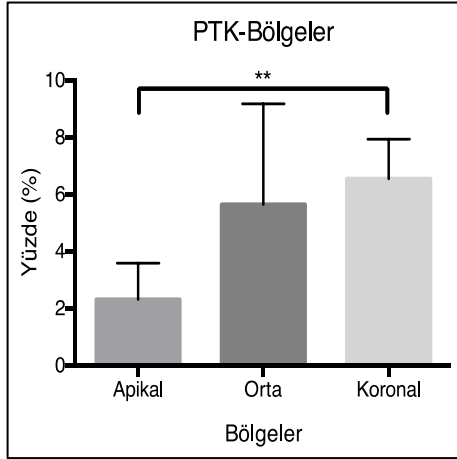
Friedman testinin ardından, boşluk hacimlerinin büyüklükleri açısından bölgeler arasında gözlenen istatistiksel farkların hangi bölgelerden kaynaklandığının tespit edilmesi amacıyla yapılan Dunn's İkili Kıyaslamalar testi ile ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. P.TK grubunun İkili Karşılaştırmalarına ait Dunn's İkili Kıyaslamalar testi sonuçları

	Koronal	Orta	Apikal
Koronal		Fark Yok $P>0,05$	Fark Var $P<0,05$
Orta	Fark Yok $P>0,05$		Fark Yok $P>0,05$
Apikal	Fark Var $P<0,05$	Fark Yok $P>0,05$	

Koronal (%6,54) üçlüdeki boşluk hacminin büyüklüğü, apikal (%2,31) üçlünden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$). Orta (%5,64) üçlüdeki boşluk hacminin büyüklüğü, apikal üçlünden fazladır ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Aynı şekilde koronal ile orta üçlü arasında, boşluk hacimlerinin büyüklüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Boşluk hacim büyüklüğüne ait en büyük değer koronal üçlüde (%6,54) gözlenirken, en küçük değer apikal üçlüde (%2,31) tespit edilmiştir.

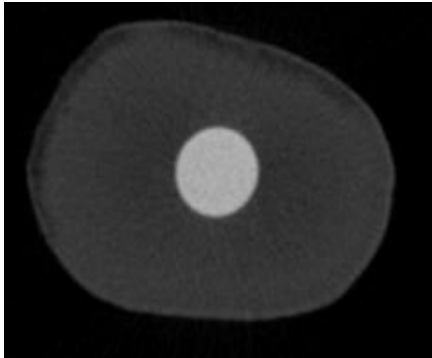
P.TK grubunun bölgelere göre boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değeri şekil 4.1'de gösterilmiştir.



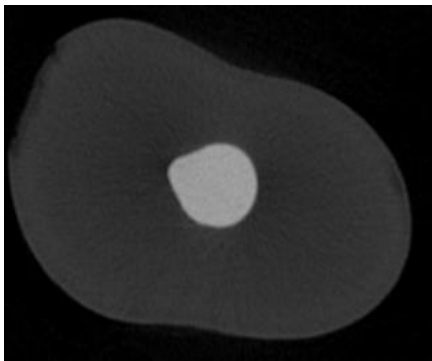
Şekil 4.1. P.TK grubunun bölgelere göre boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değeri

4.2.2. P.ST grubuna ait bulgular

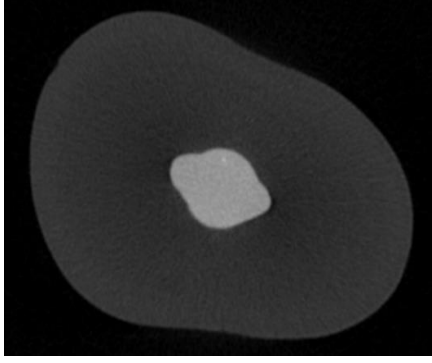
P.ST grubundaki köklerin apikal, orta ve koronal uçlülerinden elde edilen mikro-CT görüntülerine ait örnekler Resim 4.4, Resim 4.5 ve Resim 4.6’da gösterilmiştir.



Resim 4.4. P.ST grubuna ait kökün apikal uçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü



Resim 4.5. P.ST grubuna ait kökün orta uçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü



Resim 4.6. P.ST grubuna ait kökün koronal üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü

ProTaper Universal döner enstrüman ile prepare edilip sıcak teknik ile doldurulan köklerin koronal, orta ve apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin, yüzde olarak ortalama değerleri, standart sapma değerleri ve Friedman testi sonuçları Çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. P.ST grubuna ait bulgular ve Friedman testi sonuçları

P.ST	n	Boşluk Hacmi (%) ss	Min-Max (%)
Koronal	8	5,73 ± 2,70	3,58 – 11,56
Orta	8	2,55 ± 1,05	1,17 – 3,96
Apikal	8	2,26 ± 2,24	0,36 – 7,42
Friedman Testi		P=0,0303 P<0,05	

Çizelgeden de görüleceği üzere, ProTaper Universal döner enstrüman ile prepare edilen ve sıcak teknik ile doldurulan köklerin koronal, orta ve apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüğüne ait bulguların, Friedman testi ile değerlendirilmesi sonucunda, koronal, orta ve apikal üçlülerdeki boşluk hacimlerinin büyüklüğü açısından, üç bölge arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

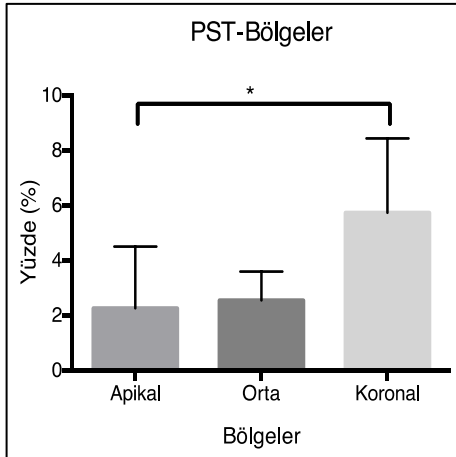
Friedman testinin ardından, boşluk hacimlerinin büyüklükleri açısından bölgeler arasında gözlenen istatistiksel farkların hangi bölgelerden kaynaklandığının tespit edilmesi amacıyla yapılan Dunn's İkili Kıyaslamalar testi ile ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. P.ST grubunun İkili Karşılaştırmalarına ait Dunn's İkili Kıyaslamalar testi sonuçları

	Koronal	Orta	Apikal
Koronal		Fark Yok P>0,05	Fark Var P<0,05
Orta	Fark Yok P>0,05		Fark Yok P>0,05
Apikal	Fark Var P<0,05	Fark Yok P>0,05	

Koronal (%5,73) üçlüdeki boşluk hacminin büyüklüğü, apikal (%2,26) üçlünden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$). Orta (%2,55) üçlüdeki boşluk hacminin büyüklüğü, apikal üçlünden fazladır ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Aynı şekilde koronal ile orta üçlü arasında, boşluk hacimlerinin büyüklüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Boşluk hacim büyüklüğüne ait en büyük değer koronal üçlüde (%5,73) gözlenirken, en küçük değer apikal üçlüde (%2,26) tespit edilmiştir.

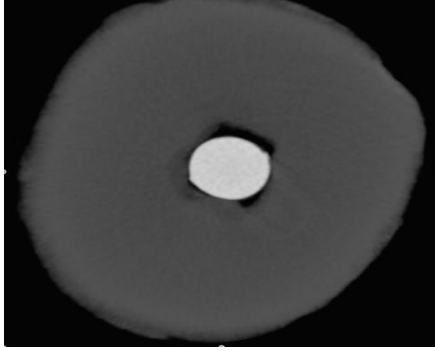
P.ST grubunun bölgelere göre boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değeri şekil 4.2'de gösterilmiştir.



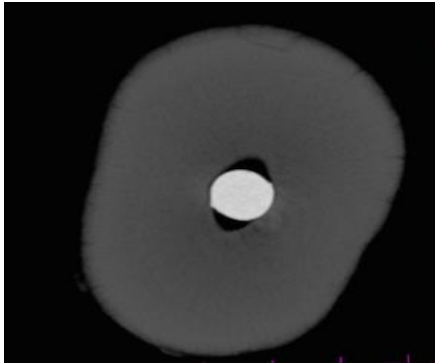
Şekil 4.2. P.ST grubunun bölgelere göre boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değeri

4.2.3. R.TK grubuna ait bulgular

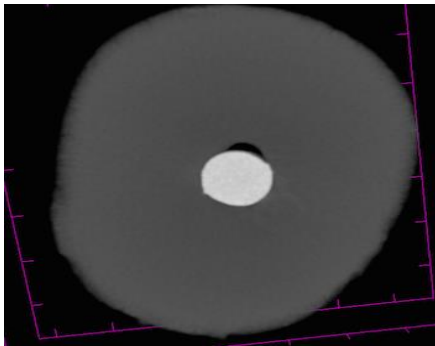
R.TK grubundaki köklerin apikal, orta ve koronal uçlularından elde edilen mikro-CT görüntülerine ait örnekler Resim 4.7, Resim 4.8 ve Resim 4.9’da gösterilmiştir.



Resim 4.7. R.TK grubuna ait kökün apikal uçlusuine ait mikro-CT görüntüsü



Resim 4.8. R.TK grubuna ait kökün orta uçlusuine ait mikro-CT görüntüsü



Resim 4.9. R.TK grubuna ait kökün koronal uçlusuine ait mikro-CT görüntüsü

RECIPROC eğe sistemi ile prepare edilip tek kon tekniği ile doldurulan köklerin koronal, orta ve apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin, yüzde olarak ortalama değerleri, standart sapma değerleri ve Friedman testi sonuçları Çizelge 4.5'te gösterilmiştir

Çizelge 4.5. R.TK grubuna ait bulgular ve Friedman testi sonuçları

R.TK	n	Boşluk Hacmi (%) ss	Min-Max (%)
Koronal	8	7,01 ± 2,23	2,23 – 9,95
Orta	8	9,62 ± 3,00	6,12 – 16,10
Apikal	8	9,45 ± 2,53	6,92 – 14,44
Friedman Testi		P=0,0080 P<0,05	

Çizelgeden de görüleceği üzere, RECIPROC enstrüman ile prepare edilen ve tek kon kök kanal dolgu sisteminin kullanıldığı köklerin koronal, orta ve apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüğüne ait bulguların, Friedman testi ile değerlendirilmesi sonucunda, koronal, orta ve apikal üçlülerdeki boşluk hacimlerinin büyüklüğü açısından, üç bölge arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (p<0,05).

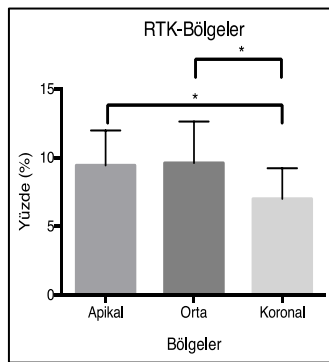
Friedman testinin ardından, boşluk hacimlerinin büyüklükleri açısından bölgeler arasında gözlenen istatistiksel farkların hangi bölgelerden kaynaklandığının tespit edilmesi amacıyla yapılan Dunn's İkili Kıyaslamalar testi ile ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. R.TK grubunun İkili Karşılaştırmalarına ait Dunn's İkili Kıyaslamalar testi sonuçları

	Koronal	Orta	Apikal
Koronal		Fark Var P<0,05	Fark Var P<0,05
Orta	Fark Var P<0,05		Fark Yok P>0,05
Apikal	Fark Var P<0,05	Fark Yok P>0,05	

Apikal (%9,45) ve orta (%9,62) üçlüdeki boşluk hacminin büyüklüğü, koronal (%7,01) üçlünden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazladır ($p < 0,05$). Orta (%9,62) üçlüdeki boşluk hacminin büyüklüğü, apikal üçlünden fazladır ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Boşluk hacim büyüklüğüne ait en büyük değer orta üçlüde (%9,62) gözlenirken, en küçük değer koronal üçlüde (%7,01) tespit edilmiştir.

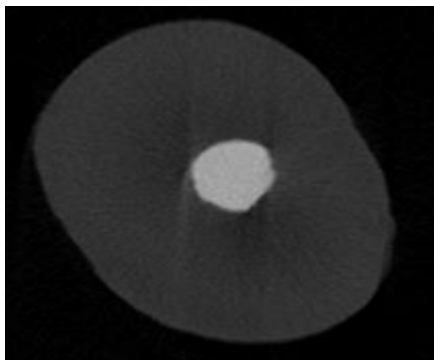
R.TK grubunun bölgelere göre boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değeri şekil 4.3'te gösterilmiştir.



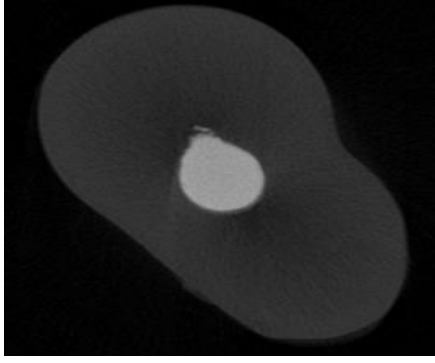
Şekil 4.3. R.TK grubunun bölgelere göre boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değeri

4.2.4. R.ST grubuna ait bulgular

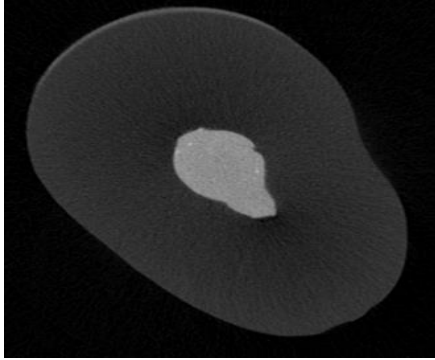
R.ST grubundaki köklerin apikal, orta ve koronal üçlülerinden elde edilen mikro-CT görüntülerine ait örnekler Resim 4.10, Resim 4.11 ve Resim 4.12 'de gösterilmiştir.



Resim 4.10. R.ST grubuna ait kökün apikal üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü



Resim 4.11. R.ST grubuna ait kökün orta üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü



Resim 4.12. R.ST grubuna ait kökün koronal üçlüsüne ait mikro-CT görüntüsü

RECIPROC enstrümanı ile prepare edilip sıcak teknik ile doldurulan köklerin koronal, orta ve apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin, yüzde olarak ortalama değerleri, standart sapma değerleri ve Friedman testi sonuçları Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. R.ST. grubuna ait bulgular ve Friedman testi sonuçları

R.ST	n	Boşluk Hacmi (%) ss	Min-Max (%)
Koronal	8	$3,80 \pm 0,63$	3,01 – 4,80
Orta	8	$2,61 \pm 1,10$	0,89 – 4,65
Apikal	8	$2,70 \pm 1,77$	0,23 – 5,82
Friedman Testi		P=0,1197 P>0,05	

Çizelgeden de görüleceği üzere, RECIPROC enstrümanı ile prepare edilen ve sıcak teknik ile doldurulan köklerin koronal, orta ve apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüğüne ait bulguların, Friedman testi ile değerlendirilmesi sonucunda, koronal, orta ve

apikal üçlülerdeki boşluk hacimlerinin büyüklüğü açısından, üç bölge arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

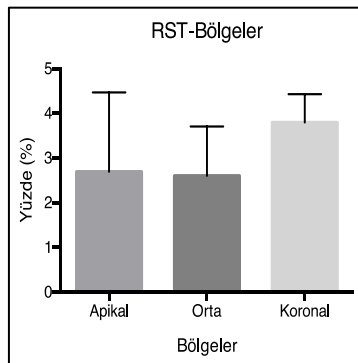
Boşluk hacimlerinin büyüklükleri açısından bölgeler arasında gözlenen istatistiksel farkların hangi bölgelerden kaynaklandığının tespit edilmesi amacıyla yapılan Dunn's İkili Kıyaslamalar testi ile ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. R.ST grubunun İkili Karşılaştırmalarına ait Dunn's İkili Kıyaslamalar testi sonuçları

	Koronal	Orta	Apikal
Koronal		Fark Yok $P>0,05$	Fark Yok $P>0,05$
Orta	Fark Yok $P>0,05$		Fark Yok $P>0,05$
Apikal	Fark Yok $P>0,05$	Fark Yok $P>0,05$	

Koronal (%3,80) üçlüdeki boşluk hacmi, orta (%2,61) ve apikal (%2,70) üçlüdeki boşluk hacimlerinden daha fazladır ancak istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Aynı şekilde apikal (%2,70) üçlüdeki boşluk hacmi orta (%2,61) üçlünden fazladır ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Boşluk hacim büyüklüğüne ait en büyük değer koronal (%3,80) üçlüde gözlenirken, en küçük değer orta (%2,61) üçlüde tespit edilmiştir.

R.ST grubunun bölgelere göre boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değeri şekil 4.4'te gösterilmiştir



Şekil 4.4. R.ST grubunun bölgelere göre boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değeri

4.3. Gruplar Arası Karşılaştırmalara Ait Bulgular

4.3.1. Tüm gruplara ait köklerin koronal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin değerlendirilmesine ait bulgular

İki farklı Ni-Ti döner enstrüman ile prepare edilip iki farklı kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan köklerin, koronal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin, yüzde olarak ortalama değerleri, standart sapma değerleri ve Kruskal-Wallis testi sonuçları Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Tüm gruplarda koronal üçlüye ait Kruskal-Wallis H testi sonuçları

Koronal Bölge	n	Boşluk alan (%)±ss	Min-Max (%)
P.TK	8	6,54 ± 1,38	4,61 – 8,73
P.ST	8	5,73 ± 2,70	3,58 – 11,56
R.TK	8	7,01 ± 2,23	2,23 – 9,95
R.ST	8	3,80 ± 0,63	3,01 – 4,80
Kruskall Wallis H testi		P=0,0054 P<0,05	

Çizelgeden görüleceği üzere iki farklı Ni-Ti enstrüman ile prepare edilen ve iki farklı kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan köklerin, koronal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüğüne ait bulguların, Kruskal-Wallis H testi ile değerlendirilmesi sonucunda, dört grup arasında, koronal üçlüde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

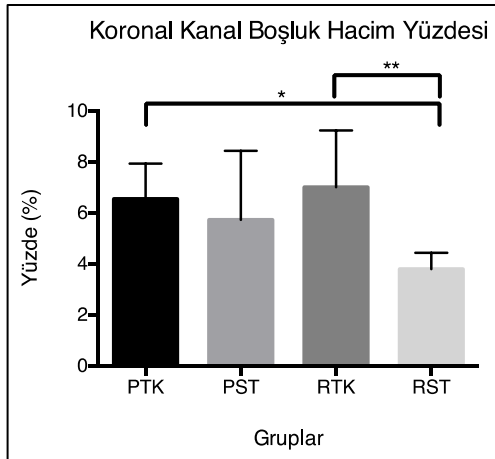
Koronal üçlüdeki boşluk hacimlerinin büyüklükleri açısından gruplar arasında gözlenen istatistiksel farkların, hangi gruplardan kaynaklandığının tespit edilmesi amacıyla yapılan Mann Whitney U testi ile ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Grupların koronal bölgeye ait bulgularının Mann Whitney U testi ile karşılaştırılmaları

Gruplar	P.TK	P.ST	R.TK	R.ST
P.TK		Fark yok P>0,05	Fark yok P>0,05	Fark var P<0,05
P.ST	Fark yok P>0,05		Fark yok P>0,05	Fark yok P>0,05
R.TK	Fark yok P>0,05	Fark yok P>0,05		Fark var P<0,05
R.ST	Fark var P<0,05	Fark yok P>0,05	Fark var P<0,05	

R.TK (%7,01) ve P.TK (%6,54) gruplarındaki boşluk hacimlerinin büyüklükleri, R.ST (%3,80) grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemekle birlikte ($p>0,05$), koronal üçlüdeki boşluk hacim büyüklüğüne ait en büyük değer R.TK (%7,01) grubunda, en düşük değer ise R.ST (%3,80) grubunda tespit edilmiştir.

Tüm grupların koronal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değerleri Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Tüm grupların koronal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değerleri

4.3.2. Tüm gruplara ait köklerin orta üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin değerlendirilmesine ait bulgular

İki farklı Ni-Ti döner enstrüman ile prepare edilip iki farklı kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan köklerin, koronal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin,

yüzde olarak ortalama değerleri, standart sapma değerleri ve Kruskal-Wallis testi sonuçları Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Tüm gruplarda orta üçlüye ait Kruskal-Wallis H testi sonuçları

Orta Bölge	n	Boşluk alan (%)±ss	Min-Max (%)
P.TK	8	5,64 ± 3,53	0,45 – 10,72
P.ST	8	2,55 ± 1,05	1,17 – 3,96
R.TK	8	9,62 ± 3,00	6,12 – 16,10
R.ST	8	2,61 ± 1,10	0,89 – 4,65
Kruskall Wallis H testi		P=0,0006 P<0,05	

Çizelgeden görüleceği üzere iki farklı Ni-Ti enstrüman ile prepare edilen ve iki farklı kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan köklerin, orta üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüğüne ait bulguların, Kruskal-Wallis H testi ile değerlendirilmesi sonucunda, dört grup arasında, orta üçlüde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir (p<0,05).

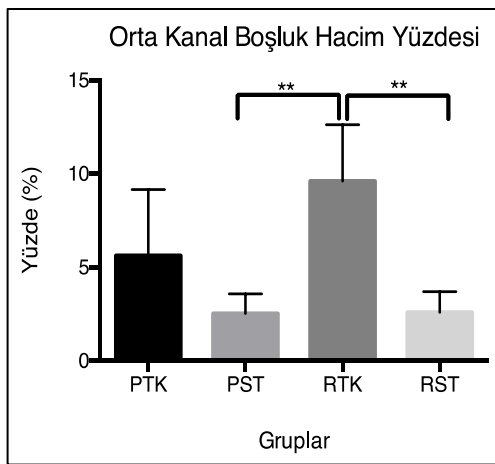
Orta üçlüdeki boşluk hacimlerinin büyüklükleri açısından gruplar arasında gözlenen istatistiksel farkların, hangi gruplardan kaynaklandığının tespit edilmesi amacıyla yapılan Mann Whitney U testi ile ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Orta üçlüye ait gruplar arası sonuçların Mann Whitney U testi ile karşılaştırılma sonuçları.

Gruplar	P.TK	P.ST	R.TK	R.ST
P.TK		Fark yok P>0,05	Fark yok P>0,05	Fark yok P>0,05
P.ST	Fark yok P>0,05		Fark var P<0,05	Fark yok P>0,05
R.TK	Fark yok P>0,05	Fark var P<0,05		Fark var P<0,05
R.ST	Fark yok P>0,05	Fark yok P>0,05	Fark var P<0,05	

R.TK (%9,62) grubundaki boşluk hacminin büyüklüğü, P.ST (%2,55) ve R.ST (%2,61) gruplarındaki boşluk hacimlerinin büyüklüklerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemekle birlikte ($p>0,05$), orta üçlüdeki boşluk hacim büyüklüğüne ait en büyük değer R.TK (%9,62) grubunda, en düşük değer ise P.ST (%2,55) grubunda tespit edilmiştir.

Tüm grupların orta üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değerleri Şekil 4.6’da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Tüm grupların orta üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değerleri

4.3.3. Tüm gruplara ait köklerin apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin değerlendirilmesine ait bulgular

İki farklı Ni-Ti döner enstrüman ile prepare edilip iki farklı kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan köklerin, apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin, yüzde olarak ortalama değerleri, standart sapma değerleri ve Kruskal-Wallis testi sonuçları Çizelge 4.13’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Tüm gruplarda apikal üçlüye ait Kruskal-Wallis H testi sonuçları

Apikal Bölge	n	Boşluk alan (%)±ss	Min-Max (%)
P.TK	8	2,31 ± 1,28	0,45 – 3,61
P.ST	8	2,26 ± 2,24	0,36 – 7,42
R.TK	8	9,45 ± 2,53	6,92 – 14,44
R.ST	8	2,70 ± 1,77	0,23 – 5,82
Kruskall Wallis H testi		P=0,0007 P<0,05	

Çizelgeden görüleceği üzere iki farklı Ni-Ti enstrüman ile prepare edilen ve iki farklı kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan köklerin, apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüğüne ait bulguların, Kruskal-Wallis H testi ile değerlendirilmesi sonucunda, dört grup arasında, apikal üçlüde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Apikal üçlüdeki boşluk hacimlerinin büyüklükleri açısından gruplar arasında gözlenen istatistiksel farkların, hangi gruplardan kaynaklandığının tespit edilmesi amacıyla yapılan Mann Whitney U testi ile ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.14’te gösterilmiştir.

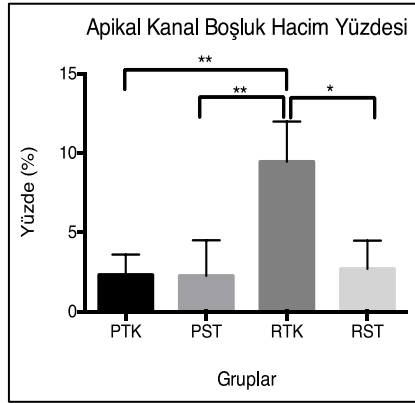
Çizelge 4.14. Apikal üçlüye ait gruplar arası sonuçların Mann Whitney U testi ile karşılaştırılma sonuçları

Gruplar	P.TK	P.ST	R.TK	R.ST
P.TK		Fark yok P>0,05	Fark var P<0,05	Fark yok P>0,05
P.ST	Fark yok P>0,05		Fark var P<0,05	Fark yok P>0,05
R.TK	Fark var P<0,05	Fark var P<0,05		Fark var P<0,05
R.ST	Fark yok P>0,05	Fark yok P>0,05	Fark var P<0,05	

R.TK (%9,45) grubundaki boşluk hacminin büyüklüğü, P.ST (%2,26), R.ST (%2,70) ve P.TK (%2,31) gruplarındaki boşluk hacimlerinin büyüklüklerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemekle birlikte ($p>0,05$), apikal üçlüdeki boşluk hacim büyüklüğüne ait en

büyük değer R.TK (%9,45) grubunda, en düşük değer ise P.ST (%2,26) grubunda tespit edilmiştir.

Tüm grupların apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değerleri Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Tüm grupların apikal üçlülerinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değerleri

4.3.4. Kök kanalının tümünde tespit edilen boşluk hacimlerinin gruplara göre değerlendirilmesi

İki farklı Ni-Ti döner enstrüman ile prepare edilip iki farklı kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan köklerin, tüm kök kanalında tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin, yüzde olarak ortalama değerleri, standart sapma değerleri ve Kruskal-Wallis testi sonuçları Çizelge 4.15’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Grupların kök kanalının tümünde tespit edilen boşluk hacimlerinin Kruskal-Wallis H testi ile değerlendirilmesi

Tüm Kök Kanalı	n	Boşluk alan (%)±ss	Min-Max (%)
P.TK	8	5,51 ± 1,86	2,58 – 7,78
P.ST	8	4,14 ± 1,25	2,92 – 6,97
R.TK	8	8,30 ± 2,20	4,77 – 12,76
R.ST	8	3,20 ± 0,84	2,07 – 4,62
Kruskall Wallis H testi		P=0,0003 P<0,05	

Çizelgeden görüleceği üzere iki farklı Ni-Ti enstrüman ile prepare edilen ve iki farklı kök kanal dolgu sistemi ile doldurulan köklerin, tüm kök kanalında tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüğüne ait bulguların, Kruskal-Wallis H testi ile değerlendirilmesi sonucunda, dört grup arasında, tüm kök kanalında tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

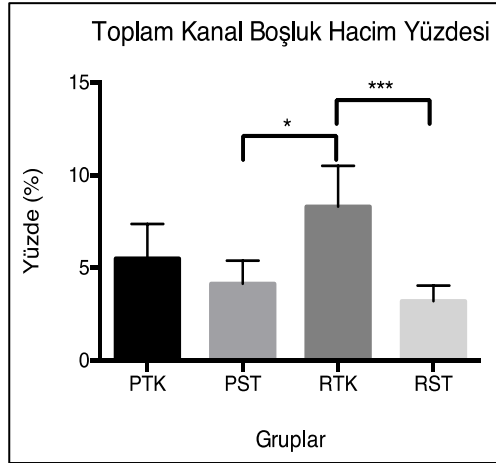
Tüm kök kanalındaki boşluk hacimlerinin büyüklükleri açısından gruplar arasında gözlenen istatistiksel farkların, hangi gruplardan kaynaklandığının tespit edilmesi amacıyla yapılan Mann Whitney U testi ile ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.16’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Grupların kök kanalının tümünde tespit edilen boşluk hacimlerinin Mann Whitney U testi ile ikili karşılaştırılmaları

Gruplar	P.TK	P.ST	R.TK	R.ST
P.TK		Fark yok $P>0,05$	Fark yok $P>0,05$	Fark yok $P>0,05$
P.ST	Fark yok $P>0,05$		Fark var $P<0,05$	Fark yok $P>0,05$
R.TK	Fark yok $P>0,05$	Fark var $P<0,05$		Fark var $P<0,05$
R.ST	Fark yok $P>0,05$	Fark yok $P>0,05$	Fark var $P<0,05$	

R.TK (%8,30) grubundaki boşluk hacminin büyüklüğü, P.ST (%4,14) ve R.ST (%3,20) gruplarındaki boşluk hacimlerinin büyüklüklerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemekle birlikte ($p>0,05$), tüm kök kanalındaki boşluk hacim büyüklüğüne ait en büyük değer R.TK (%8,30) grubunda, en düşük değer ise R.ST (%3,20) grubunda tespit edilmiştir.

Tüm grupların tüm kök kanalında tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değerleri Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Tüm grupların tüm kök kanalında tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değerleri

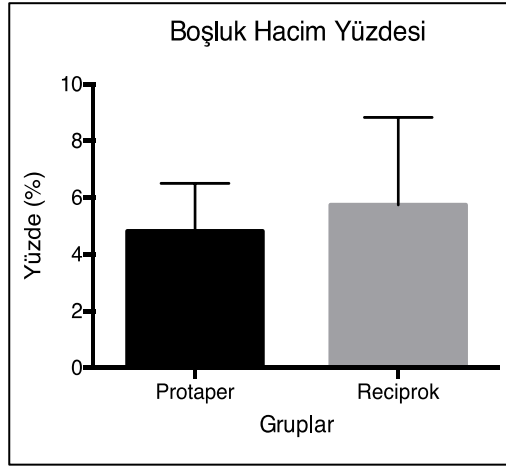
4.4. Dolum Tekniğinden Bağımsız Olarak İki Eğenin Dolum Kalitesi Üzerindeki Etkileri

ProTaper Universal ve RECIPROC Ni-Ti enstrümanlar ile prepare edilen dişlerde (n=32) dolum tekniğine bakılmaksızın tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin, yüzde olarak ortalama değerleri, standart sapma değerleri ve Mann Whitney U testi sonuçları Çizelge 4.17’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. ProTaper Universal ve RECIPROC Ni-Ti enstrümanlar ile prepare edilen dişlerde dolum tekniğine bakılmaksızın tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değeri.

	Boşluk Hacmi Yüzdesi		
	Ortalama $\pm$ Std Sapma	Ortanca (Minimum-Maksimum)	p
ProTaper Universal	4,83 $\pm$ 1,67	4,34 (2,58 – 7,78)	0,51
RECIPROC	5,75 $\pm$ 3,09	4,69 (2,07 – 12,76)	

Çizelgeden de anlaşılacağı üzere, istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamakla birlikte ($p>0,05$), RECIPROC enstrümanı (%5,75) ile prepare edilen dişlerde, ProTaper Universal eğe sistemi (%4,83) ile prepare edilen dişlere göre daha fazla boşluk hacmi tespit edilmiştir.



Şekil 4.9. ProTaper Universal ve RECIPROC Ni-Ti enstrümanlar ile prepare edilen dişlerde dolum tekniğine bakılmaksızın tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerinin yüzde olarak ortalama değeri.

5. TARTIŞMA

5.1. Çalışmamızda Kullanılan Materyal ve Metodların Tartışması

Kök kanal tedavisinin temel amacı; kök kanallarının yeniden enfekte olmasını önlemek için temizleme, şekillendirme, üç boyutlu tıkama ve ağız boşluğu, kök kanal sistemi ve periradiküler dokular arasındaki ilişkiyi ortadan kaldırmaktır [134]. Bir kök kanalının üç boyutlu olarak tıkanması endodontik tedavinin başarısı için önemlidir ve uygulanan dolum tekniğinden bağımsız olarak endodontik başarısızlığın önemli bir nedeni mikro sızıntıdır [135,136]. Bakteriler ve yan ürünleri apikal periodontitise ve kök kanal dolgusunda bozulmalara neden olduğundan [137], üç boyutlu dolgunun amacı, bakterilerin oral kavite ve periradiküler dokulardan girişini engelleyecek şekilde kök kanal sisteminin kapatılmasıdır.

Bu tez çalışmasının amacı, ProTaper Universal ve RECIPROC eğe sistemleri ile prepare edilen dişlerin, tek kon ve Calamus sıcak gütta perka dolum teknikleri ile obturasyonunun ardından, mikro-CT ile kök kanalı içerisinde tespit edilen boşluk hacimlerinin büyüklüklerini yüzdelik olarak hesaplayarak dolum tekniklerinin etkinliklerini karşılaştırmak ve aynı zamanda da şekillendirme yöntemleri ile doldurma tekniklerinin birbirleri ile olan uyumluluğunu belirlemektir.

Kök kanal dolum tekniklerinin kalitelerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, çekilmiş üst kesiciler [118] , alt kesiciler [138], üst ve alt kaninler [139], mandibular küçük azılar [140], maksiller birinci büyük azılar [141], mandibular birinci büyük azı dişlerin mesial kanalları [142], 20 yaş dişleri [143] gibi diş grupları tercih edilmiştir. Bu tarz çalışmalarda şekil, boyut, açı ve eğim yönünden standardizasyonu sağlamak için çekilmiş dişler yerine rezin bloklar da kullanılmıştır. Plastik bloklardaki yapay kanallar; kanal çapı, uzunluğu ve eğim açısı gibi standart koşullarda enstrüman sistemleri arasında kıyaslamalara fırsat vermektedir. Ancak, Gordon ve ark. [144] yaptıkları çalışmada, rezin blokların şekil, boyut, açı ve eğim yönünden standardizasyonunu sağlamış olsalar da, kök kanal preparasyonu sonrasında kanal anatomisi ve dentin kalınlığı açısından anlamlı veriler elde edemediklerini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, bazı çalışmalarda, dentin ve rezinin yapılarının birbirinden farklı olduğunu ve döner enstrümanlar tarafından oluşturulan sürtünme ısısının bazı rezinleri eritmek için yeterli olduğunu ifade etmektedir [145]. Biz de çalışmamızda, daha önce yapılmış in vitro

çalışmaları da göz önünde bulundurarak, çekilmiş mandibular premolar insan dişlerini kullandık [146,147]. Çalışmamızda, düz ve tek kök kanalına sahip mandibular premolar dişleri kullanmayı tercih etmemizin sebebi, anatomik olarak benzerlik göstermeleri ve kök kanallarının preparasyon ve dolum işlemleri yönünden klinik şartları yansıtmalarıdır. İn vitro çalışmalarda, in vivo çalışmalardaki koşulların tamamıyla sağlanması mümkün değildir. Klinik koşulları tam olarak yansıtmayı önlese de kronun uzaklaştırılması işlemi, kök kanallarına giriş esnasında koronal bölgenin anatomisinin sebep olduğu bazı değişkenlerin elimine edilmesini sağlar. Çalışmamızda farklı çalışma boylarının sonuçları etkilemesine engel olmak için kök boyu apikalden itibaren 15 mm olacak şekilde standardize edilmiştir.

Yıllar boyunca konik bir preparasyon elde etmek için, çoğunlukla geleneksel paslanmaz çelik el enstrümanları ile gerçekleştirilen bir takım teknikler anlatılmıştır [102]. Her ne kadar farklı tasarımlar ve mekanik prosedürler önerilmiş olsa da, özellikle aşırı eğimli kanallarda meydana gelen zipping, strip perforasyon, basamak oluşumu, perforasyon, kanal transportasyonu ve enstrüman kırıklarının oluşumu gibi geleneksel paslanmaz çelik enstrümanların kendine özgü dezavantajları mevcuttur (148). Geçtiğimiz on yılda döner nikel-titanyum (Ni-Ti) enstrümantasyonun gelişimi kök kanal preparasyonunun değişmesine neden olmuştur [149-151]. Ni-Ti enstrümanlar; esneklik, elastisite, kesme kabiliyeti ve daha merkezli kök kanal preparasyonu sunar [152]. Bu nedenle, kanal transportasyonu riskini ve kök kanal preparasyonu için gerekli olan süreyi azaltırlar [152]. Ni-Ti enstrümanları, orijinal kanal şeklini paslanmaz çelik eğelerden daha iyi korurlar [149,153,154]. Ni-Ti döner enstrümanlar temel olarak, crown-down yöntemi ile kullanılmakta ve diğer tekniklere eşit ya da onlardan daha iyi sonuçlar verdiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır [155].

Cheung ve Liu'nin [156,157] yapmış oldukları retrospektif çalışmada, döner Ni-Ti enstrümanlar ile prepare edilmiş 110 diş ve manuel olarak paslanmaz çelik eğelerle prepare edilmiş 115 diş incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, döner Ni-Ti enstrümanlar kullanılan vakalarda, paslanmaz çelik eğelerin kullanıldığı vakalara kıyasla periapikal iyileşmede daha yüksek oranda başarı elde edilmiştir. Bürklein ve ark.'nın [158] yapmış oldukları çalışmada ise 100 adet mandibular kesici diş kullanılmıştır ve rastgele 5 gruba ayrılan dişler, Mtwo, ProTaper Universal, RECIPROC ve Wave One ege sistemleri ile prepare edilmiş, bir grup da şekillendirilmeden kontrol grubu olarak bırakılmıştır. Çalışma sonucunda resiprokal hareketlerle çalışan RECIPROC ve Wave One ege sistemlerinin, diğer sistemlere göre, bu

iki grup arasında ise RECIPROC'un Wave One'a göre daha fazla defekt yarattığı bulunmuştur.

Farklı dizayn ve koniklik açılarına sahip döner eğe sistemleri bulunmaktadır. Büyük koniklikteki eğelerin üretilmesi, klinisyenlerin, doldurulması daha kolay olan kök kanal şekilleri ortaya çıkarmalarına fırsat vermiştir. Minimal apikal genişletme ile yapılan büyük konik açılı preparasyon sonucunda kök kanal sisteminin iyi irrig edilmesi ve iyi apikal tıkama sağlanması arzu edilen bir durumdur [159].

Preparasyon sonrasında olabildiğince standart bir kök kanal genişliği ve şekli elde etmek adına, ayrıca günümüzde rutin klinik çalışmalarda en sık tercih edilen eğeler arasında yer aldıklarından dolayı, çalışmamızdaki bütün dişler ProTaper Universal ve RECIPROC Ni-Ti enstrümanları kullanılarak ProTaper Universal için F5 ve RECIPROC için R50'ye kadar şekillendirilmiştir.

Kök kanallarının şekillendirilmesi, dentin artıkları, mikroorganizmalar ve nekrotik dokuların da dahil olduğu organik ve inorganik maddelerden oluşan bir smear tabakası meydana getirir [160,161]. Günümüzde hala smear tabakasının uzaklaştırılması tartışmalı bir konudur. Smear tabakasının uzaklaştırılmasının, dentin geçirgenliğini arttıracak, patların örtücülük özelliğini bozacak ve bakterilerin dentin tübülleri içinde çoğalmasına mücadele edeceğini ileri süren çalışmalar olduğu gibi [162]; smear tabakasının, intrakanal dezenfektanların [163] ve patların [33] dentin tübüllerine girmesini önlediği, bunun da kök dolgusunun sızdırmazlığını tehlikeye sokabileceğini gösteren çalışmalar da mevcuttur [164,165]. Rezidüel debris, nekrotik dokuları ve bakterileri ve ayrıca kök kanal sisteminin mekanik enstrümantasyonu sonucunda oluşturulan smear tabakasını uzaklaştırmak için birçok irrigasyon solüsyonu kullanılmıştır [163, 166]. Sodyum hipoklorit (NaOCl), endodontide en yaygın kullanılan irrigasyon solüsyonu haline gelmiştir [167]. Yayılan bir ajan olan NaOCl ve bir kalsiyum şelasyon ajanı olan etilen diamin tetraasetik asitin (EDTA) alternatif kullanımı smear tabakasının etkili bir şekilde uzaklaştırılması için önerilmiştir [161,168]. Bu görüşler doğrultusunda ve dolum tekniklerimizin kalitesini karşılaştırırken daha doğru sonuçlar elde etmek adına ve standart bir dentin yüzeyi elde etmek için smear tabakası kök kanallarından uzaklaştırılmıştır. Bu amaçla çalışmamızda tüm gruplarda şekillendirme sırasında, her eğeden sonra, 3 ml % 2.5'lik NaOCl ile irrigasyon yapılmıştır. Şekillendirme tamamlandıktan sonra, smear tabakasını kaldırmak için son yıkama, 1 dakika

boyunca sırasıyla 5 ml % 2.5'lik NaOCl, 5 ml % 17'lik EDTA ve 3 ml serum fizyolojik ile yapıldı.

Kök kanallarının doldurulmasının esas amacı temizlenmiş ve şekillendirilmiş kök kanallarını kalıcı olarak tıkamaktır (169). Sıcak vertikal kompaksiyon ve tek kon tekniği de bu amacı gerçekleştirmek için yaygın olarak kullanılan teknikler arasında yer almaktadır (170,171). 1960'larda güta-perkanın sıcak vertikal kompaksiyonu önerilmiştir (169) ve bu tekniğin homojenlik açısından tatmin edici sonuçlara yol açtığı ve kök kanal hacminin yüksek bir yüzdesinin güta-perka malzemesi ile doldurduğu gösterilmiştir (172,173). Genellikle, bu teknik kök kanal boşluğunu termoplastikleştirilmiş güta-perka ve ince pat tabakası ile doldurmayı içerir. Daha sonra, kanaldaki dolum malzemesini apikalde yoğunlaştırmak için plugger (tepici) kullanılır [174, 175]. Güta-perka ısıtıldığında, daha plastik hale gelir ve özellikle oval şekilli kök kanallarında düzensizliklere ve girintilere uyum sağlar [174]. Güta-perka plastikleştirilmesi için termal yada sürtünme ısının kullanılmasını içeren, kanal duvarlarına daha iyi adaptasyon sağlayan, yüksek derecede homojenite ve lateral kondensasyonla kıyaslanınca optimum apikal ve koronal tıkama sağlayan ve kök kanalını daha iyi tıkadığını iddia eden bazı plastikleştirilmiş güta-perka teknikleri geliştirilmiştir [176,177]. Bununla birlikte, termoplastikleştirilmiş güta-perka teknikleri de dezavantajlara sahiptir. Güta-perka ısıtıldığında genleşir ve soğuma sırasında büzülür (%1-2), bu da kök kanal dolgusu boyunca boşluklara ve aralıklara neden olabilir [178, 179]. Bu termoplastik teknik ile ilgili başka bir eleştiri de, dolgu malzemesinin apikal kontrolünün zaman zaman zor olabileceği ve dolgu maddelerinin apikal foramenden taşabileceğidir [180]. Aynı zamanda tekniğin uygulanması uzun zaman gerektirir ve zordur [5]. Bu nedenle birçok uygulayıcı, özellikle apikal tıkama sağlamak için sıcak vertikal kondenzasyon ve kök kanalının koronal üçte ikisini doldurmak için sıcak güta-perka enjeksiyonunun beraber olduğu kombine sistemlere yönelmiştir. Bu sistemlere örnek olarak; BeeFill 2in1 (VDW, Munich, Germany), Calamus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), Elements (SybronEndo) , System B /Obtura II (Kavo-Kerr) verilebilir.

Tek kon tekniği kompaksiyon gerektirmemesi, kullanım kolaylığı ve uygulama hızı nedeniyle caziptir. Yapılan bir mikro-CT çalışmasında, tek kon tekniği, crown-down tekniği ile prepare edilmiş kanallarda iki sıcak güta-perka tekniği karşılaştırılmış ve 3 teknik arasında dolum kalitesi açısından herhangi bir fark bulunmamıştır [112]. Yapılan bir diğer çalışmada ise tek kon dolum tekniği kullanılarak doldurulmuş kök kanallarında aşırı pat

birikimi bildirilmiştir [181]. Bu nedenle, sıcak vertikal kompaksiyon tekniği kullanılarak doldurulmuş olanlarla karşılaştırıldığında boşlukların hacminin, tek kon obturasyon tekniği kullanılarak doldurulmuş kök kanallarından önemli ölçüde daha yüksek olduğu varsayılmıştır. Tek kon tekniği, ilave konlar yerleştirilerek değil, kök kanal preparasyonunun konikliğine uygun tek bir kon kullanarak, pat miktarının en aza indirildiği, soğuk lateral kondenzasyon tekniğinin basitleştirildiği bir tekniktir. Ni-Ti döner ve resiprok enstrümantasyonunun kök kanalında kesin bir koniklik oluşturma kabiliyetine sahip olması nedeniyle, üreticiler şekillendirme eğesi ve güta-perka arasındaki uyumun etkili bir dolum sağladığını iddia etmektedirler [102]. Bu, tekniğin çoğunlukla yuvarlak kanallarda uygulanmış olduğu yapılan araştırmalarla doğrulanmıştır [112,175]. Tek kon tekniğinde, güta-perka kütlesi homojen ve kompakttır ve malzemeye boşluk oluşturma ihtimali vermez. Aksine, özellikle deneyimsiz operatörler tarafından yapıldığında, koronal ve orta üçlülerde istenmeyen dolum boşluklarının oluşumu, sıcak güta-perka vertikal kompaksiyon tekniğinin back-fill aşamasının tipik bir eksikliğidir [182]. Bunun yanı sıra, üç boyutlu kondenzasyon yapılan tekniklere göre, pat hacminin büyük oranda konun hacmine bağlı olduğu tek kon dolgu tekniğinin daha yetersiz bulunduğu, bu durumun da boşluk oluşumuna ve sızdırmazlıkta azalmaya neden olacağını öne süren çalışmalar da bulunmaktadır [183,184].

Bu bilgiler ışığında biz de çalışmamızda, sıcak tekniklerin olumlu yönlerini gösteren çalışmalara dayanarak sıcak vertikal kompaksiyon yöntemi (Calamus 2 in 1) ve çalışmalarda diğer sistemlerle en sık kıyaslanan teknik olan tek kon tekniğini kullandık.

Klinik olarak, kök kanal dolgusu sırasında, düzensizlikleri ve boşlukları doldurmaya yardımcı olmak için kök kanal patı kullanılır. Hangi dolgu tekniği veya materyal kullanılırsa kullanılsın, beraberinde kök kanal dolgu patı kullanılmasının, tedavinin başarısını arttıracığına inanılmaktadır [2]. Kök kanal dolgu patı, kanal içindeki düzensizlikleri doldurabilir ve güta-perkanın adaptasyonunu arttırabilir [185]. Bununla birlikte Kontakiotis ve ark. [105], sızıntının kök kanal pat kütlesinin içinde veya patın rezorbe olmasıyla, pat-dentin veya pat-güta-perka arayüzünde meydana geldiği bildirilmiştir [105]. Bu nedenle kök kanal patı ile dolu alanların daha zayıf bölgeler olduğu düşünülebilir, çünkü güta-perka boyutsal olarak stabil iken, kök kanal patının zaman içinde rezorbe olabileceğine inanılmaktadır [186, 187]. Bununla birlikte, pat varlığının güta-perka ile doldurulmuş alanların ölçümünü zorlaştırabileceğinden metodolojik problemleri önlemek ve tek bir

parametre olarak güta-perkanın değerlendirilmesini kolaylaştırmak için pat kullanılmayan çalışmalar bulunmaktadır [174, 188,189].

Bunun yanısıra patların genellikle radyoopak ve farklı patların farklı reolojik özelliklere sahip olması nedeniyle, kök kanal dolgusu içindeki boşlukların mikro-CT ile değerlendirilmesinin olumsuz etkilenmemesi ve değerlendirmeye başka bir bağımsız değişken eklenmemesi için pat kullanılmamış çalışmalar da mevcuttur. [139, 190, 191].

Bu nedenle bizim çalışmamızda bu bilgiler ışığında, güta-perka materyali içindeki boşlukların maskelenmesini önlemek için, dolum işlemi sırasında kök kanal patı kullanılmadı.

Kök kanal dolum kalitesini değerlendirmek için çeşitli deneysel yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan kesit alma yöntemi sırasında kökü keserken boşlukları taklit edebilecek madde kaybının olabilmesi, radyografilerin üç boyutlu yapının sadece iki boyutlu bir görünümünü vermesi [192], sıvı filtrasyonu [193] ve temizleme tekniklerinin [194] zaman alıcı olması, boya penetrasyon çalışmalarının klinik olarak uygun olmaması [195] ayrıca bu tekniğin, sonucun geniş varyasyonlarını vermesi ve tekrarlanmasının ve kıyaslanmasının zor olması [196], boya ekstraksiyon çalışmalarında dişin sadece apikal üçte birinin değerlendirilebilmesi [197], glikoz filtrasyon tekniğinin ise uzun deneysel süre gerektirmesi, glikoz tüketimini önlemek için bakteri içermeyen bir sistemi korumanın zorluğu ve suyun buharlaşma riski gibi bazı dezavantajları vardır. Ayrıca bakteriyel mikrosızıntı çalışmaları sırasında uzun süren gözlemlere ihtiyaç duyulmakta ve nüfuz eden bakterilerin sayısının ölçülmesine izin vermemektedir [132,198]. Son yıllarda mikro-CT teknolojisi, endodontik araştırmalarda, kök kanal anatomisinin, şekillendirme sonrası kök kanal morfolojisinin ve kanal dolgularının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır [118, 126, 199]. Mikro-CT yüksek çözünürlüklü görüntüler sağlamanın yanı sıra, diş, kemik ve implantların hem kalitatif hem de kantitatif analizini sağlayabilir. Hızlı ve müdahalesiz olan bu yöntemde sonuçlar tekrarlanabilir ve histolojik çalışmalarla karşılaştırılabilir [200]. Ek olarak, farklı dental sert dokular, kalsifiye dokular ve kök kanal dolgu malzemesi gibi yakından ilişkili nesnelerin segmentasyonu mümkündür [201]. Önceki çalışmalar mikro-CT'nin periapikal kemik yıkımının değerlendirilmesiyle ilgili histolojik kesitler ile karşılaştırılabilir olduğunu göstermiştir [132,133]. Bununla birlikte, mikro-Ct tekniğinin in vivo uygulamasının çeşitli sınırlamaları vardır. Bu sınırlamalar, ilgilenilen nesnelerin görünümünü etkileyebilecek olan

seçilen segmentasyon eşik değerlerinden kaynaklanabilir [202]. Jung ve ark. [118], doldurulmuş kök kanallarını görüntüleme için mikro-CT'nin potansiyelini ve doğruluğunu değerlendirmiştir. Kök dolgularının histolojik ve mikro-CT incelemeleri arasında yüksek bir ilişki bulmuşlardır. Ayrıca, mikro-CT kesitlerinde, dolgu malzemesinin kök kanal duvarlarından açıkça ayırt edilebildiği bulunmuştur. Mikro-CT tekniği, nesneyi tahrip etmeden ayrıntılı bir skala kullanarak kök dolgularının kalitesini araştırma olanağı sağlamıştır [179]. Kök kanal sistemlerinin üç boyutlu modellerinin oluşturulması ve bu modeller üzerinden kök kanalındaki değişimlerin incelenmesine olanak sağlayan mikro-CT yönteminin endodontik araştırmalarda uygulanmaya başlamasıyla birlikte, bu alanda yapılan çalışmalar yeni bir boyut kazanmıştır. Mikro-CT sistemlerinin, güvenilir ve gerçeğe yakın üç boyutlu bilgi sağladığı ispat edilmiştir. Kök kanal dolum kalitesinin mikro-CT ile değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur [200].

Bu nedenle biz de bu bilgiler ışığında, çalışmamızda kök kanal dolum kalitesini değerlendirmek için mikro-CT tekniğini kullandık.

5.2. Çalışmamızdaki Grup İçi Karşılaştırmaya Ait Bulguların Tartışması

P.TK Grubu: Koronal (%6,54) üçlüdeki boşluk hacminin büyüklüğü, apikal (%2,31) üçlünden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$). Orta (%5,64) üçlüdeki boşluk hacminin büyüklüğü, apikal üçlünden fazladır ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Aynı şekilde koronal ile orta üçlü arasında, boşluk hacimlerinin büyüklüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Koronal kısımdaki boşluk hacim büyüklüğünün apikal kısımdan istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla olmasının sebebi, kullanılan dişler kanalların şekilleri ve kanalların eğrilik durumları, oval şekil anatomisi ve yetersiz biyomekanik preparasyon gibi faktörler nedeniyle olabilir. Ayrıca, bu sonuç tek kon tekniğinin geniş yada oval şekilli kanallar için uygun olmamasıyla da alakalı olabilir. P.TK grubunda en az boşluk hacminin apikalde görülmesi Ozawa ve arkadaşlarının [172] yaptıkları çalışma ile uyum göstermektedir. Çalışmalarında apikali tamamen oluşmuş mandibular premolar dişleri kullanan Ozawa ve arkadaşları [172], kanalların yuvarlak bir şekilde prepare edildiği dişlerde, ProTaper ile uyumlu güta-perkanın kullanıldığı tek kon tekniğinin basit ve hızlı olmasının yanısıra özellikle de apikal üçlü için kabul edilebilir bir dolum sağladığını bildirilmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan alt küçük azı dişlerinin kök kanalları yuvarlak veya oval ayrımı yapılmadan tesadüfi olarak

gruplandırılması, bazı gruplarda saptanan güta-perka kaplı alan yüzdesinin dk olmasının olası nedeni olabilir. Bayırlı [3] alt 1. kk azı diinin üç ayrı bölgesinden kesit alınırsa kole seviyesinde ve kökün ortasında pulpa boşluğunun oval, apeks 1/3 seviyesinde ise yuvarlak olduğunu bildirmiştir. Tek kon gruplarının özellikle koronal bölgede diğer gruplardan daha dk güta-perka kaplı alan yüzdesi göstermesinin sebebi oval kanalların varlığı ya da kanalın koronale doğru oval yapı göstermesi olarak dnlebilir. Ayrıca Ni-Ti döner alet sistemlerinde özellikle koronal bölgede kullanılan geniş koniklik açılı kanal aletleri ile elde edilen kanal formu da diğer bir neden olarak değerlendirilebilir.

P.ST Grubu: Koronal (%5,73) ldeki boşluk hacminin büyüklüğü, apikal (%2,26) lden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$). Orta (%2,55) ldeki boşluk hacminin büyüklüğü, apikal üçlüden fazladır ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Aynı şekilde koronal ile orta l arasında, boşluk hacimlerinin büyüklüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Keleş ve arkadaşlarının [140], mikro-CT ile oval şekilli kanallarda kök kanal dolum kalitesini değerlendirdikleri çalışmada, bizim bulgularımızla benzer olarak koronal l ile orta l arasında boşluk hacmi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak bu çalışmada bizim bulgularımızdan farklı olarak, apikal kısımdaki boşluk hacmi orta ve koronal kısımdaki boşluk hacminden istatistiksel olarak fazla bulunmuştur. Bunun sebebi araştırmacıların üst premolar gibi oval şekilli dişleri kullanmaları, apikal genişliği 45 K-tipi el eğesi ile sonlandırmaları ve kök kanal dolumu sırasında kanal patı kullanmaları gibi metodolojik farklılıklardan kaynaklı olabilmektedir.

R.TK grubu: RECIPROC enstrüman ile prepare edilen ve tek kon kök kanal dolgu tekniğinin kullanıldığı dişlerde koronal, orta ve apikal üçlülerdeki boşluk hacimlerinin büyüklüğü açısından bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Apikal (%9,45) ve orta (%9,62) ldeki boşluk hacminin büyüklüğü, koronal (%7,01) lden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$). Orta ldeki boşluk hacminin büyüklüğü, apikal üçlüden fazladır ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Iglecias ve arkadaşlarının [203] yaptıkları çalışmada, bizim çalışmamıza benzer olarak, RECIPROC enstrümanla genişletip tek kon tekniği ile doldurulan grupta, orta kısım ile apikal kısım arasında boşluk hacmi yüzdeliği açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ancak aynı çalışmada elde edilen verilerde bizim çalışmamızdan farklı olarak apikal ve koronal ile orta ile koronal kısımları

arasında da boşluk hacmi yüzdeliği açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bunun sebebi Iglecias ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, mandibular molar dişlerin eğimli mesial kök kanallarının kullanılmasının yanı sıra, son enstrümanının R25 olması ve pat kullanılması gibi metodolojik farklılıklar olabilir. Pat kullanılmasının, mevcut boşlukların maskelenmesine neden olabileceği yönünde görüş bildiren çalışmalar vardır [143,204].

R.ST Grubu: Koronal (%3,80), orta (%2,61) ve apikal (%2,70) üçlüdeki boşluk hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Daha önce yapılan bir çalışmada [203], devamlı dalga ile kondensasyon tekniği kullanılan grupta, bizim çalışmamızdan farklı olarak koronal kısımda, orta ve apikal kısımlardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az boşluk bulunmuştur. Bunun sebebi metodolojik farklılıklarından biri olan, kanalın en son R25 enstrümanı ile prepare edilmesi olabilir. Bizim çalışmamızda kanallar R50'ye kadar genişletilmiş, bu da bize sıcak tekniği daha kolay uygulama ve kompaksiyon işlemini orta kısımda da daha rahat uygulama fırsatı vermiştir.

5.3. Çalışmamızdaki Gruplar Arası Karşılaştırmaya Ait Bulguların Tartışması

Çalışmamızda tespit edilen boşluk hacim yüzdeliklerinin, gruplar arasında değerlendirilmesi sonucunda apikal bölgede R.TK (%9,45) grubundaki boşluk hacim yüzdeliğinin, P.ST (%2,26), R.ST (%2,70) ve P.TK (%2,31) gruplarındaki boşluk hacim yüzdeliklerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla olduğu ($p<0,05$) ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Daha önce yapılan bir çalışma, ProTaper ile genişletilen ve bu sistemin güta-perkaları ile tek kon tekniği kullanılarak yapılan dolumların, RECIPROC sistemi ile genişletilen ve bu sisteme ait güta-perkalar ile tek kon tekniği kullanılarak yapılan dolumlardan daha iyi performans sergilediğini göstermiştir [15], bu da bizim çalışmamızdaki apikal kısma ait bulgular ile benzerlik göstermektedir. Apikal kısımda, P.ST ve R.ST gruplarındaki boşluk hacmi büyüğü, R.TK grubundan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha azdı. Bu bulgular; sıcak vertikal kompaksiyon tekniği sırasında vertikal yönde uygulanan sıkıştırma ile gutta perkaların kanal duvarlarına daha iyi adapte olduğu şeklinde açıklanabilir.

Bu çalışmanın bulgularına benzer olarak, Robberecht ve arkadaşları [205] yapmış oldukları çalışmada, gütaperka'nın ısıtılması ve sıkıştırılmasının apikal sızdırmazlık kabiliyetini, kök kanal duvarlarına adaptasyonunu, gütaperkanın apikal uyumunu ve dolgu malzemelerinin lateral veya aksesuar kanallara itilmesini önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir. Apikal kısım için, P.ST ve R.ST grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Bu her iki eğe sisteminin kendilerine ait gütaperkalarının apikalde uyumlu olmalarına ve sıcak tekniğin uygulanması sırasında yapılan kompaksiyon işleminin gütaperkaları apikale iyice uyumlu hale getirmesi ile açıklanabilmektedir. Yine aynı şekilde apikal kısım için, P.TK grubunun, R.ST ve P.ST gruplarıyla arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Bizim çalışmamızdaki bulgularla benzer olarak, önceki çalışmalar da sıcak vertikal kompaksiyon ve tek kon dolum teknikleri ile doldurulan köklerin apikal üçlüdeki dolum kalitesinin karşılaştırılabilir olduğunu rapor etmişlerdir [203,206]. Alshehri ve arkadaşlarının [206] yaptıkları bir çalışmada, 16 adet mandibular 1. molar dişin mesial kökleri dekoronize edilerek kanal boyları 19 mm'e ayarlanmış, ProTaper Universal ile F3'e kadar genişletilmiş, ve ardından da tek kon ve sıcak vertikal kompaksiyon teknikleri ile dolum yapılmıştır. Mikro-CT ile kanalların 5mm'lik apikal kısımlarının dolum kalitesi karşılaştırılmış ve bizim çalışmamızla benzer olarak ProTaper tek kon ve sıcak teknik grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Orta üçlüde, R.TK (%9,62) grubundaki boşluk hacminin büyüklüğü, P.ST (%2,55) ve R.ST (%2,61) gruplarındaki boşluk hacimlerinin büyüklüklerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$). Ozawa ve ark. [172] oval şekilli kanallarda termoplastik teknik, tek kon tekniği ve lateral kondenzasyon tekniğinin dolum kalitelerini karşılaştırdıkları çalışmada orta üçlüde termoplastik tekniğin gütaperkanın kanal boşluğuna daha iyi adapte olmasını sağladığını göstermiştir. Bu da bizim çalışmamızdaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Iglecias ve arkadaşlarının [203] yaptıkları çalışmada ise bizim bulgularımızdan farklı olarak R.TK ve R.ST grupları arasında orta kısımda boşluk hacmi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Bunun sebebi çalışmalarında mandibular molar dişlerin kullanılması, kanalların preparasyonu sırasında final enstrümanı olarak R25'in kullanılması ve dolum sırasında pat kullanmaları gibi bizim çalışmamızla aralarında metodolojik farklılıklar göstermesi olabilir. Schafer ve arkadaşlarının [207] yaptıkları çalışmada ise, bizim çalışmamızın bulgularıyla benzer olarak orta kısımda P.TK ile R.TK grupları arasında boşluk hacmi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Koronal kısımda, R.TK (%7,01) ve P.TK (%6,54) gruplarındaki boşluk hacimlerinin büyüklükleri, R.ST (%3,80) grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). Yine Ozawa ve ark. [173] oval şekilli kanallarda termoplastik teknik, tek kon tekniği ve lateral kondensasyon tekniğinin dolum kalitelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında koronal üçlüde de termoplastik tekniğin gütaperkanın kanal boşluğuna daha iyi adapte olmasını sağladığını göstermiştir. Bu da bizim çalışmamızdaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Koronal kısım için, P.TK ve R.TK gruplarının, R.ST grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla boşluk hacmine sahip olduğu görülmekte bu da RECIPROC enstrümanın yüksek kesme etkinliği sağlayan çift kesme kenarlı S-şekilli geometriye sahip kesitsel dizaynına ve R50'ye kadar genişletildiğinde gutasının dolum için yetersiz kalmasına bağlanabilir. Koronal kısım için R.ST grubunun da en az boşluk hacmine sahip olmasının, yine bu eğenin genişletme kabiliyetine bağlı olarak sıcak vertikal kompaksiyon tekniği uygulanırken sıkıştırma işlemine daha uygun bir preparasyon şekli sağlaması ile alakalı olduğu düşünülmektedir. İglecias ve arkadaşlarının [203] yapmış oldukları çalışmada, bizim çalışmamızdaki bulgularla benzer olarak koronal üçlüde R.TK grubunun, R.ST grubundan istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazla boşluk içerdiği bulunmuştur.

Tüm kök kanalına bakıldığında ise R.TK (%8,30) grubundaki boşluk hacminin büyüklüğü, P.ST (%4,14) ve R.ST (%3,20) gruplarındaki boşluk hacimlerinin büyüklüklerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazladır ($p<0,05$), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). Gruplar arası sonuçlara bakıldığında, en fazla boşluk hacmi büyüklüğü gösteren R.TK grubu olduğu görülmüştür. Sürekli rotasyonel hareket ve resiprokasyon hareketi ile kullanılan eğe sistemlerinin uzaklaştırdıkları dokuların hacimsel olarak karşılaştırıldığı bazı çalışmalarda resiprokasyon sisteminin daha etkili olduğu ve preparasyon sonucunda daha geniş hacime sahip kök kanal boşluğu oluşturduğu bulunmuştur [208,209,210]. Bu sonuç muhtemelen önceki çalışmalarda da kanıtlanmış olan, S şeklindeki enine kesiti ve pozitif kesme açısına bağlı yüksek kesim verimliliğiyle ilgilidir [211]. Bizim çalışmamızdaki boşluk hacim büyüklüğünün en fazla R.TK grubunda gözlenmesi de, RECIPROC eğe sisteminin sahip olduğu bu şekil dizaynı sonucunda, tek kon dolum tekniğinin yetersiz kalmasına bağlanabilir. Angerame ve arkadaşlarının [175] yaptıkları çalışmada, Mtwo döner enstrüman ile prepare edilen dişlerde tek kon ve sıcak vertikal kompaksiyon teknikleri karşılaştırılmıştır. 30.06'ya kadar döner enstrümanla genişletilen dişlerde, iki dolum tekniği arasında dolum materyali hacmi ve boşluk dağılımı

açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Bu veriler de bizim PTK ve PST gruplarımız arasında istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmaması ile benzerlik göstermektedir. Yine bu sonuçlarımız ile benzer olarak Somma ve arkadaşları [112] da ProTaper döner enstrümanla genişletilip, tek kon ve sıcak tekniğini uygulamalarını karşılaştırdıkları çalışmada, her iki tekniğin de benzer dolum kalitesi gösterdiğini ve dolum materyali ve boşluk miktarı yüzdeliği açısından gruplar arasında anlamlı fark olmadığını göstermişlerdir.

Bizim çalışmamızda RTK ve RST gruplarımız arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ancak çalışmamızdan farklı olarak, Angerame ve arkadaşları (212), RECIPROC ile R40'a kadar genişlettikleri 60 adet tek köklü ve çürüksüz çekilmiş dişlerde, tek kon ve sıcak vertikal kompaksiyon tekniklerinin dolum kalitesini mikro-CT ile değerlendirdiği çalışmada, gruplar arasında kök kanal dolgu kalitesi, eksternal boşluk ve kombine boşluklar (internal + eksternal boşluklar) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulmamışlardır. Bunun sebebi bu çalışmada pat kullanılması olabilir. Bizim çalışmamızda boşluk hacminin ölçümleri sırasında herhangi bir maskelemeyi önlemek adına pat kullanılmamıştır. Yapılan bir diğer çalışmada [15], ProTaper ve RECIPROC enstrümanlar ile genişletilen ve bu sistemlerin güta-perkalari ile tek kon tekniği ile doldurulan gruplar arasında, boşluk yüzdeliği açısından istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemektedir. Bu da bizim çalışmamızın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Dolum tekniklerinden bağımsız olarak, ProTaper Universal ve RECIPROC enstrümanların kullanıldığı diş gruplarında mevcut olan boşluk hacim yüzdeliklerine bakıldığında, RECIPROC ile prepare edilen gruptaki dişlerde, ProTaper Universal ile prepare edilen gruptaki dişlerden istatistiksel olarak anlamlı fark olmasa da daha fazla boşluk tespit edildi. Yapılan bir çalışmada, rotasyonel harekete kıyasla resiprokasyon hareketin, RECIPROC enstrümanı kullanarak yüzey alanda daha fazla artış sağladığı sonucu elde edilirken [213], birçok çalışmada, resiprokal enstrümanların rotasyonel enstrümanlardan daha yüksek bir kesme etkinliğine sahip olduğunu göstermiştir [214, 215]. Bu bulgular, RECIPROC enstrümanı ile prepare edilen dişlerde daha fazla boşluk tespit etmemizi destekler yöndedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Bu çalışmada mikro-CT cihazı kullanılarak yapılan değerlendirmelerde, tüm gruplarda ve her kök kanal dolgusu içinde farklı büyüklük ve miktarda boşluk hacmi olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle kullanılan hiçbir dolum tekniği ile tamamen homojen bir kök kanal dolgusu sağlanamadığı sonucuna varılmıştır.
2. Kullanılan sistemler arasında en fazla boşluk hacmi içeren grubun R.TK olduğu tespit edilmiştir. R.TK grubu apikal kısımda diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla boşluk hacmi içerirken, tüm kök kanalına ve orta üçlüye bakıldığında P.ST ve R.ST gruplarından, koronal kısımda ise R.ST grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla boşluk hacmi içermektedir. Bunun yanında en az boşluk hacmi R.ST grubunda tespit edilmiştir.
3. Grup içi karşılaştırmada, R.ST grubu hariç diğer gruplarda apikal ve koronal bölgedeki boşluk hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.
4. RECIPROC enstrümanının yüksek kesme etkinliği sağlayan çift kesme kenarına, S-şekilli geometriye sahip kesitsel dizaynına sahip olduğunu ve rotasyonel harekete kıyasla resiprokasyon hareketinin daha etkin bir preparasyon sağladığını destekleyen çalışmaların ve tez çalışmamızın bulguları doğrultusunda RECIPROC enstrüman ile prepare edilen dişlerin doldurulmasında tek kon tekniğine göre sıcak teknik ile daha etkin bir kök kanal dolgusu elde edileceği sonucuna varılmıştır.
5. Çalışmamızda kullanılan mikro-CT cihazı, kök kanal dolgusu uygulanmış örneklerin analizinde köklerin ve kanal dolgularının deforme olmadan incelenmesine izin vermiştir. Bu özellik mikro-CT'yi diğer yöntemlerden ayıran en önemli özelliklerden biridir ve kanal dolgusunun ve ya örneklerin bozulmadan ve gerektiğinde birçok kez değerlendirmesine olanak sağlar.
6. Uygun şartlar sağlanarak mikro-CT cihazının kullanımı ile kök kanal dolum kalitesinin değerlendirilmesinde, 3 boyutlu hacim analizinin yapılmasının etkili bir yöntem olacağını düşünmekteyiz.

KAYNAKÇA

1. Hülsmann, M., Peters, O. A., and Dummer, P. M. (2005). Mechanical preparation of root canals: Shaping goals, techniques and means. *Endodontic topics*, 10[1], 30-76.
2. Walton, R.E., Johnson, W. T. (2002). *Obturation*. In: *Principles and Practice of Endodontics* (Ed. Walton, R.E., Torabinejad, M.) (3rd Edition). Philadelphia, W.B. Saunders Co., 239-267.
3. Bayırlı, G. (1998). *Endodontik tedavi 1*. İstanbul: İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, 15, 358.
4. Ingle, J.E., Bakland, L.K. (2002). *Endodontics* (5th edition). Ontario, Canada: BC Decker, 15.
5. Schilder, H. (1967). Filling root canals in three dimensions. *Dental Clinics of North America*, 11, 723-44.
6. Weine, S.F. (1995). *Endodontic Therapy* (5th edition). Missouri, Canada: Mosby Elsevier.
7. Ingle, J.I., Luebke, R.G., Zidell, J.D., Walton, R.E., Taintor, J.F. (1985). *Obturation of the radicular space*. In: *Endodontics* (Ed. Ingle, F., Taintor, J.F.) (3rd Edition). Philadelphia: Lea&Febiger, 223-307.
8. Delivanis, P. D., Mattison, G. D., and Mendel, R. W. (1983). The survivability of F43 strain of *Streptococcus sanguis* in root canals filled with gutta-percha and procoseal cement. *Journal of Endodontics*, 9(10), 407-410.
9. McRobert, A. S., and Lumley, P. J. (1997). An in vitro investigation of coronal leakage with three guttapercha backfilling techniques. *International Endodontic Journal*, 30(6), 413-417.
10. Regan, J.D. (2004). *Root canal system obturation*. In: *Endodontics* (Ed. Stock, C.J.R., Gulabivala, K., Walker, R. T.) (3rd Edition). Philadelphia: Elsevier Ltd., 181-196.
11. Alaçam, T. (2000). *Endodonti* (2. Baskı). Ankara: Barış Yayınları: 451-494.
12. Gambill, J. M., Alder, M., and Carlos, E. (1996). Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *Journal of Endodontics*, 22(7), 369-375.
13. Maia Filho, M., de Castro Rizzi, C., Bandeca Coelho, M., Freitas Santos, S., Mayanne Oliveira Costa, L., Nunes Carvalho, C., and Alves Soares, J. (2015). Shaping ability of Reciproc, Unicone, and ProTaper Universal in simulated root canals. *The Scientific World Journal*, 2015, 1-6.
14. Maia, E. F., Dos, R. R. S., Lima, D. M., Soares, J. A., Ferreira, M. C., Carvalho, C. N., ... and Borges, A. H. (2016). Shaping ability of ProTaper Next, WaveOne, and Reciproc in simulated root Canals. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 17(11), 902-906.

15. Capar, I. D., Ertas, H., Ok, E., and Arslan, H. (2014). Comparison of single cone obturation performance of different novel nickel-titanium rotary systems. *Acta Odontologica Scandinavica*, 72(7), 537-542
16. Capar, I. D., Ozcan, E., Arslan, H., Ertas, H., and Aydinbelge, H. A. (2014). Effect of different final irrigation methods on the removal of calcium hydroxide from an artificial standardized groove in the apical third of root canals. *Journal of Endodontics*, 40(3), 451-454.
17. Schilder, H. (1974). Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*, 18, 269-296.
18. Trope, M., Debelian, G.J. (2007). *Diş Hekiminin Endodonti El kitabı*. (Çev. E. Altundaşar, A. Serper, S.Ç. Tarhan). İstanbul: Quintessence Yayıncılık, 18-50.
19. Peters, O.A., Peters C.I. (2011). *Cleaning and Shaping of the Root Canal System*. In: *Cohen's Path ways of the Pulp* (Ed. Cohen, S., Hargreaves, K.M.) (10th edition), St. Louis: Mosby, 283-348.
20. Metzger, Z., Solomonov, M., and Kfir, A. (2013). *The role of mechanical instrumentation in the cleaning of root canals*. *Endodontic Topics*, 29(1), 87-109.
21. Ruddle, C. (2002). Cleaning and shaping the root canal system. In: *Pathways of the Pulp*, 8th edition, Cohen, S., Burns, R.C., editors, St. Louis MO: Mosby, 231.
22. Lim, S. S., Stock, C. J. R. (1987). The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique. *International Endodontic Journal*, 20(1), 33-39.
23. Card, S. J., Sigurdsson, A., Ørstavik, D., and Trope, M. (2002). The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *Journal of Endodontics*, 28(11), 779-783.
24. Schäfer, E., Zapke, K. (2000). A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *Journal of Endodontics*, 26(11), 660-664.
25. Paqué, F., Laib, A., Gautschi, H., and Zehnder, M. (2009). Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. *Journal of Endodontics*, 35(7), 1044-1047.
26. Baugh, D., and Wallace, J. (2005). The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. *Journal of Endodontics*, 31(5), 333-340.
27. Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N. (2008). Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *Journal of Endodontics*, 34(11), 1291-1301.
28. Norwood, D. E., Gilmour, A. (2000). The growth and resistance to sodium hypochlorite of *Listeria monocytogenes* in a steady-state multispecies biofilm. *Journal of Applied Microbiology*, 88(3), 512-520.

29. Sena, N. T., Gomes, B. P. F. A., Vianna, M. E., Berber, V. B., Zaia, A. A., Ferraz, C. C. R., and Souza-Filho, F. J. (2006). In vitro antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against selected single-species biofilms. *International Endodontic Journal*, 39(11), 878-885.
30. Garcez, A. S., Nuñez, S. C., Hamblin, M. R., and Ribeiro, M. S. (2008). Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic pulps and periapical lesion. *Journal of Endodontics*, 34(2), 138-142.
31. Siqueira Jr, J. F., Alves, F. R., Almeida, B. M., de Oliveira, J. C. M., and Rôças, I. N. (2010). Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or self-adjusting file to disinfect oval-shaped root canals. *Journal of Endodontics*, 36(11), 1860-1865.
32. Nair, P. R. (1987). Light and electron microscopic studies of root canal flora and periapical lesions. *Journal of Endodontics*, 13(1), 29-39.
33. Ørstavik, D., Haapasalo, M. (1990). Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Dental Traumatology*, 6(4), 142-149.
34. Love, R. M., Jenkinson, H. F. (2002). Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 13(2), 171-183.
35. Sen, B. H., Piskin, B., and Demirci, T. (1995). Observation of bacteria and fungi in infected root canals and dentinal tubules by SEM. *Dental Traumatology*, 11(1), 6-9.
36. Stamos, D. E., Stamos, D. G., and Perkins, S. K. (1988). Retreatodontics and ultrasonics. *Journal of Endodontics*, 14(1), 39-42.
37. Sundqvist, G., Figdor, D., Persson, S., and Sjögren, U. (1998). Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 85(1), 86-93.
38. Siqueira Jr, J. F. (2001). Aetiology of root canal treatment failure: Why well-treated teeth can fail. *International Endodontic Journal*, 34(1), 1-10.
39. Mize, S. B., Clement, D. J., Pruett, J. P., and Carnes Jr, D. L. (1998). Effect of sterilization on cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, 24(12), 843-847.
40. Mizutani, T., Ohno, N., and Nakamura, H. (1992). Anatomical study of the root apex in the maxillary anterior teeth. *Journal of Endodontics*, 18(7), 344-347.
41. Chu, D., and Lockwood, C. (2015). The effectiveness of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation for non-surgical endodontic therapy: A systematic review protocol. *JBIC Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*, 13(6), 127-138.
42. Schäfer, E., Bürklein, S. (2012). Impact of nickel–titanium instrumentation of the root canal on clinical outcomes: a focused review. *Odontology*, 100(2), 130-136.

43. Schäfer, E. (1997). Root canal instruments for manual use: A review. *Dental Traumatology*, 13(2), 51-64.
44. Glosson, C. R., Haller, R. H., Dove, S. B., and Carlos, E. (1995). A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, 21(3), 146-151.
45. Song, Y. L., Bian, Z., Fan, B., Fan, M. W., Gutmann, J. L., and Peng, B. (2004). A comparison of instrument-centering ability within the root canal for three contemporary instrumentation techniques. *International Endodontic Journal*, 37(4), 265-271.
46. Alaçam, T., (2012). *Endodonti* (1. Baskı). Ankara: Gazi Üniversitesi Basın Yayın Yüksek Okulu Basımevi, 355-402.
47. Davis, R. D., Marshall, J. G., and Baumgartner, J. R. (2002). Effect of early coronal flaring on working length change in curved canals using rotary nickel-titanium versus stainless steel instruments. *Journal of Endodontics*, 28(6), 438-442.
48. Wildey, W. L., Senia, E. S. (1989). A new root canal instrument and instrumentation technique: a preliminary report. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 67(2), 198-207.
49. Küçükay E.S., Küçükay I., and Yılmaz B. (2004). *Kök Kanalı Şekillendirme Yöntemleri*. İstanbul: Promat, 90-95.
50. Peters, O. A., Peters, C. I. (2006). *Cleaning and shaping of the root canal system. Pathways of the Pulp*, 9, 290-357.
51. Schrader, C., Ackermann, M., and Barbakow, F. (1999). Step-by-step description of a rotary root canal preparation technique. *International Endodontic Journal*, 32(4), 312-320.
52. Lautenschlager, E. P., Monaghan, P. (1993). Titanium and titanium alloys as dental materials. *International Dental Journal*, 43(3), 245-253.
53. Pruett, J. P., Clement, D. J., and Carnes Jr, D. L. (1997). Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, 23(2), 77-85.
54. Coleman, C. L., Svec, T. A. (1997). Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *Journal of Endodontics*, 23(4), 232-235.
55. Peru, M., Peru, C., Mannocci, F., Sherriff, M., Buchanan, L. S., and Pitt Ford, T. R. (2006). Hand and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study. *European Journal of Dental Education*, 10(1), 52-59.
56. Thompson, S. A. (2000). An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. *International Endodontic Journal*, 33(4), 297-310.
57. Bergenholtz, G., Horsted-Bindslev, P., and Reit, C. (2010). *Textbook of Endodontology*. 2nd Edition, Wiley-Blackwell, 181-3.

58. Kapila, S., Sachdeva, R. (1989). Mechanical properties and clinical applications of orthodontic wires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 96(2), 100-109.
59. Cunningham, C. J., and Senia, E. S. (1992). A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 18(6), 294-300.
60. Bishop, K., and Dummer, P. M. H. (1997). A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. *International Endodontic Journal*, 30(1), 25-34.
61. Tanalp, J., Kaptan, F., Sert, S., Kayahan, B., and Bayırlı, G. (2006). Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 101(2), 250-257.
62. Bouska, J., Justman, B., Williamson, A., DeLong, C., and Qian, F. (2012). Resistance to cyclic fatigue failure of a new endodontic rotary file. *Journal of Endodontics*, 38(5), 667-669.
63. Shen, Y., Qian, W., Abtin, H., Gao, Y., and Haapasalo, M. (2012). Effect of environment on fatigue failure of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 38(3), 376-380.
64. Lee, D. H., Park, B., Saxena, A., and Serene, T. P. (1996). Enhanced surface hardness by boron implantation in Nitinol alloy. *Journal of Endodontics*, 22(10), 543-546.
65. Siqueira Jr, J. F., Lima, K. C., Magalhães, F. A., Lopes, H. P., and de Uzeda, M. (1999). Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *Journal of Endodontics*, 25(5), 332-335.
66. Himel, V.T., McSpadden, J.T., and Goodis, H.E. (2006). Instruments, Materials, and Devices. *Cohen's Pathways Of The Pulp 9th edition*. Mosby Elsevier, pp. 233-89.
67. Bergmans, L., Van Cleynenbreugel, J., Wevers, M., and Lambrechts, P. (2001). Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: Rationale, performance and safety. *Dental Clinics of North America* 14(5), 324-33.
68. Yılmaz, B. (2001). *Farklı yıkama yöntemleri ile birlikte düşük devirli mikromotorda ve elde kullanılan Ni-Ti esaslı kök kanal aletlerinin çıkardıkları apikal debris miktarlarının karşılaştırılmalı olarak incelenmesi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
69. Uyanık, M. (2005). *Farklı dönen nikel titanyum eğelerin temizleme ve şekillendirme özelliklerinin in vitro olarak incelenmesi*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
70. Kleier, D. J., and Averbach, R. (2006). Comparison of clinical outcomes using a nickel titanium rotary or stainless steel hand file instrumentation technique. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 27(2), 87-91.

71. Ulusoy, Ö. İ. A., Zeyrek, S. (2016). Kök Kanal Preparasyonunun Hedefleri ve Kullanılan Aletler. *Türkiye Klinikleri Endodontics-Special Topics*, 2(3), 1-11.
72. Johnson, E., Lloyd, A., Kuttler, S., and Namerow, K. (2008). Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/. 04 rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 34(11), 1406-1409.
73. Plotino, G., Grande, N. M., Testarelli, L., and Gambarini, G. (2012). Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *International Endodontic Journal*, 45(7), 614-618.
74. Meireles, D. A., Bastos, M. M. B., Marques, A. A. F., Garcia, L. D. F. R., and Sponchiado, E. C. (2013). Endodontic treatment of mandibular molar with root dilaceration using Reciproc single-file system. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 38(3), 167-171.
75. Yared, G., Alasmar Ramli, G. (2013). Single file reciprocation: A literature review. *Endodontic Practice Today*, 7(3), 1-5.
76. Bürklein, S., Hinschitza, K., Dammashcke, T., and 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. *International Endodontic Journal*, 45(5), 449-461.
77. Kim, H. C., Kwak, S. W., Cheung, G. S. P., Ko, D. H., Chung, S. M., and Lee, W. (2012). Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in RECIPROCation motion: Reciproc versus WaveOne. *Journal of Endodontics*, 38(4), 541-544.
78. Gavini, G., Caldeira, C. L., Akisue, E., de Miranda Candeiro, G. T., and Kawakami, D. A. S. (2012). Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *Journal of Endodontics*, 38(5), 684-687.
79. Liu, R., Hou, B. X., Wesselink, P. R., Wu, M. K., and Shemesh, H. (2013). The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system. *Journal of Endodontics*, 39(8), 1054-1056.
80. Clauser, T., and Baumann, M. A. (2004). ProTaper NiTi system. *Dental Clinics*, 48(1), 87-111.
81. Ingle, J.I., Himel, V.T., Hawrish, C.E., Glickmann, G.N., Serene, T., Rosenberg, P.L., Buchanan, L.S., West, J.D., Ruddell, C.J., Camp, J.H., Roane, J.B., Cecchini, C.M. (2001). In: *Endodontics Endodontic Cavity Preparation* (Ed. Ingle, J.I., Bakland, L.K.) (5. Edition) Hamilton-London: BC Decker Inc; p. 405-570.
82. Berutti, E., Negro, A. R., Lendini, M., and Pasqualini, D. (2004). Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 30(4), 228-230.
83. Ruddell, C. J. (2005). The ProTaper technique: shaping the future of endodontics. *Endodontic Topics*, 10, 213-6.

84. Ruddle, C. J. (2001). The ProTaper endodontic system: geometries, features, and guidelines for use. *Dent Today*, 20, 60-67.
85. Gökyay, S., Şimşek, A., and Küçükay, S. (2007). Nikel-titanyum döner alet sistemleri ve şekillendirme yöntemleri. *Türk Dişhekimleri Birliği Dergisi*; 98: 90-100.
86. İnternet: ProTaper Universal Brochure. Cipec.URL <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fstore.tulsadental.com%2Fcatalog%2F.&date=2019-05-19> Son Erişim tarihi 10 Nisan 2019.
87. Martin, D., Amor, J., and Machtou, P. (2002). Mechanized endodontics: The ProTaper® system. Principles and clinical protocol. *Revue D Odontostomatologie-Paris*, 31(1), 33-44.
88. Alaçam T. (2012) *Endodonti* (3. Baskı). Ankara: Özyurt Matbaacılık, 405-514.
89. Clem, W. H. (1969). Endodontics in the adolescent patient. *Dental Clinics of North America*, 13, 483-493.
90. Backman, C. A., Oswald, R. J., and Pitts, D. L. (1992). A radiographic comparison of two root canal instrumentation techniques. *Journal of Endodontics*, 18(1), 19-24.
91. Roane, J. B., Sabala, C. L., and Duncanson Jr, M. G. (1985). The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. *Journal of Endodontics*, 11(5), 203-211.
92. Ingle, J. I. (1961). A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 14(1), 83-91.
93. Goerig, A. C., Michelich, R. J., and Schultz, H. H. (1982). Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. *Journal of Endodontics*, 8(12), 550-554.
94. Fava, L. R. G. (1983). The double-flared technique: an alternative for biomechanical preparation. *Journal of Endodontics*, 9(2), 76-80.
95. Abou-Rass, M., Frank, A. L., and Glick, D. H. (1980). The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *Journal of American Dental Association* (1939), 101(5), 792-794.
96. Rhodes, J. S. (2010). *Harty's Endodontics in Clinical Practice*. (6). Churchill Livingstone Elsevier: 104.
97. Elizabeth M, S. (2005). Hand instrumentation in root canal preparation. *Endodontic Topics*, 10(1), 163-167.
98. Sundqvist, G., and Figdor, D. (1998). Endodontic treatment of apical periodontitis. *Essential Endontology*, 242-269.
99. Evans, J. T., Simon, J. H. (1986). Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. *Journal of Endodontics*, 12(3), 101-107.

- 100.Gençoğlu, N., Topbaşı, B. (1995). Thermafil kanal dolgu tekniğinin mikrosızıntısının incelenmesi-sealing ability of thermafil technique. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 29(4), 245-249.
- 101.Johnson, W.T., Gutmann, J.L. (2006). *Obturation of the Cleaned and Shaped Root Canal System. Pathways of the Pulp* St. Louis: Mosby Inc., 58-399.
- 102.Gordon, M. P. J., Love, R. M., and Chandler, N. P. (2005). An evaluation of .06 tapered gutta-percha cones for filling of .06 taper prepared curved root canals. *International Endodontic Journal*, 38(2), 87-96.
- 103.Schäfer, E., Nelius, B., and Bürklein, S. (2012). A comparative evaluation of gutta-percha filled areas in curved root canals obturated with different techniques. *Clinical Oral Investigations*, 16(1), 225-230.
- 104.Yilmaz, Z., Deniz, D., Ozcelik, B., Sahin, C., Cimilli, H., Cehreli, Z. C., and Kartal, N. (2009). Sealing efficiency of BeeFill 2 in 1 and System B/Obtura II versus single-cone and cold lateral compaction techniques. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 108(6), e51-e55.
- 105.Kontakiotis, E. G., Wu, M. K., and Wesselink, P. R. (1997). Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: A 2-year follow-up study. *International Endodontic Journal*, 30(5), 307-312.
- 106.Nica, L. M., Didilescu, A., Rusu, D., Bacila, A., and Stratul, S. I. (2012). Photomicrographic evaluation of the apical sealing capacity of three types of gutta-percha master cones: an in vitro study. *Odontology*, 100(1), 54-60.
- 107.Tasdemir, T., Yesilyurt, C., Ceyhanli, K. T., Celik, D., and Er, K. (2009). Evaluation of apical filling after root canal filling by 2 different techniques. *Journal of the Canadian Dental Association*, 75(3).
- 108.Wu, M. K., Bud, M. G., and Wesselink, P. R. (2009). The quality of single cone and laterally compacted gutta-percha fillings in small and curved root canals as evidenced by bidirectional radiographs and fluid transport measurements. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 108(6), 946-951.
- 109.Taşdemir, T., Er, K., Yildirim, T., Buruk, K., Çelik, D., Cora, S., ... and Serper, A. (2009). Comparison of the sealing ability of three filling techniques in canals shaped with two different rotary systems: a bacterial leakage study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 108(3), e129-e134.
- 110.Inan, U., Aydin, C., Tunca, Y. M., and Basak, F. (2009). In vitro evaluation of matched-taper single-cone obturation with a fluid filtration method. *Journal of the Canadian Dental Association*, 75(2).
- 111.Nagas, E., Altundasar, E., and Serper, A. (2009). The effect of master point taper on bond strength and apical sealing ability of different root canal sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 107(1), e61-e64.

- 112.Somma, F., Cretella, G., Carotenuto, M., Pecci, R., Bedini, R., De Biasi, M., and Angerame, D. (2011). Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *International Endodontic Journal*, 44(4), 362-369.
- 113.Marciano, M. A., Ordinola-Zapata, R., Cunha, T. V. R. N., Duarte, M. A. H., Cavenago, B. C., Garcia, R. B., ... and Moraes, I. G. D. (2011). Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. *International Endodontic Journal*, 44(4), 321-329.
- 114.Buchanan, L. S. (1996). The continuous wave of obturation technique:'centered' condensation of warm gutta percha in 12 seconds. *Dentistry Today*, 15(1), 60-2.
- 115.Michanowicz, A., and Czonstkowsky, M. (1984). Sealing properties of an injection-thermoplasticized low-temperature (70° C) gutta-percha: A preliminary study. *Journal of Endodontics*, 10(12), 563-566.
- 116.Ruddle, C. J. (2010). Filling root canal systems: the Calamus 3-D obturation technique. *Dent Today*, 29(76), 78-81.
- 117.Ørstavik, D. A. G. (2005). Materials used for root canal obturation: Technical, biological and clinical testing. *Endodontic Topics*, 12(1), 25-38.
- 118.Jung, M., Lommel, D., and Klimek, J. (2005). The imaging of root canal obturation using micro-CT. *International Endodontic Journal*, 38(9), 617-626.
- 119.Dowker, S. E., Davis, G. R., and Elliott, J. C. (1997). X-ray microtomography: Nondestructive three-dimensional imaging for in vitro endodontic studies. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 83(4), 510-516.
- 120.Elliott, J. C., and Dover, S. D. (1982). X-ray microtomography. *Journal of microscopy*, 126(2), 211-213.
- 121.Rhodes, J. S., Ford, T. P., Lynch, J. A., Liepins, P. J., and Curtis, R. V. (1999). Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *International Endodontic Journal*, 32(3), 165-170.
- 122.Spoor, C. F., Zonneveld, F. W., and Macho, G. A. (1993). Linear measurements of cortical bone and dental enamel by computed tomography: Applications and problems. *American Journal of Physical Anthropology*, 91(4), 469-484.
- 123.Peters, O. A., Laib, A., Göhring, T. N., and Barbakow, F. (2001). Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *Journal of Endodontics*, 27(1), 1-6.
- 124.Peters, O. A., Schönenberger, K., and Laib, A. (2001). Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International Endodontic Journal*, 34(3), 221-230.
- 125.Bergmans, L., Van Cleynenbreugel, J., Wevers, M., and Lambrechts, P. (2001). A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *International Endodontic Journal*, 34(5), 390-398.

- 126.Hammad, M., Qualtrough, A., and Silikas, N. (2009). Evaluation of root canal obturation: a three-dimensional in vitro study. *Journal of Endodontics*, 35(4), 541-544.
- 127.Renders, G. A. P., Mulder, L., Van Ruijven, L. J., and Van Eijden, T. M. G. J. (2007). Porosity of human mandibular condylar bone. *Journal of Anatomy*, 210(3), 239-248.
- 128.Anderson, P., Elliott, J. C., Bose, U., and Jones, S. J. (1996). A comparison of the mineral content of enamel and dentine in human premolars and enamel pearls measured by X-ray microtomography. *Archives of Oral Biology*, 41(3), 281-290.
- 129.Schicho, K., Kastner, J., Klingsberger, R., Seemann, R., Enislidis, G., Undt, G., ... and Ewers, R. (2007). Surface area analysis of dental implants using micro-computed tomography. *Clinical Oral Implants Research*, 18(4), 459-464.
- 130.Kaigler, D., and Mooney, D. (2001). Tissue engineering's impact on dentistry. *Journal of Dental Education*, 65(5), 456-462.
- 131.Magne, P. (2007). Efficient 3D finite element analysis of dental restorative procedures using micro-CT data. *Dental materials*, 23(5), 539-548.
- 132.Balto, K., Muller, R., Carrington, D. C., Dobeck, J., and Stashenko, P. (2000). Quantification of periapical bone destruction in mice by micro-computed tomography. *Journal of Dental Research*, 79(1), 35-40.
- 133.Von Stechow, D., Balto, K., Stashenko, P., and Müller, R. (2003). Three-dimensional quantitation of periradicular bone destruction by micro-computed tomography. *Journal of Endodontics*, 29(4), 252-256.
- 134.Çalışkan, M.K. (2006). *Endodontide Tanı ve Tedaviler*. (1. Baskı). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 400-462.
- 135.Tidswell, H. E., Saunders, E. M., and Saunders, W. P. (1994). Assessment of coronal leakage in teeth root filled with gutta-percha and a glass ionomer root canal sealer. *International Endodontic Journal*, 27(4), 208-212.
- 136.Leung, S. F., and Gulabivala, K. (1994). An In-vitro evaluation of the influence of canal curvature on the sealing ability of Thermafil. *International Endodontic Journal*, 27(4), 190-196.
- 137.Lin, L. M., Skribner, J. E., and Gaengler, P. (1992). Factors associated with endodontic treatment failures. *Journal of Endodontics*, 18(12), 625-627.
- 138.Wu, M. K., and Wesselink, P. R. (2001). A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *International Endodontic Journal*, 34(2), 137-141.
- 139.Wu, M. K., Van der Sluis, L. W. M., and Wesselink, P. R. (2002). A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. *International Endodontic Journal*, 35(6), 527-535.
- 140.Keleş, A., Alcin, H., Kamalak, A., and Versiani, M. A. (2014). Micro-CT evaluation of root filling quality in oval-shaped canals. *International Endodontic Journal*, 47(12), 1177-1184.

141. Gulsahi, K., Cehreli, Z. C., Kuraner, T., and Dagli, F. T. (2007). Sealer area associated with cold lateral condensation of gutta-percha and warm coated carrier filling systems in canals prepared with various rotary NiTi systems. *International Endodontic Journal*, 40(4), 275-281.
142. Naseri, M., Kangarlou, A., Khavid, A., and Goodini, M. (2013). Evaluation of the quality of four root canal obturation techniques using micro-computed tomography. *Iranian Endodontic Journal*, 8(3), 89-93.
143. Ho, E. S. S., Chang, J. W. W., and Cheung, G. S. P. (2016). Quality of root canal fillings using three gutta-percha obturation techniques. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 41(1), 22-28.
144. Ardila, C. N., Wu, M. K., and Wesselink, P. R. (2003). Percentage of filled canal area in mandibular molars after conventional root-canal instrumentation and after a noninstrumentation technique (NIT). *International Endodontic Journal*, 36(9), 591-598.
145. Lim, K. C., and Webber, J. (1985). The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape. *International Endodontic Journal*, 18(4), 240-246.
146. Kierklo, A., Tabor, Z., Pawińska, M., and Jaworska, M. (2015). A microcomputed tomography-based comparison of root canal filling quality following different instrumentation and obturation techniques. *Medical Principles and Practice*, 24(1), 84-91.
147. Dadresanfar, B., Khalilak, Z., Shiekholeslami, M., and Afshar, S. (2010). Comparative study of the sealing ability of the lateral condensation technique and the BeeFill system after canal preparation by the Mtwo NiTi rotary system. *Journal of Oral Science*, 52(2), 281-285.
148. Del Fabbro, M., Afrashtehfar, K. I., Corbella, S., El-Kabbaney, A., Perondi, I., and Taschieri, S. (2018). In vivo and in vitro effectiveness of rotary nickel-titanium vs manual stainless steel instruments for root canal therapy: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 18(1), 59-69.
149. Peters, O. A. (2004). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of Endodontics*, 30(8), 559-567.
150. Peters, O. A., and Paqué, F. (2010). Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: a review. *Quintessence International*, 41(6), 479-488.
151. Parashos, P., and Messer, H. H. (2006). The diffusion of innovation in dentistry: a review using rotary nickel-titanium technology as an example. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 101(3), 395-401.
152. Spångberg, L. (2001). The wonderful world of rotary root canal preparation. *Oral Surgery, Oral medicine, Oral pathology, Oral radiology, and Endodontics*, 92(5), 479.

153. Ahn, S. Y., Kim, H. C., and Kim, E. (2016). Kinematic effects of nickel-titanium instruments with reciprocating or continuous rotation motion: a systematic review of in vitro studies. *Journal of Endodontics*, 42(7), 1009-1017.
154. Gambarini, G. (2001). Cyclic fatigue of nickel-titanium rotary instruments after clinical use with low-and high-torque endodontic motors. *Journal of Endodontics*, 27(12), 772-774.
155. Taschieri, S., Necchi, S., Rosano, G., Del, M. F., Weinstein, R., and Machtou, P. (2005). Advantages and limits of nickel-titanium instruments for root canal preparation. A review of the current literature. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin= Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie= Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia*, 115(11), 1000-1005.
156. Ahlquist, M., Henningsson, O., Hulténby, K., and Ohlin, J. (2001). The effectiveness of manual and rotary techniques in the cleaning of root canals: a scanning electron microscopy study. *International Endodontic Journal*, 34(7), 533-537.
157. Mikrogeorgis, G., Molyvdas, I., Lyroudia, K., Nikolaidis, N., and Pitas, I. (2006). A new methodology for the comparative study of the root canal instrumentation techniques based on digital radiographic image processing and analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 101(6), e125-e131.
158. Cheung, G. S., and Liu, C. S. (2009). A retrospective study of endodontic treatment outcome between nickel-titanium rotary and stainless steel hand filing techniques. *Journal of Endodontics*, 35(7), 938-943.
159. Bürklein, S., Tsotsis, P., and Schäfer, E. (2013). Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 39(4), 501-504.
160. Coldero, L. G., McHugh, S., MacKenzie, D., and Saunders, W. P. (2002). Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. *International Endodontic Journal*, 35(5), 437-446.
161. Heard, F., and Walton, R. E. (1997). Scanning electron microscope study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. *International Endodontic Journal*, 30(5), 323-331.
162. Peters, O. A., and Barbakow, F. (2000). Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques: A scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 26(1), 6-10.
163. Pashley, D. H., Michelich, V., and Kehl, T. (1981). Dentin permeability: effects of smear layer removal. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 46(5), 531-537. // Drake, D. R., Wiemann, A. H., Rivera, E. M., and Walton, R. E. (1994). Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. *Journal of Endodontics*, 20(2), 78-82.
164. White, R. R., Goldman, M., and Lin, P. S. (1987). The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. *Journal of Endodontics*, 13(8), 369-374.

165. Kennedy, W. A., Walker III, W. A., and Gough, R. W. (1986). Smear layer removal effects on apical leakage. *Journal of Endodontics*, 12(1), 21-27.
166. Saunders, W. P., and Saunders, E. M. (1992). The effect of smear layer upon the coronal leakage of gutta-percha root fillings and a glass ionomer sealer. *International Endodontic Journal*, 25(5), 245-249
167. Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), 389-398.
168. Carson, K. R., Goodell, G. G., and McClanahan, S. B. (2005). Comparison of the antimicrobial activity of six irrigants on primary endodontic pathogens. *Journal of Endodontics*, 31(6), 471-473.
169. Ciucchi, B., Khettabi, M., and Holz, J. (1989). The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: A scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal*, 22(1), 21-28.
170. Von Fraunhofer, J. A., Fagundes, D. K., McDonald, N. J., and Dumsha, T. C. (2000). The effect of root canal preparation on microleakage within endodontically treated teeth: an in vitro study. *International Endodontic Journal*, 33(4), 355-360.
171. Wu, M. K., Kašťáková, A., and Wesselink, P. R. (2001). Quality of cold and warm gutta-percha fillings in oval canals in mandibular premolars. *International Endodontic Journal*, 34(6), 485-491.
172. Ozawa, T., Taha, N., and Messer, H. H. (2009). A comparison of techniques for obturating oval-shaped root canals. *Dental Materials Journal*, 28(3), 290-294.
173. Aminsobhani, M., Ghorbanzadeh, A., Sharifian, M. R., Namjou, S., and Kharazifard, M. J. (2015). Comparison of obturation quality in modified continuous wave compaction, continuous wave compaction, lateral compaction and warm vertical compaction techniques. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*, 12(2), 99.
174. De-Deus, G., Reis, C., Beznos, D., de Abranches, A. M. G., Coutinho-Filho, T., and Paciornik, S. (2008). Limited ability of three commonly used thermoplasticized gutta-percha techniques in filling oval-shaped canals. *Journal of Endodontics*, 34(11), 1401-1405.
175. Angerame, D., De Biasi, M., Pecci, R., Bedini, R., Tommasin, E., Marigo, L., and Somma, F. (2012). Analysis of single point and continuous wave of condensation root filling techniques by micro-computed tomography. *Annali Dell'istituto Superiore Di Sanita*, 48, 35-41.
176. Leonardo, M. V., Goto, E. H., Torres, C. R., Borges, A. B., Carvalho, C. A., and Barcellos, D. C. (2009). Assessment of the apical seal of root canals using different filling techniques. *Journal of Oral Science*, 51(4), 593-599.
177. Shahriari, S., Jalalzadeh, S. M., Moradkhany, R., and Abedi, H. (2008). A comparative study of apical microleakage using the conventional lateral condensation and mechanical lateral condensation techniques. *Iranian Endodontic Journal*, 3(3), 79-82.

178. Peng, L., Ye, L., Tan, H., and Zhou, X. (2007). Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 33(2), 106-109.
179. Moeller, L., Wenzel, A., Wegge-Larsen, A. M., Ding, M., and Kirkevang, L. L. (2013). Quality of root fillings performed with two root filling techniques. An in vitro study using micro-CT. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(3-4), 689-696.
180. Gulabivala, K., Holt, R., and Long, B. (1998). An in vitro comparison of thermoplasticised gutta-percha obturation techniques with cold lateral condensation. *Dental Traumatology*, 14(6), 262-269.
181. Samiei, M., Aghazade, M., Farhadi, F., Shahveghar, N., Torab, A., and Pakdel, S. M. V. (2014). Sealing efficacy of single-cone obturation technique with MTA and CEM cement: an in vitro bacterial leakage study. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 8(2), 77.
182. Mirfendereski, M., Roth, K., Fan, B., Dubrowski, A., Carnahan, H., Azarpazhooh, A., and Friedman, S. (2009). Technique acquisition in the use of two thermoplasticized root filling methods by inexperienced dental students: a microcomputed tomography analysis. *Journal of Endodontics*, 35(11), 1512-1517.
183. Bouillaguet, S., Shaw, L., Barthelemy, J., Krejci, I., and Wataha, J. C. (2008). Long-term sealing ability of pulp canal sealer, AH-Plus, GuttaFlow and epiphany. *International Endodontic Journal*, 41(3), 219-226.
184. Kontakiotis, E. G., Tzanetakis, G. N., and Loizides, A. L. (2007). A 12-month longitudinal in vitro leakage study on a new silicon-based root canal filling material (Gutta-Flow). *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 103(6), 854-859.
185. Wu, M. K., Fan, B., and Wesselink, P. R. (2000). Diminished leakage along root canals filled with gutta-percha without sealer over time: a laboratory study. *International Endodontic Journal*, 33(2), 121-125.
186. Peters, D. D. (1986). Two-year in vitro solubility evaluation of four gutta-percha sealer obturation techniques. *Journal of Endodontics*, 12(4), 139-145.
187. Georgopoulou, M. K., Wu, M. K., Nikolaou, A., and Wesselink, P. R. (1995). Effect of thickness on the sealing ability of some root canal sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 80(3), 338-344.
188. De-Deus, G., Gurgel-Filho, E. D., Magalhães, K. M., and Coutinho-Filho, T. (2006). A laboratory analysis of gutta-percha-filled area obtained using Thermafil, System B and lateral condensation. *International Endodontic Journal*, 39(5), 378-383.
189. De-Deus, G., Barino, B., Marins, J., Magalhães, K., Thuanne, E., and Kfir, A. (2012). Self-adjusting file cleaning-shaping-irrigation system optimizes the filling of oval-shaped canals with thermoplasticized gutta-percha. *Journal of Endodontics*, 38(6), 846-849.

190. Bailey, G. C., Ng, Y. L., Cunnington, S. A., Barber, P., Gulabivala, K., and Setchell, D. J. (2004). Root canal obturation by ultrasonic condensation of gutta-percha. Part II: An in vitro investigation of the quality of obturation. *International Endodontic Journal*, 37(10), 694-698.
191. Bailey, G. C., Cunnington, S. A., Ng, Y. L., Gulabivala, K., and Setchell, D. J. (2004). Ultrasonic condensation of gutta-percha: the effect of power setting and activation time on temperature rise at the root surface—an in vitro study. *International Endodontic Journal*, 37(7), 447-454.
192. Robinson, S., Czerny, C., Gahleitner, A., Bernhart, T., and Kainberger, F. M. (2002). Dental CT evaluation of mandibular first premolar root configurations and canal variations. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 93(3), 328-332.
193. Pommel, L., and Camps, J. (2001). Effects of pressure and measurement time on the fluid filtration method in endodontics. *Journal of Endodontics*, 27(4), 256-258.
194. Oliver, C. M., and Abbott, P. V. (2001). Correlation between clinical success and apical dye penetration. *International Endodontic Journal*, 34(8), 637-644.
195. Camps, J., and Pashley, D. (2003). Reliability of the dye penetration studies. *Journal of Endodontics*, 29(9), 592-594.
196. Wu, M. K., and Wesselink, P. R. (1993). Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *International Endodontic Journal*, 26(1), 37-43.
197. Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., Lopes, H. P., and de Uzeda, M. (1999). Coronal leakage of two root canal sealers containing calcium hydroxide after exposure to human saliva. *Journal of Endodontics*, 25(1), 14-16.
198. Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., Favieri, A., Abad, E. C., Castro, A. J., and Gahyva, S. M. (2000). Bacterial leakage in coronally unsealed root canals obturated with 3 different techniques. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 90(5), 647-650.
199. Barletta, F. B., de Sousa Reis, M., Wagner, M., Borges, J. C., and Dall'Agnol, C. (2008). Computed tomography assessment of three techniques for removal of filling material. *Australian Endodontic Journal*, 34(3), 101-105.
200. Swain, M. V., and Xue, J. (2009). State of the art of micro-CT applications in dental research. *International Journal of Oral Science*, 1(4), 177.
201. Nielsen, R. B., Alyassin, A. M., Peters, D. D., Carnes, D. L., and Lancaster, J. (1995). Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *Journal of Endodontics*, 21(11), 561-568.
202. Peters, O. A., Laib, A., Rügsegger, P., and Barbakow, F. (2000). Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *Journal of Dental Research*, 79(6), 1405-1409.

203. Iglecias, E. F., Freire, L. G., de Miranda Candeiro, G. T., dos Santos, M., Antoniazzi, J. H., and Gavini, G. (2017). Presence of voids after continuous wave of condensation and single-cone obturation in mandibular molars: A micro-computed tomography analysis. *Journal of Endodontics*, 43(4), 638-642.
204. Uzunoglu, E., Ilgin, C., Yuruker, S., and Gorduysus, M. (2016). Radiological, stereological, and microscopic evaluation of the quality of canal fillings in oval-shaped root canals prepared with self-adjusting file. *Scanning*, 38(5), 427-433.
205. Robberecht, L., Colard, T., and Claisse-Crinquette, A. (2012). Qualitative evaluation of two endodontic obturation techniques: tapered single-cone method versus warm vertical condensation and injection system an in vitro study. *Journal of Oral Science*, 54(1), 99-104.
206. Alshehri, M., Alamri, H. M., Alshwaimi, E., and Kujan, O. (2016). Micro-computed tomographic assessment of quality of obturation in the apical third with continuous wave vertical compaction and single match taper sized cone obturation techniques. *Scanning*, 38(4), 352-356.
207. Schäfer, E., Köster, M., and Bürklein, S. (2013). Percentage of gutta-percha-filled areas in canals instrumented with nickel-titanium systems and obturated with matching single cones. *Journal of Endodontics*, 39(7), 924-928.
208. Zeng, Y., Gu, L., Cai, Y., Chen, D., and Wei, X. (2014). In vitro study of shaping ability of single-file techniques in curved canals. *Zhonghua kou qiang yi xue za zhi = Zhonghua kouqiang yixue zazhi = Chinese Journal of Stomatology*, 49(11), 657-661.
209. Busquim, S., Cunha, R. S., Freire, L., Gavini, G., Machado, M. E., and Santos, M. D. (2015). A micro-computed tomography evaluation of long-oval canal preparation using reciprocating or rotary systems. *International Endodontic Journal*, 48(10), 1001-1006.
210. Espir, C. G., Nascimento-Mendes, C. A., Guerreiro-Tanomaru, J. M., Cavenago, B. C., Duarte, M. A. H., and Tanomaru-Filho, M. (2018). Shaping ability of rotary or reciprocating systems for oval root canal preparation: A micro-computed tomography study. *Clinical Oral Investigations*, 22(9), 3189-3194.
211. Plotino, G., Rubini, A. G., Grande, N. M., Testarelli, L., and Gambarini, G. (2014). Cutting efficiency of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Journal of Endodontics*, 40(8), 1228-1230.
212. Angerame, D., De Biasi, M., Chiuch, A., Sossi, D., Pecci, R., Bedini, R., and Castaldo, A. (2013). Quality of canal obturation assessed by micro-computed tomography: Influence of filling technique and post placement in canals shaped with Reciproc. *Giornale Italiano di Endodonzia*, 27(2), 80-85.
213. Gergi, R., Osta, N., Bourbouze, G., Zgheib, C., Arbab-Chirani, R., and Naaman, A. (2015). Effects of three nickel titanium instrument systems on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *International Endodontic Journal*, 48(2), 162-170.

214. Grande, N. M., Ahmed, H. M. A., Cohen, S., Bukiet, F., and Plotino, G. (2015). Current assessment of reciprocation in endodontic preparation: A comprehensive review—part I: historic perspectives and current applications. *Journal of Endodontics*, 41(11), 1778-1783.
215. Cunha, R. S., Junaid, A., Ensinas, P., Nudera, W., and da Silveira Bueno, C. E. (2014). Assessment of the separation incidence of reciprocating WaveOne files: A prospective clinical study. *Journal of Endodontics*, 40(7), 922-924.

EKLER

Ek-1. Etik Kurul Onayı



T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



06.03.2018

Konu : Etik Kurul Hk.
Sayı : 36290600/19

Sayın Prof. Dr. Özgür TOPUZ
G.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Özgür TOPUZ tarafından gönderilen "Döner ve Resiprokal Ni-Ti Eğeler ile Prepare Edilen ve İki Farklı Dolum Tekniği ile Doldurulan Dişlerin Dolum Kalitesinin Mikro-CT ile Değerlendirilmesi" konulu çalışma, Etik Kurulumuz tarafından incelenmiş ve araştırma etiği açısından uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Özgür TOPUZ tarafından gönderilen "Döner ve Resiprokal Ni-Ti Eğeler ile Prepare Edilen ve İki Farklı Dolum Tekniği ile Doldurulan Dişlerin Dolum Kalitesinin Mikro-CT ile Değerlendirilmesi" konulu çalışmada kullanılan yöntemler ve malzemeler rutin kullanımında olan yöntem ve malzemelerdir.

İnsanlarda güvenli olarak kullanıldığına ait çok sayıda literatür mevcuttur.
Bu nedenle hastaların sigortalanmasına gerek yoktur.
Bilgilerinizi saygılarımla rica ederim.

Prof. Dr. Murat AKKAYA
Ankara Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurul
Başkanı

Eki: 3 sayfa

Ek-1. (devam) Etik Kurul Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Döner ve Resiprokal Ni-Ti Eğeler ile Prepare Edilen ve İki Farklı Dolum Tekniği ile Doldurulan Dolum Kalitesinin Mikro-CT ile Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

+ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	ANKARA ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
	AÇIK ADRESİ:	A.Ü. DİŞ HEK. FAKÜLTESİ BEŞEVLER / ANKARA
	TELEFON	296 57 37
	FAKS	
	E-POSTA	disetik@ankara.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ

KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	PROF. DR. ÖZGÜR TOPUZ			
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	G.Ü. DİŞ HEK. FAK. ENDODONTİ ANABİLİM DALI			
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	ANKARA			
VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
DESTEKLEYİCİ				
DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1			
	FAZ 2			
	FAZ 3			
	FAZ 4			
	Gözlemsel ilaç çalışması			
	Tıbbi cihaz klinik araştırması			
	Geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulaması			
	İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	X		
	İlaç dışı klinik araştırma			
	Diğer ise belirtiniz			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ X	ÇOK MERKEZLİ	ULUSAL	ULUSLARARASI

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Murat AKKAYA
İmzası:

Ek-1. (devam) Etik Kurul Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Döner ve Resiprokal Ni-Ti Egeler ile Prepare Edilen ve İki Farklı Dolum Tekniği ile Doldurulan Dolum Kalitesinin Mikro-CT ile Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	04.01.2018		Türkçe ☐ İngilizce ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama	
	SİGORTA	☐		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ			
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐		
	İLAN	☐		
	YILLIK BİLDİRİM	☐		
	SONUÇ RAPORU	☐		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐		
	DİĞER:	☐		
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 05/06	Tarih: 28.02.2018		
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmacının/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmacının/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde 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. Murat AKKAYA			

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişki	Katılım *	İmza
Prof. Dr. Murat AKKAYA	Periodontoloji	A.Ü.Diş H.F.	E ☐ K ☐	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. Ayşegül KÖKLÜ	Ortodonti	A.Ü.Diş H.F.	E ☐ K ☐	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	

Etik Kurul Başkanı'nın
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Murat AKKAYA
İmzası:

Ek-1. (devam) Etik Kurul Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Döner ve Resiprokal Ni-Ti Egeler ile Prepare Edilen ve İki Farklı Dolum Tekniği ile Doldurulan Dolum Kalitesinin Mikro-CT ile Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

Prof. Dr. Fatma Gül ZIRAMAN	Endodonti	A.Ü.Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Serpil ALTUNDOĞAN	Ağız, Diş, Çene Cerrahisi	A.Ü.Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Sadullah ÜÇTAŞLI	Protetik Diş Ted.	A.Ü.Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Şaziye SARI	Pedodonti	A.Ü.Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Hatice GÖKALP	Ortodonti	A.Ü.Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Adil NALÇACI	Diş Hast. Ve Tedavisi	A.Ü.Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Kaan ORHAN	Ağız, Diş ve Çene Rady.	A.Ü.Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Doç. Dr. Bilge PEHLİVANOĞLU	Fizyoloji	H.Ü. Tıp F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Av. Mehmet Tefik GÖKSEYİTOĞLU	Hukuk	Serbest	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Doç. Dr. Sevil Özger İLHAN	Farmakoloji	G.Ü. Tıp F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Yrd. Doç. Dr. Sevilay KARAHAN	Bioistatistik	H.Ü. Tıp F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Kim. Müh. Orhan YILMAZ	Bilgisayar	A.Ü.Diş H.F.	E ☐	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	

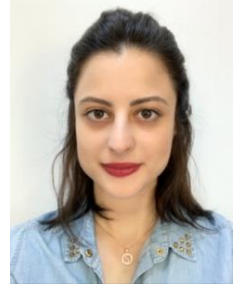
Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Murat AKKAYA
İmzası:

*:Toplantıda Bulunma

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : KEYFİALA, Sevim
 Uyruğu : Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti
 Doğum Tarihi ve Yeri : 10.06.1991 / Lefkoşa
 Medeni Hali : Bekar
 Telefon : 05389442179
 e-mail : sevim.keyfiala5@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi Endodonti Anabilim Dalı	Devam ediyor
Lisans	Yakın Doğu Üniversitesi/Diş Hekimliği Fakültesi	2014
Lise	Türk Maarif Koleji/KKTC	2009

Yayınlar

1. Retreatability of Root Canals Obturated Using Mineral Trioxide Aggregate-based and Two Resin-based Sealers. MA Ekici, A Ekici, S Sağıroğlu, S **Keyfiala**, B Helvacıoğlu Kıvanç. Niger J Clin Pract 2018; 21(4):496-501.

Posterler

- 1- Horizontal fiberlerle ve kompozit rezinle restore edilmiş endodontik tedavili alt azı dişlerin kırılma dayanımı. Mügem Aslı Gürel, Bağdagül Helvacıoğlu Kıvanç, Adil Ekici, Serpil Sağıroğlu, Sevim Keyfiala. Türk Endodonti Derneği 13. Uluslararası Kongresi, 26-29 Mayıs 2016, Kapadokya.
- 2- Farklı kök kanal patlarının WaveOne Gold resiprok sistemi ile uzaklaştırılma etkinliği. Mügem Aslı Gürel, Bağdagül Helvacıoğlu Kıvanç, Sevim Keyfiala, Serpil Sağıroğlu, Adil Ekici. Türk Endodonti Derneği 13. Uluslararası Kongresi, 26-29 Mayıs 2016, Kapadokya.
- 3- Farklı kök kanal patlarının WaveOne Gold resiprok sistemiyle tekrarlayan tedavi uygulama süresi. Mügem Aslı Gürel, Bağdagül Helvacıoğlu Kıvanç, Serpil Sağıroğlu, Sevim Keyfiala, Adil Ekici. Türk Endodonti Derneği 13. Uluslararası Kongresi, 26-29 Mayıs 2016, Kapadokya.
- 4- Rotary ve resiprok eğelerle prepare edilen farklı kök kanal dolum tekniklerinin radyografik olarak değerlendirilmesi. Sevim Keyfiala, Serpil Sağıroğlu Aksun, Mügem Aslı Ekici, Bağdagül Helvacıoğlu Kıvanç, Özgür Topuz. 8. Uluslararası Endodonti Sempozyumu, 10-13 Mayıs 2018, Adana.

- 5- Kök kanal dolgu tekniklerinin mikroskopik değerdendirmesi. Mügem Aslı Ekici, Sevim Keyfiala, Serpil Sağıroğlu Aksun, Bağdagül Helvacıoğlu Kıvanç, Özgür Topuz. Türk Dişhekimleri Birliği 24. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi, 27-29 Eylül 2018, Ankara.

Katıldığı Kongreler

17. ESE 16-19 Eylül 2015, Barselona/İspanya.

Türk Endodonti Derneği 13. Uluslararası Kongresi, 26-29 Mayıs 2016, Kapadokya.

8. Uluslararası Endodonti Sempozyumu, 10-13 Mayıs 2018, Adana.

Türk Dişhekimleri Birliği 24. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi, 27-29 Eylül 2018, Ankara.

Yabancı Dil

İngilizce



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..