



T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**KÖK KANAL PATININ FARKLI UYGULAMA
YÖNTEMLERİNİN KANAL DOLUMU HOMOJENİTESİNE
ETKİSİNİN MİKRO BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Cemre CEYLAN KÜÇÜK

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Öznur GÜÇLÜER

2022-ANTALYA



T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**KÖK KANAL PATININ FARKLI UYGULAMA
YÖNTEMLERİNİN KANAL DOLUMU HOMOJENİTESİNE
ETKİSİNİN MİKRO BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Cemre CEYLAN KÜÇÜK

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Öznur GÜÇLÜER

2022-ANTALYA

ONAY SAYFASI

Cemre CEYLAN KÜÇÜK tarafından sunulan bu çalışma jürimiz tarafından **oy birliği/oy çokluğu** ile Endodonti Anabilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.
.../...../.....

İmza

Üye : Prof. Dr. Ali KELEŞ
(Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı)

Üye : Prof. Dr. Kürşat ER
(Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı)

Üye : Prof. Dr. Alper KUŞTARCI
(Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı)

Üye : Doç. Dr. Öznur GÜÇLÜER
(Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı)

Üye : Doç. Dr. Damla KIRICI
(Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı)

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

Diş Hekimliği Fakültesi

Kurum Yöneticisi

ETİK BEYAN

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

Dt. Cemre CEYLAN KÜÇÜK

İmza

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Öznur GÜÇLÜER

İmza

TEŞEKKÜR

Hem uzmanlık eğitimimde hem sosyal hayatımda desteğini hep hissettiğim, yeri geldiğinde bir danışman hocadan daha fazlası olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Öznur GÜÇLÜER'e,

Eğitim sürecim boyunca bilgileriyle yolumu aydınlatan değerli hocalarım Prof. Dr. Alper KUŞTARCI, Prof. Dr. Kürşat ER ve Doç. Dr. Damla KIRICI'ya,

Tez çalışmama büyük katkısı olan değerli hocam Doç. Dr. Meral ARSLAN MALKOÇ'a,

Tez çalışmamın istatistiksel analiz aşamasına yaptığı katkılardan dolayı Öğr. Gör. Dr. Deniz ÖZEL ERKAN'a,

Uzmanlık sürecini birlikte geçirdiğim, birlikte çalışmaktan büyük keyif aldığım, üzüntümüzü sevincimizi paylaştığımız, her zaman yanımda olan canım asistan arkadaşlarıma,

Hem klinik hayatımda hem tez dönemimde yol göstericim olan, kendisinden çok şey öğrendiğim kıdemlim Arş. Gör. Dt. Ayşe Nur KUŞUÇAR'a,

Eğitim sürecimin ilk gününden itibaren birlikte yol aldığımız, vakit geçirmekten büyük keyif aldığım, zor zamanımda hep yanımda olan canım eş kıdemlim Arş. Gör. Dt. Duygu KOLAY'a,

Hayatım boyunca güvenini, desteğini, sevgisini hep hissettiğim canım babam, canım annem ve bir tanecik kardeşime,

Lise sıralarından uzmanlık sürecine hep el ele yürüdüğüm, yorulduğumda hep bana güvenli bir liman olan hayat arkadaşım, değerli eşim Mehmet Cem KÜÇÜK'e çok ama çok teşekkür ederim.

Dt. Cemre CEYLAN KÜÇÜK

ÖZET

Kök Kanal Patının Farklı Uygulama Yöntemlerinin Kanal Dolumu Homojenitesine Etkisinin Micro Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi

Bu çalışmanın amacı; şekillendirme işlemi tamamlanan daimî alt çene büyük azı dişlerin mezial kök kanallarının, farklı kanal patı uygulama teknikleri ile doldurulması sonrası kök kanal patı homojenitesinin incelenmesidir.

Bu çalışmada belirli kriterlere göre seçilen ve hazırlanan 36 adet alt çene büyük azı insan dişi kullanıldı. Örnekler deney protokolü öncesi kök kanal morfoloji açısından değerlendirilmek üzere mikro bilgisayarlı tomografi (μ BT) taramasına tabi tutuldu. Değerlendirilen örnekler standardizasyonu sağlanarak rastgele 4 gruba ayrıldı. Grup 1, ana kon güta perka grubu ($n:9$); grup 2, sonik grubu ($n:9$); grup 3, lentülo grubu ($n:9$); grup 4, ultrasonik (US) grup ($n:9$) olarak belirlendi.

Grup örnekleri T-Endo MUST eğe sistemi ile şekillendirildi. Şekillendirme sonrası belirlenen kriterlere uygun olarak örneklerin kök kanal dolum işlemi tamamlandı. Tüm gruplarda kök kanal patı olarak epoksi rezin içerikli AH Plus kullanıldı. Kök kanal dolumu tamamlanan örnekler tekrar μ BT de incelendi.

Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde; kanal patı uygulama yöntemleri arasında boşluk hacmi (BH) açısından, incelenen gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmedi ($P > 0,05$). BH'nin toplam kanal hacmine (TKH) oranı yüzde (%) olarak değerlendirildiğinde de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($P > 0,05$).

Anahtar Kelimeler: Adezyon, kök kanal patı homojenitesi, lentülo, μ BT, sonik sistem, ultrasonik sistem.

ABSTRACT

Evaluation of the Effect of Different Application Methods of Root Canal Sealer on Canal Filling Homogeneity by Micro Computed Tomography

The aim of this study was to examine the root canal sealer homogeneity after filling the mesial root canals of permanent mandibular molars, whose shaping process has been completed, with different canal sealer application techniques.

In this study, 36 mandibular molars selected and prepared according to certain criteria were used. The samples were subjected to micro-computed tomography (μ CT) scanning to be evaluated in terms of root canal morphology before the experimental protocol. Evaluated samples were randomly divided into 4 groups by ensuring standardization. Group 1, main con gutta-percha group ($n = 9$); group 2, sonic group ($n = 9$); group 3, lentulo group ($n = 9$); group 4 was determined as ultrasonic (US) group ($n = 9$).

Group samples were shaped with the T-Endo MUST file system. Root canal filling process of the samples was completed in accordance with the criteria determined after shaping. AH Plus containing epoxy resin was used as root canal sealer in all groups. The specimens, whose root canal filling was completed, were re-examined in μ CT.

When the results of the study are evaluated; There was no statistical difference between the groups examined in terms of void volume (VV) between the canal sealer application methods ($P > 0.05$). When the ratio of VV to total canal volume (TCV) was evaluated as a percentage (%), no statistically significant difference was observed between the groups ($P > 0.05$).

Keywords: Adhesion, root canal sealer, homogeneity, lentulo, μ BT, sonic system, ultrasonic system

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Kök Kanal Anatomisi.....	2
2.2. Kök Kanal Dolum Homojenitesi.....	3
2.3.Kök Kanal Dolumu	5
2.3.1. Kök Kanal Dolgu Ana Kor Materyalleri.....	6
2.3.2. Kök Kanal Dolgu Patları.....	7
2.4. Endodonti ve Sonik Sistemler	8
2.5. Endodonti ve US Sistemler	10
2.6. Endodonti ve Lentülo	12
2.7. Endodontide Kullanılan Görüntüleme Yöntemlerinden Bazıları.....	13
2.7.1. Ağız İçi Periapikal Radyografi	13
2.7.2. Endodontide Elekteron Mikroskobu (EM).....	14
2.7.3. Endodontide Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT).....	15
2.7.4.Endodontide μ BT.....	16
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	19
3.1. Örneklerin Seçilmesi.....	19
3.2.Örneklerin Hazırlanması.....	21
3.3. Hazırlanan Örneklerin μ BT’de Taranması	22
3.4. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi	23
3.5. Kök Kanallarının Doldurulması	24

3.5.1. Grup 1: Kök kanal dolumu sırasında tek kon güta perkanın pata bulanarak kanala gönderilmesi	24
3.5.2. Grup 2: Kök kanal dolumu esnasında Endoaktivatör ile kanal patı gönderilmesi.....	25
3.5.3. Grup 3: Kök kanal dolumu esnasında lentülo ile kanal patı gönderilmesi.....	26
3.5.4. Grup 4: Kök kanal dolumu esnasında US ile kanal patı gönderilmesi	27
3.6. Kök Kanal Dolumu Tamamlanan Örneklerin μ BT’de Taranması	30
3.7. μ BT Görüntülerinin Analiz İçin Hazırlanması.....	30
3.8 μ BT Görüntülerinin Analizi.....	31
3.9. İstatistiksel Analiz.....	34
4. BULGULAR.....	35
5. TARTIŞMA.....	38
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	50
KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	74

SİMGELER ve KISALTMALAR

μBT	: Mikro Bilgisayarlı Tomografi
KIBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
US	: Ultrasonik
CHX	: Klorheksidin
MTA	: Mineral Trioksit Agregate
EDTA	: Etilen Diamin Tetraasetik Asit
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
ml	: Mililitre
sn	: Saniye
mm	: Milimetre
mm³	: Milimetre Küp
Ni-Ti	: Nikel Titanyum
FDI	: Federation Dental International
ISO	: International Organization For Standardization
EM	: Elektron Mikroskobu
IM	: Işık Mikroskobu
TEM	: Transmission Electron Microscopy (Transmisyon Elektron Mikroskobu)
SEM	: Scanning Electron Microscopy (Taramalı Elektron Mikroskobu)
STEM	: Scanning Transmission Electron Microscopy
μm	: Mikrometre
KV	: Kilovolt
mA	: Miliamper
CU	: Bakır
ms	: Milisaniye
Rpm	: Revolutions Per Minute (dakikadaki devir sayısı)
hz	: Frekans
dk	: Dakika
°C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde

<	: Küçük
>	: Büyük
n	: Örnek Sayısı
Ark.	: Arkadaşları
SAF	: Self Adjusting File
BH	: Boşluk Hacmi
TKH	: Toplam Kanal Hacmi
Mp	: Mega Piksel
Min	: Minimum
Max	: Maximum
Ort	: Ortalama
SS	: Standart Sapma
Nİ-Tİ	: Nikel Titanyum

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Endoaktivatör uçları.....	9
Şekil 2.2. Vdw Cavi-US cihaz ucu.....	10
Şekil 2.3. #25-#40 numara lentülo spiral eğe seti	13
Şekil 2.4. µBT'nin şematik görüntüsü.....	18
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılmak üzere seçilmiş dişler	20
Şekil 3.2. Distal kökleri rezeke edilen dişlerin periapikal radyografilerinin alınması	20
Şekil 3.3. Periapikal radyografisi alınmış diş örneklerinden rastgele seçilmiş bir tanesi.....	21
Şekil 3.4. Distal kökü ve kronu uzaklaştırılmış diş.....	22
Şekil 3.5. Bruker Skyscan 1272 µBT cihazı.....	22
Şekil 3.6. Deney düzeneği.....	23
Şekil 3.7. Deney düzeneğinin üstten görünüşü.....	23
Şekil 3.8. Şekillendirmede kullanılan T-endo MUST m25.....	24
Şekil 3.9. Dişlerin rastgele 4 gruba ayrılması.....	24
Şekil 3.10. Kanal dolumunda kullanılan güta perka.....	25
Şekil 3.11. Kanal dolumunda kullanılan AH Plus kanal patı.....	25
Şekil 3.12. #25 numara Endoaktivatör ucu.....	26
Şekil 3.13. Endoaktivatör	26
Şekil 3.14. #25 numara lentülo spiral eğe.....	27
Şekil 3.15. Vdw ED 60 US uç.....	28
Şekil 3.16. Acteon-Newtron P5 XS Bledus US cihaz.....	28
Şekil 3.17. Tek kon güta perkanın pata bulanarak kök kanalına gönderilmesi sonucu dolumu yapılan diş örneklerinden bir tanesinin periapikal radyografi örneği.....	28

Şekil 3.18. Endoaktivatör ile kanal patı gönderilerek tek kon dolum yapılan diş örneklerinden bir tanesinin periapikal radyografi örneği.....	29
Şekil 3.19. Lentülo ile kanal patı gönderilerek tek kon dolum yapılan diş örneklerinden bir tanesinin periapikal radyografi örneği.....	29
Şekil 3.20. US uç ile kanal patı gönderilerek tek kon dolum yapılan diş örneklerinden bir tanesinin periapikal radyografi örneği.....	30
Şekil 3.21. NRecon 1.7.5.4. (Bruker, µBT) programında görüntülerin analize hazırlanması.....	31
Şekil 3.22. Dataviewer 1.6.0.0 64 bit 4 (Bruker, µBT) programı ile konumsal hataların giderilmesi.....	31
Şekil 3.23. CTAn programı ile apikalden koronale 7 mm'nin belirlenmesi.....	32
Şekil 3.24. CTAn programında airbubble görüntüsü.....	32
Şekil 3.25. CTAn ROI programı kullanılarak analizi yapılacak alanın belirlenmesi.....	33
Şekil 3.26. CTAn programı ile 3D analiz sonuçlarının belirlenmesi.....	33
Şekil 3.27. CTvox programında 20 numaralı numunenin kök kanalındaki boşluklarının incelenmesi.....	34
Şekil 4.1. Her bir grubun BH dağılımının grafiksel görünümü (mm ³).....	35
Şekil 4.2. Her bir grubun BH/TKH oranının grafiksel görünümü (%).....	37

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4.1. Her bir grubun TKH (mm ³).....	35
Tablo4.2. Her bir grubun BH (mm ³).....	36
Tablo 4.3. Her bir grubun BH/TKH oranı (%).....	36



1. GİRİŞ ve AMAÇ

Endodontik tedavinin başarısı, kök kanalının etkin bir şekilde temizlenmesi ve sonrasında sızdırmaz şekilde doldurulmasına bağlıdır.^(1, 2) NiTi döner eğeler ile şekillendirme ve irrigasyon aktivasyon yöntemlerindeki gelişmeler, endodontik tedavilerde görülen bazı olumsuzlukların üstesinden gelebilmeyi sağlamıştır.^(3, 4) Bununla birlikte, yüksek çözünürlüklü mikro bilgisayarlı tomografi (μ BT) çalışmaları, kemomekanik şekillendirme esnasında oluşan debrisin kök kanal sisteminin anatomik boşluklarına dolup irrigasyon solüsyonlarının etkisini azaltabildiğini göstermiştir.⁽⁵⁻¹³⁾

Kemomekanik şekillendirme sürecindeki bu olumsuz etkiler 3B sızdırmaz kök kanal dolumunu engelleyebilir ve sonrasında yeni/yeniden apikal periodontitis gelişimine neden olabilir.⁽¹⁴⁾ Bu nedenle kök kanal dolumu esnasında patın bütün alanlara ulaşması ve antibakteriyel etkinliğinden faydalanılabilmesi endodontik tedavinin başarısında önem arz etmektedir. Kök kanal patının viskozitesi, mekanik özellikleri, kolay uygulanabilir olması önemli parametreler iken patın uygulanma şekli de bir o kadar kritiktir.

Uzun yıllardan beri, kök kanal dolumu esnasında patı kök kanalına gönderirken lentülo spiral eğelerden faydalanılmaktadır; ancak bu yöntemle kanal patının apikalden taşması, lentülo spiral eğenin kırılması gibi riskler göz önüne alınarak yeni yöntemlerin keşfedilmesi gerekliliği düşünülmüştür. Literatür incelendiğinde kök kanal patı uygulama yöntemleri arasında endodontik eğeler, lentülo spiral eğeler, güta perka (GP) konlar, kâğıt konlar ve son zamanlarda ultrasonik (US) uçların kullanıldığı görülmüştür.⁽¹⁵⁾ Ancak, bu yöntemlerin kanal dolumu homojenitesi açısından karşılaştırıldığı hiçbir çalışmaya rastlanmamıştır.

İdeal şekillendirme ve dezenfeksiyon işlemlerinin ardından homojen bir kök kanal dolumunun sağlanması sekonder enfeksiyonların engellenmesinden vertikal kök kırıklarının önüne geçilmesine kadar birçok konuda başarı sağlar. Bu çalışmanın amacı, alt çene büyük azı dişlerin mezial kök kanallarına kanal patının US sistem, sonik sistem ve lentülo spiral ege ile gönderilmesi sonucunda kök kanal dolum homojenitesinin μ BT ile incelenmesi ve karşılaştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanal Anatomisi

Endodontik tedavinin amacı enfekte kök kanallarının temizlenmesi, biyouyumlu materyaller ile etkin olarak doldurulması ve uzun dönem ağız içi fonksiyonunun sağlanmasıdır.⁽¹⁾ Bu nedenle kök kanallarındaki organik, inorganik artıkların ve debrislerin uzaklaştırılması gerekir.⁽²⁾ Mekanik şekillendirmenin yanında yapılan irrigasyon da bu amaca hizmet etmektedir.⁽³⁾

Kök kanal tedavisi (KKT), öngörülebilir başarılı klinik sonuçlarla tüm kök kanal sistemini ele almaktadır. Anatomik varyasyonlar; kök kanal aletlerinin, dezenfeksiyon ajanlarının ve kanal içi ilaçların etkisini sınırlayabilmektedir. İdeal şekilde temizlenmemiş kanallar, periapikal inflamatuvar yanıt ve devamında kemik yıkımı ile sonuçlanabilir.⁽⁴⁾ Kanalı ideal biçimde şekillendiren bir eğe sisteminin olması ideal irrigasyon prosedürü ve homojen şekilde uygulanan kanal patı varlığı ile anatomik düzensizliklerin dezavantaj olmaktan çıkması sağlanabilir.

KKT'nin başarısında kanal morfolojisinin önemli rol oynadığı bilinmektedir. Birçok çalışmada⁽⁵⁻⁷⁾ ana kanalın yanı sıra aksesuar/lateral ve C-şekilli kanallar, isthmus alanları, özellikle kök ucunda delta ve dallanmaların varlığı endodontik tedavide aşılması gereken bir durumdur. Kök kanal anatomisinin karmaşık yapısı sebebiyle mekanik temizliğin yeterli olmadığı, anatomik karmaşıklıkların bakteri ve nekrotik pulpa dokuları için rezervuar görevi gördüğü durumlarda endodontik tedavi başarısızlığı olasıdır.^(8,9)

Alt çene büyük azı dişleri klinikte sıklıkla tedavi edilen diş grubu olmakla birlikte farklı kök kanal konfigürasyonlarının sık karşılaşıldığı dişlerdir.⁽⁵⁾ Alt çene büyük azı dişlerin genellikle bir distal bir mezialde olmak üzere 2 kökü vardır. Mezial kökte genellikle 2 kanal bulunmaktadır ve kök kanalları arasındaki isthmuslar, aksesuar kanallar ve apikal dallanmalar sıklıkla karşılaşılan anatomik zorluklardır.^(10,11) Distal kök genellikle Vertucci tip I konfigürasyonuna sahiptir.⁽¹²⁾ Orta mezial ve lingual kanallar gibi tespit edilemeyen kanalların endodontik tedavi sonuçları üzerindeki etkisi de çalışmalarda^(13,14) bildirilmiştir.

Weine ve ark.'nın önerdiği sınıflama ile Vertucci ve ark. önerdiği sınıflama literatürde en çok kabul gören sınıflamadır. Wine ve ark.⁽¹⁵⁾ kök kanal konfigürasyonlarını 4 temel tipte sınıflandırmıştır. Vertucci⁽⁶⁾, Wine ve ark. yaptığı sınıflandırmayı geliştirerek 8 tipte sınıflama yapmıştır. Ancak, bu sınıflandırmaya uymayan kanal örnekleri de tespit edilmiştir.^(12, 16, 17)

Basit kök kanal formuna sahip dişlerin (Tip I, IV ve VIII) başarıyla şekillendirilip doldurulabileceği düşünülür bununla birlikte; dallanmış kanal şekillerine (Tip III, VI ve VII) sahip kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi zor olabilir.⁽¹²⁾

Günümüzde 3B görüntüleme yöntemleri bu anatomik varyasyonların aşılması gereken bir durum olduğunu daha belirgin hale getirmiştir. Bu nedenle anatomik varyasyonlara kök kanal patının daha etkin ve homojen ulaşmasını sağlayan yöntemlerin araştırıldığı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

2.2. Kök Kanal Dolum Homojenitesi

Kök kanal dolumunun temel amacı; ağız boşluğu ile kök kanal sistemi arasındaki iletişimi engellemek, mikroorganizmalara karşı bir bariyer oluşturmaktır. Çalışmaların çoğu, kanal dolum patının ana kor materyali ile kullanılmasının, kullanılmadığı duruma göre önemli ölçüde daha az sızıntı ile sonuçlandığını göstermiştir.⁽¹⁸⁾ Kök kanal patının dentin tübüllerine penetrasyonu istenilen bir özelliktir. Bu özellik sayesinde ana kor materyali ve dentin arasındaki bağlantı artacak ve böylece istenilen sızdırmazlık sağlanabilecektir. Aynı zamanda birçok kök kanal patının kimyasal bileşeni antibakteriyel etki de gösterir. Bu nedenle, iyi bir tıkama için, mümkün olduğunca geniş bir pat/dentin ara yüzüne sahip olmak önemlidir.⁽¹⁹⁾ Dentin tübüllerine patın nüfuz etme derinliği, smear tabakasının kaldırılması, dentin geçirgenliği (tübüllerin sayısı ve çapı), kök kanal boyutu, dentinin ıslanabilirliği gibi birçok faktöre bağlıdır. Kök kanal patının akışkanlığı da bağlantı için önemli faktörlerden biridir. Kanal patının viskozitesi; kıvamı, partikül boyutu, sıcaklık, süre, kök kanalının iç çapı, yerleştirme hızı ve yöntemi ile belirlenir.⁽²⁰⁾

Kök kanal patının gönderilmesi dentin duvarlarını tamamen kaplayacak şekilde yapılmalıdır.⁽²¹⁾ Patın sertleşme esnasında gösterdiği büzülme ve zamanla çözünmesi göz önüne alındığında; kök kanal dolum patının dentin duvarlarına ince bir tabaka halinde uygulanması tercih edilir.⁽²²⁾ Kök kanal patı uygulama yöntemleri arasında

endodontik eğeler, lentülo spiral eğeler, GP konlar, kâğıt konlar ve son zamanlarda US uçlar yer alır.⁽²³⁾

Endodontik olarak tedavi edilen dişlerin kırılmaya daha yatkın olduğu düşünülür.⁽²⁴⁾ Adeziv obturasyon sistemlerinin avantajı, bir '*monoblok*' oluşturarak bunu azaltmaktır.⁽²⁵⁾ Bu durumu savunanlar, kanal dolgu patının kök dentini ve dolgu materyali arasında mekanik bir köprü oluşturularak kökü güçlendirdiğini iddia etmektedir.^(26,27) Bununla birlikte, intraradiküler dentin bağlanmasının öngörülemeyen doğası belirsizliğe yol açmıştır.⁽²⁸⁾ Kor ve kök kanal dentini arasındaki öngörülemeyen bağ; polimerizasyon büzülmesine, sertleşmemiş artık monomer varlığına, kanal patının eksik polimerizasyonuna veya kök kanalının karmaşık anatomik yapısına bağlı olabilir.⁽²⁸⁻³²⁾ Bu nedenle, şu anda homojen bir kök kanal dolumu yapmak klinik gerçeklik açısından sorgulanabilir.⁽³³⁻³⁵⁾ Klinikte kullanılan mevcut kök kanal dolgu malzemeleri ile homojen bir dolum elde etmek, boyutsal değişiklikler ve GP'nin adezyon yetersizliği nedeniyle kolay olmamaktadır, bu da GP ve kök kanal dolum patlarının birlikte kullanılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, kök kanal patının dentine penetrasyonu, mikro sızıntıyı ve kök kanalının yeniden enfeksiyonunu etkileyen birincil faktördür.⁽³⁶⁾

Sızdırmaz kök kanal dolumu, KKT'nin başarısı ile ilgili önemli faktörlerden biridir. Ingle ve ark.⁽³⁷⁾ tedavi başarısızlıklarının %58'inin eksik tıkamadan kaynaklandığını belirtmiştir. Bu nedenle, kök kanal dolgu malzemeleri sürekli olarak gelişmekte ve biyoaktif malzemeler giderek daha popüler hale gelmektedir. Kanal dolum patının dentin duvarına penetrasyon derecesi, büyük ölçüde dentinin moleküller arası yüzey enerjisine, temizliğine ve ayrıca patın yüzey gerilimine ve ıslatma kabiliyetine bağlıdır. Kök kanalı içerisinde farklı bölgelerdeki dentinin yapısal özellikleri değiştiği için patın dentine adaptasyonu da değişebilmektedir.⁽³⁸⁾

Dentin tübüllerine kök kanal patı penetrasyonu; smear tabakasının ortadan kaldırılması, dentin geçirgenliği ve doldurma tekniği dahil olmak üzere çeşitli faktörler tarafından belirlenir. Bu nedenle, kök kanal dolum yöntemleri sırasında patların kök dentinine penetrasyonunu ve adaptasyonunu analiz etmek çok önemlidir.⁽³⁹⁾

2.3. Kök Kanal Dolumu

Kök kanal sisteminin minör apikal çap adı verilen anatomik alandan koronal bölümdeki giriş kavitesine kadar biyouyumlu bir materyal ile sızdırmaz bir şekilde doldurulmasına kök kanal dolumu adı verilir. Günümüzde birçok kök kanal dolum tekniği mevcuttur.

Lateral kompaksiyon (sıkıştırma) tekniği, kök kanal dolumu için genel kabul gören bir tekniktir.⁽⁴⁰⁾ Bu tekniğin dezavantajı, sıcak vertikal kompaksiyon ve termoplastik teknikte olduğu kadar kök kanalındaki düzensizliklerin sızdırmaz bir şekilde doldurulamayabilmesidir.^(41, 42) Tekniğin avantajı ise sıcak dolum tekniklerine kıyasla çalışma boyu kontrolü daha iyi sağlanabilir.

Tek kon tekniğinde, kök kanalı tek kon kullanılarak doldurulur. Bu kon, kök kanalına yerleştirilerek geri çekildiğinde, çekmeye karşı bir sıkışma hissi göstermelidir. Bu tekniğin dezavantajı olarak da koronal bölümde boşluklar oluşabilmesi gösterilmiştir⁽⁴³⁾.

Sıcak vertikal kompaksiyon, kök kanalının 3B olarak boşluk kalmayacak şekilde doldurulmasının hedeflendiği bir tekniktir.⁽⁴⁴⁾ Bu tekniğin avantajı, kanaldaki düzensizlikleri ve aksesuar kanalları doldurabilmesidir. Dezavantajı ise sıkıştırma kuvvetinden dolayı vertikal kök kırığı ve materyalin apikalden çevre dokulara taşması ihtimalidir.^(43, 45)

Termoplastik (ısılplastik) enjeksiyon tekniğinde, GP dişin dışarısında bir cihaz içerisinde ısıtılmaktadır. Termoplastisize edilen GP faz değiştirerek akışkanlık kazanmaktadır. Kök kanalına enjekte edilen akıcı kıvamdaki GP, kanalı daha uyumlu ve sızdırmaz bir şekilde doldurabilmektedir. Bu teknikte, kanal dolgu patında görülen polimerizasyon büzülmesi gibi başarıyı etkileyen olumsuzluklara neredeyse rastlanmamaktadır. Yapılan çalışmalarda⁽⁴⁶⁻⁴⁹⁾ termoplastik enjeksiyon yönteminde, ideal apikal çap boyutunun #35-50 arasında olduğu belirtilmiştir.

The Obtura III (Obtura Spartan, Earth City, MO), Calamus (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), Elements, Elements free (SybronEndo, Orange, CA), HotShot (Discus Dental, Culver City, CA) ve Ultrafil 3D (Coltene/Whaledent, Cuyahoga Falls, OH) bu teknik için kullanılan cihazlardır.⁽⁴³⁾

Katı kor taşıyıcılı GP tekniğinde, kor materyalinin etrafında GP bulunmaktadır. Merkezinde sert bir taşıyıcı bulunması, GP'nın kanala kolay uyum sağlamasına yardımcı olur. Bu tekniğin dezavantajı ise kanal içi post uygulamalarında ve KKT'nin yenilenmesi durumlarında kor materyalinin sökülmesinin zor olması ve apikalde GP'nın kordan ayrılabilmesidir.⁽⁵⁰⁾ Thermafil (Dentsply Tulsa), Profile GT Obturators (Dentsply Tulsa), GT Series X Obturators (Dentsply Tulsa), ve ProTaper Universal Obturator (Dentsply Tulsa) bu grupta yer alan sistemlerdir.⁽⁴³⁾

Termomekanik kompaksiyon, Mc Spadden tarafından bulunan bir tekniktir. Yavaş hızda çalışan tepicinin sürtünme ile oluşturduğu ısı artışı GP'nin yumuşamasını sağlamaktadır.⁽⁴³⁾

Bunların yanı sıra vakum ve monoblok teknikleri de kök kanal dolum teknikleri arasında yerini almıştır. Birbirine göre avantaj ve dezavantajı bulunan bu dolum tekniklerinden hangisinin kullanılacağı vakaya göre seçilmelidir. Sonuçta her tekniğin ortak amacı 3B sızdırmaz bir kök kanal dolumu elde etmektir.

2.3.1. Kök Kanal Dolgu Ana Kor Materyalleri

İdeal bir kanal dolgu materyalinde olması gereken özellikler ⁽⁵¹⁾: (a) boyutsal olarak stabil olmalı ve yerleştirmeden önce büzülme göstermemeli, (b) kanalı 3B yapısına uygun olarak tıkayabilmeli, (c) steril olmalı, (d) periapikal dokuları irrite etmemeli, (e) nem geçirmez ve boşluksuz olmalı, (f) radyopak olmalı, (g) uygulanması kolay olmalı, (ğ) doku sıvılarından etkilenmemeli, korozyon ve oksidasyona uğramamalı, (h) bakteri üremesine engel olmalı, (ı) diş yapısını boyamamalı, (i) gerektiğinde kanaldan kolayca sökülebilmeli, olarak sıralanabilir.

Kök kanalı ana kor materyali olarak geçmişten günümüze kullanılan materyaller genel olarak şunlardır: Gümüş kon, GP, aktiv GP (cam iyonomer siman kaplı GP kon), resin kaplı GP kon, resilon.

GP, endodontide kalsiyum hidroksit, çinko oksit öjenol veya epoksi rezinden oluşan simanlarla birlikte kullanılan geleneksel dolgu malzemesidir. Kök kanalını daha iyi tıkamak amacıyla kullanılan dentin adezyon teknolojilerine dayalı olarak dolgu malzemeleri geliştirilmiştir.⁽⁵²⁾ GP'nin bir alternatifi olan resilon (Resilon Research LLC, Madison, CT, Amerika) 2003 yılında piyasaya sürülmüştür. Resilon; biyoaktif cam, bizmut oksiklorür ve baryum sülfat içeren sentetik polimer bazlı termoplastik bir

polyesterdir. Alternatif olarak RealSeal (RS; SybronEndo, Orange, CA, Amerika), reçine bazlı kompozit kapatıcıdır. Reçine matrisi, bisfenol A glisidil metakrilat (BisGMA), etoksillenmiş BisGMA, üretan dimetakrilat ve hidrofilik iki işlevli metakrilatlardan oluşur.⁽⁵³⁾

2.3.2. Kök Kanal Dolgu Patları

Kanal dolgu patları esas olarak kanal duvarları ve kor materyali arasındaki düzensiz boşlukların kapatılması amacı ile kullanılmaktadır. İdeal bir kök kanal dolgu patı kor materyali ile dentin duvarı arasında bir bağ oluşturmalıdır. Başarılı bir KKT için kanal dolgu materyalinin kök kanal duvarlarına çok iyi uyum sağlaması gerekmektedir. Kanal dolgu patlarının kor materyalleri ile kullanımı dışında amaçlarına bakacak olursak:⁽⁵⁴⁾ (a) antibakteriyel özellikleri sayesinde dezenfeksiyon sağlamak, (b) dentin duvarı ve kanal dolgu maddesi arasında mekaniksel/kimyasal bağlantı sağlamak, (c) ana kor materyalinin uygulanmasını kolaylaştırmaktır.

İdeal bir kök kanal dolgu patında olması gereken özellikler:⁽⁵¹⁾ (a) sertleşmeden önce yapışkan özellik göstermeli, (b) sızdırmaz bir tıkaç oluşturmali, (c) radyopak olmalı, (ç) tozu ve likiti kolayca karıştırılabilmeli, (d) sertleşme sırasında büzülme göstermemeli, (e) diş yapısını boyamamalı, (f) bakteriyostatik olmalı, (g) yavaş sertleşmeli, (ğ) doku sıvılarında çözünmemeli, (h) periradiküler dokuları irrite etmemeli, (ı) sökülmesi kolay olmalıdır.

Günümüzde bu özelliklerin hepsine sahip bir kanal dolgu patı bulunmamaktadır. Bu nedenle yeni materyaller üzerinde araştırmalar devam etmektedir.

Kök kanal dolgu patlarının sınıflandırılması genel olarak şu şekildedir:

1. Çinko oksit öjenol esaslı patlar
2. Paraformaldehit içeren patlar
3. Kalsiyum hidroksit içerikli patlar
4. Cam iyonomer içerikli patlar
5. Silikon içerikli patlar
6. Rezin içerikli patlar

Rezin İçerikli Kök Kanal Dolgu Patları

Kendi aralarında 3 gruba ayrılırlar;

a) Epoksi rezin ierikliler: AH Plus, Sealer 26, ThermaSeal Plus, Topseal, Adseal, EZ-Fill, Smartpaste.

b) Metakrilat rezin ierikliler: EndoRez, Epiphany, Real Seal, Simplifill SE. Resinate, Fiberfill RCS, Metaseal, Superbond RC sealer.

c) Poliketon polimer içerenler: Diaket.

Kök kanal dolum malzemesi olarak kullanılan materyaller arasında epoksi rezin esaslı malzemeler fizikokimyasal özellikleri bakımından oldukça tatmin edicidir.⁽⁵⁵⁾ Epoksi rezin içerikli kök kanal patları polimerizasyon büzülmesi göstermemesi, nem varlığında da polimerize olabilmesi ve dentin adezyonunun çok iyi olması nedeni ile tercih edilir.^(56, 57) Epoksi rezin içerikli patlardan ilk olarak AH 26 kullanılmaya başlanmıştır.⁽⁵⁸⁾ AH 26'nın olumsuz özellikleri elimine edilerek, AH Plus geliştirilmiştir. AH Plus'a, kolay sklebilmesi için termoplastik özellik kazandırılmış ve çift patlı sistem halinde piyasaya sunulmuştur. Çalışma süresi 23 C'de minimum 4 sa'tir; sertleşme zamanı ise 37 C'de 8 sa.'tir. Radyoopasitesi de AH 26'ya göre arttırılmıştır. Kanala uygulanmasını kolaylaştırmak için tiksotropik olarak hazırlanmıştır. Ah Plus Jet ise AH Plus'un enjekte edilebilen formudur.⁽⁵⁴⁾ AH Plus kanal dolum patı dentine bağlanabilir, *Enterococcus faecalis*'e karşı antimikrobiyal aktiviteye sahiptir, biyouyumludur, akışkanlığı yüksektir ve uzun süreli boyutsal stabilite gösterir.⁽⁵⁹⁾ AH Plus, KKT'de yaygın olarak kullanılan ve tüm yeni patları karşılaştırmak için altın standart olarak kabul edilen epoksi rezin içerikli bir kök kanal patıdır.⁽⁶⁰⁻⁶³⁾

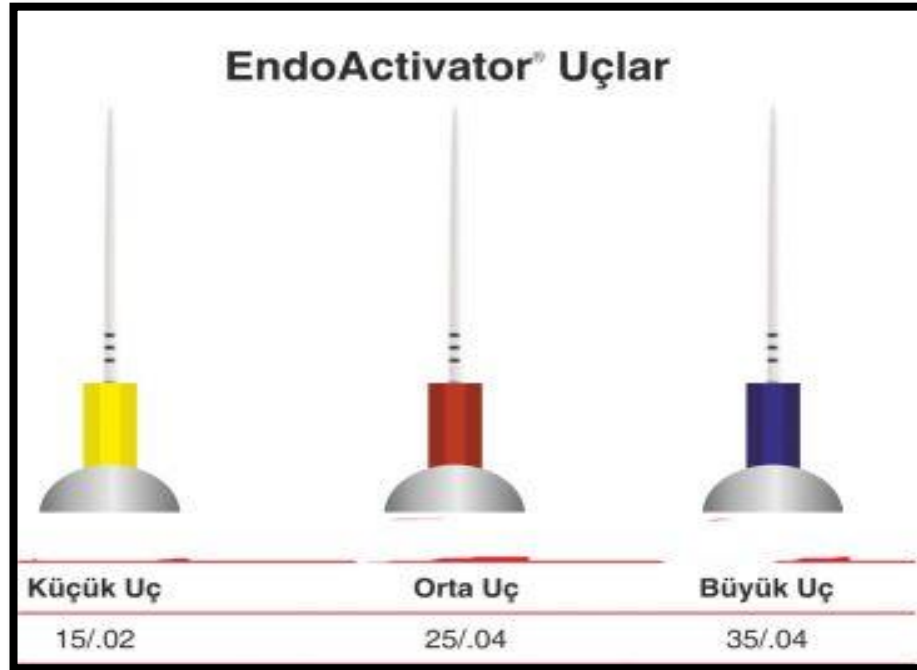
2.4. Endodonti ve Sonik Sistemler

Bakteriler tarafından oluşturulan biyofilmin; aksesuar kanallar ve istmuslar gibi kök kanal sisteminin erişilemeyen bölgelerinde bulunduğu kabul edilmektedir.⁽⁶⁴⁾ Yapılan çalışmalarda⁽⁶⁵⁻⁶⁷⁾ mekanik şekillendirme sırasında tüm kök kanal duvarına temas edilemediği, kalan biyofilmler ve enfekte dokuların olası bir enfeksiyon ve tedavi başarısızlığına neden olabileceği bildirilmiştir. Bu nedenle kök kanal sistemi içindeki mikrobiyal yükü azaltmak ve temizleme işlemini tamamlamak için şekillendirme ve irrigasyon birlikte yapılmalıdır.⁽⁶⁸⁾

İğne irrigasyonu kök kanalının apikal kısmında sıklıkla etkili olamamaktadır^(69, 70) bu nedenle; irrigasyonun akustik ve hidrodinamik aktivasyonu için güncel teknikler klinik kullanımda popüler hale gelmiştir.⁽⁷¹⁻⁷³⁾ Akustik akış; hızlı akış olarak tanımlanabilir, irrigasyon solüsyonunun dairesel veya girdap benzeri hareket etmesidir.⁽⁷⁴⁾ Akustik akışın, kök kanal irrigasyonunun etkinliğine katkı sağladığı bildirilmiştir.^(72, 73, 75)

Şekillendirilmesi yapılmış ve irrigasyon ajanlarının ulaşmasına uygun olacak şekilde hazır hale getirilmiş kanallarda sonik aktivasyonun kullanılmasının aktivasyon ucunun kanal içi dalgalar oluşturması ile sağlandığı bilinmektedir. Oluşan dalgalar kanal içinde birbirine çarparak baloncuklar meydana getirir. Bu baloncukların büyümesi ile oluşan sıcaklık ve basınçla patlama sağlanır. Bu baloncukların her bir patlaması 30.000 şok dalgası şeklinde açığa çıkar ve bu şok ile kanal içindeki biyofilm tabakasına penetre olarak yüzeyleri temizler.⁽⁷⁶⁾

EndoActivator sistemi (sonik cihaz) yakın zamanda geliştirilmiş sonik bir sistemdir. Özel polimer uçlar sonik olarak 3 farklı frekansta çalışır. Kök kanallarında sonik aktivatör kullanımı sayesinde daha iyi temizlenen dentin tübüllerine kök kanal patının penetrasyonunun da daha iyi olacağı düşünülmektedir.



Şekil 2.1. Endoaktivatör uçları

2.5. Endodonti ve US Sistemler

US ilk olarak diş hekimliğinde kavite preparasyonları için kullanılmıştır.^(77, 78) Ancak, bu teknik hiçbir zaman yüksek hızlı el aletlerinden daha popüler olamamıştır.⁽⁷⁹⁾ Bunun yanında 1955'te Zinner⁽⁸⁰⁾, diş yüzeyindeki plakları gidermek için US aletlerin kullanılabilirliğini bildirdiğinde farklı bir uygulama başlatılmıştır. Bu yöntem Johnson ve Wilson⁽⁸¹⁾ tarafından geliştirilmiş ve US uçlar, diş taşı ve plak temizliğinde kullanılan bir araç haline gelmiştir.



Şekil 2.2. Vdw Cavi- US cihaz ucu

US sistem, Endodonti’de ilk olarak 1957’de Richman tarafından kullanılmıştır.⁽⁸²⁾ Ancak Martin ve ark. US kullanarak enerjisi arttırılan K-tipi eğelerin dentini kesme yeteneğini karşılaştıran kadar Endodonti’de kullanımı yaygın değildir.⁽⁸³⁻⁸⁵⁾ US cihazın ucuna el eğelerinin takılması prensibi ile çalışan yöntem endosonik olarak adlandırılır. Kök kanal dolumundan önce hem şekillendirme hem dezenfeksiyon için kullanılır. Endosonik terimi, Martin ve Cunningham tarafından bulunmuştur.^(86, 87)

Endodonti’de US kullanım alanları; (a) kalsifiye kanalları bulma ve pulpa taşlarının çıkarılması, (b) kanal içi tıkanıklıkların giderilmesi, (c) irrigasyon solüsyonlarının etkisinin arttırılması, (d) GP’nın kondensasyonu, (e) mineral trioksit agregatın (MTA) yerleştirilmesi, (f) cerrahi endodontik tedavide kök ucu kavitesinin hazırlanması ve kök ucu obtürasyon materyalinin yerleştirilmesi, (g) kök kanal şekillendirilmesi.

GP kondensasyonunda US olarak aktive edilen uç, GP'yı uygulanabilir akışkanlığa getirmek için kullanılmaktadır. Bazı *in vitro* çalışmalarda, bu yöntemin GP'nin sızdırmazlık özellikleri ve yoğunluğu bakımından geleneksel lateral kondensasyon yönteminden üstün olduğu gösterilmiştir.⁽⁸⁸⁻⁹¹⁾ Doğrusal olarak titreşen ve ısı üreten, böylece GP'yi akışkan hale getiren US uçlar, boşlukların sayısında ve boyutunda azalma ile daha homojen bir kütle elde etmekte ve kök kanal sisteminin 3B doldurulmasını sağlamaktadır.⁽⁹¹⁾ Bu teknik ayrıca klinik olarak olumlu sonuçlarla değerlendirilmektedir.⁽⁹²⁾

Güta perkanın US ile termoplastize edilmesi için bir dizi protokol tarif edilmiştir: (a) ana konun US ile termoplastize edilmesi ve ardından soğuk lateral kondensasyon ⁽⁸⁸⁾, (b) bir veya iki GP ile lateral kondensasyonun ardından US kullanımı ⁽⁹³⁾, (c) her 2 GP yerleştirilmesinden sonra US kullanımı ⁽⁹¹⁾, (d) her bir GP'dan sonra US kullanımı ^(90, 94).

Kök kanal dolumu yapılırken US uç ile pat gönderildiğinde; 3B sızdırmaz bir kanal dolumunun sağlanabilirliği ile ilgili çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

US uçlar kullanılarak yapılan sıcak lateral kondensasyon da kök kanalının çalışma boyunun kontrolünün sağlanması ve 3B olarak doldurulabilmesi avantajlarına sahiptir.⁽⁹¹⁾ US aktivasyon sırasında ısı üretildiği ve aktivasyon durduğunda US ucun hızla soğuduğu görülmüştür.⁽⁹⁰⁾ Isı taşıyıcının (US yayıcı) boyutu, kök kanalının çapına uyacak şekilde seçilmeli ve kök kanalının eğrilğine uyacak şekilde kavisli olmalıdır.GP, US ünite ile etkinleştirildiğinde US uca yapışmaz.⁽⁸⁸⁾ Ayrıca, ünite tarafından en düşük güç ayarında üretilen sıcaklık, GP soğurken daha az hacimsel değişikliğe neden olabilir.⁽⁹⁵⁾ Ancak, US uç kanalda kullanılırken termoplastikleşme elde etmek için yaklaşık 10 sn kanalda kalmalıdır, 10 sn'den fazla kanalda bırakmak, kök yüzeyine zarar veren ısı artışlarına neden olabilir.^(90, 94)

US cihazlar kök kanallarında irrigasyon solüsyonlarını aktifleştirmek için de kullanılabilir. Sonik ve US cihazlar bu yönüyle karşılaştıracak olursa; US cihazlar (30 kHz) prensip olarak sonik cihazlardan (160–190 Hz) daha yüksek frekanslarda çalışmaktadır. US aktivasyonun sonik aktivasyona göre önemli ölçüde daha fazla debris ortadan kaldırdığı Sabin ve ark. çalışması ile doğrulanmaktadır.⁽⁹⁶⁾ Prensip, daha yüksek frekans daha yüksek akış hızı ile sonuçlanır.⁽⁹⁷⁾ Ek olarak, ucun salınım genliği arttıkça akış hızı da artar.⁽⁹⁷⁾ Bununla birlikte sonik olarak aktive edilmiş ucun

salınım genliği yaklaşık 1 mm iken kök kanalının apikal çapı 0,5 mm'den küçüktür, bu da uç ile kök kanal duvarı arasında geniş duvar teması anlamına gelir. Bu, sonik ucun serbest salınımını engeller, irrigasyonun⁽⁹⁷⁾ etkin akışını ve sonuç olarak irrigasyonun aktivasyonunu azaltır.

Tüm bu sonuçlara rağmen sonik sistemin de US sisteme göre bazı avantajları vardır. Salınım noktaları plastik benzeri bir malzemeden yapılmıştır, kök kanal duvarı ile temas ettiğinde durmaz ve kök kanalını deforme edemez, bu nedenle kavisli kök kanallarında güvenle kullanılabilir. US enerji kullanılırken yüksek frekanslı dalgalanmalar oluşur fakat bu enerji daha az kullanılabilir bir enerjidir. Sonik teknolojiye ise yaklaşık 60 kat daha yüksek amplitude oluşmaktadır.⁽⁹⁸⁾ Sonik teknolojiye esnek, kesici olmayan polimer çalışma uçları kullanılmaktadır. Bu şekilde anatomiye daha sadık kalındığı düşünülmektedir.⁽⁹⁹⁾ Öte yandan US uçlar çoğunlukla metal alaşımlardan yapılmıştır ve aktif kesme uçlarına sahiptir. Böylelikle kesici uca sahip olan bir US, kanal içine girdiğinde dentini kesebilir. Bu yüzden US kullanımında, sonik aktivasyona göre uçların kırılması, apikal perforasyon ve apikal transportasyon daha sık gözlenir.⁽¹⁰⁰⁾ Bu avantaj ve dezavantajlar dikkate alınarak vakaya uygun seçim yapılmalıdır.

Sonik ve US sistemler irrigasyon aktivasyonu ve GP kondensasyonu için sıklıkla kullanılsa da kök kanal patının gönderilmesi sırasında hangi sistemin daha etkili olduğu ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

2.6. Endodonti ve Lentülo

Endodontik tedavi sırasında kök kanal patlarının ve kanal içi ilaçların kök kanal sistemine etkin şekilde uygulanması için kullanılan, döner aletlere takılan ince spiral şeklinde telden oluşan eğelerdir. Apikal uç çapına göre #25, #30, #35, #40 gibi numaralara sahiptir. Uluslararası Diş Hekimliği Federasyonu (FDI) ve Uluslararası Standardizasyon Kurulu'sunun (ISO) yaptığı sınıflandırmaya göre lentülo spiral eğeler Grup 2 el aleti sınıfındadır.⁽¹⁰¹⁾ Paslanmaz çelikten üretilmiştir. Yivli yapısı sayesinde kanalın iç yapısı ile uyumludur. Kök kanal dolum patının kanal içine hava kabarcığı oluşmadan gönderilmesini sağlar. Gövde sonundaki güvenlik yivi eğenin kırılma tehlikesini azaltır.



Şekil 2.3. #25- #40 numara lentülo spiral eğe seti

2.7. Endodonti’de Kullanılan Görüntüleme Yöntemlerinden Bazıları

2.7.1. Ağız İçi Periapikal Radyografi

2B konvansiyonel radyografiler, 3B bir nesnenin 2B görüntülenmesini sağlar ve diagnostik muayenelerin çoğunda yeterlidir. Birincil kullanım amaçları; çürükleri, periodontal ve periapikal hastalıkları ve diğer osseöz durumları ortaya koymak, dişlerin ve destekleyici kemiğin iç yapısı hakkında bilgi sağlayarak klinik muayeneyi desteklemektir. Geleneksel radyografinin önemli kısıtlamalarından biri, incelenmek istenilen nesneyi gizleyen üst üste binen yapıların olmasıdır. Esas olarak pulpa ve kök kanal morfolojisinin, interdental bölgede alveolar kemik durumunun, periapikal patolojinin ve kron/kök kırıklarının tespiti ve incelenmesi için kullanılır. Özellikle klinik Endodonti’de kök kanal morfolojisinin, kalsifikasyonların, eğriliklerin, periapikal lezyonların ve çalışma uzunluğunun belirlenmesi; KKT sonrası iyileşmenin takibi gibi durumlarda oldukça yararlıdır.⁽¹⁰²⁾

Radyografilerde dişin çevredeki anatomik yapılarla ilişkisi tam olarak değerlendirilememektedir ve bu da tanısal performansını sınırlamaktadır.⁽¹⁰³⁾ Dental yapılar mezial-distal ve apikal-koronal planda görüntülenebilir; ancak bukkal-lingual düzlemi değerlendirmek her zaman mümkün değildir.⁽¹⁰⁴⁾ Dişleri çevreleyen anatomik yapılar üst üste binerek arka plan gürültüsüne neden olur; bu durum

periapikal radyografilerin yorumlanmasında zorluklara yol açabilir. Bunun yanında 2B radyografiler, gerçekte var olan kemik yıkımı düzeyini objektif olarak değerlendiremeyebilir. Yumuşak doku ile sert doku arasındaki ilişkiyi tam olarak ortaya koyamayabilir. Bu nedenle daha detaylı inceleme gerektiren durumlarda alternatif görüntüleme yöntemlerinden faydalanmak önemlidir.

2.7.2. Endodonti’de Elektron Mikroskobu (EM)

EM görüntü oluşturmak için ışıktan daha çok elektronları kullanan bir mikroskoptur. EM ışık mikroskopuyla (IM) karşılaştırıldığında birçok avantajının olduğu görülür. EM’de IM’nin aksine aydınlatma kaynağı olarak ışık yerine vakum içinde hızlandırılmış elektron demeti kullanılır. IM’de genellikle boyanmış preparatlar ışığın, örneğin içinden geçmesi yolu ile incelenerek, tıp, bilim ve mühendislik gibi birçok alanda kullanılır. Ancak, atom gibi çok küçük cisimcikleri görmemiz için gerekli olan yüksek büyütme veremezler. EM ise; yüksek büyütme yapar. Büyük bir alan derinliğine sahiptir, yani yüksek rezolüsyonlu görüntüler oluşturur. Görüntünün kalitesi, netliği ve detay zenginliği rezolüsyona bağlıdır ki IM’nin rezolüsyon gücü 0,5-1 μ iken EM’de bu oran 2-20 Å’dur.⁽¹⁰⁵⁾

İlk EM Knoll ve Ruska tarafından Almanya’da geliştirilmiştir. EM’nin, Transmission Electron Microscopy (TEM) ve Scanning Electron Microscopy (SEM) olmak üzere 2 temel tipi vardır. Daha az kullanım alanına sahip Scanning Transmission Electron Microscopy (STEM)’de üçüncü tipi olarak bilinmektedir.⁽¹⁰⁵⁾

SEM: Biyolojik botanik, hücre biyolojisi, tıp (Adli Tıp, anatomi, mikrobiyoloji, biyokimya, fizyoloji, toksikoloji, patoloji), madde bilimleri ve yer yüzü bilimlerinden elde edilen örnekleri 100.000 kez büyütürken yüzey yapılarını görüntüleyerek yüzeyde meydana gelen farklılıklar değerlendirilir. 3B hayali bir görüntü oluşturur. Her geçen gün geliştirilen özellikleri ile SEM, IM’den 300 defa daha fokus derinliğine ve 20 ile 100.000 arasında net görme oranına sahiptir.⁽¹⁰⁵⁾

TEM: Biyoloji, tıp, madde bilimleri ve yer yüzü bilimlerinden elde edilen örnekleri 600.000 kez büyütürken iç yapılarını görüntüler.⁽¹⁰⁵⁾

STEM: Hem TEM hem de SEM’in özelliklerine sahiptir. Örnekte atomik elementlerin yayılımı ve varlığını saptamada ve elektron demetlerinin ince örnekleri delerek taranmasında kullanılır. Bu yüzden başlıca kullanım alanı analizlerdir.⁽¹⁰⁵⁾

2.7.3. Endodonti’de Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

Kök kanalının morfolojisini incelemek için periapikal radyografi, stereomikroskopi, cerrahi mikroskopi, diseksiyon mikroskobu, plastik kasetler, boyama, temizleme, EM, KIBT dahil olmak üzere çeşitli yöntemler uygulanmaktadır.⁽¹⁰⁶⁻¹¹⁹⁾

Bu yöntemlerden geleneksel periapikal radyografi yaygın olarak kullanılmasına rağmen 2B görüntü elde edilmesi nedeni ile kök kanal anatomisi yeterli şekilde incelenememektedir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), maksillofasiyal iskeletin 3B görüntülerini elde etmek için özel olarak tasarlanmıştır. KIBT; odontojenik ve nonodontojenik lezyonların patolojisinin teşhisi, kök kanal morfolojisinin ve alveolar kırıkların değerlendirilmesi, iç ve dış kök rezorbsiyonunun analizi ve kök ucu ameliyatlarında cerrahi öncesi planlama için güncel olarak kullanılmaktadır.⁽¹²⁰⁾

KIBT görüntüleme, dişlerde ek kanalların tespit edilmesi de dahil olmak üzere çeşitli amaçlar için endodontik kullanımda önem kazanmıştır.^(112, 121) Matherne ve ark.⁽¹¹²⁾ kök kanal sistemini belirlemede KIBT’nin klinik kullanımını önermiştir. Bu nedenle, bu teknolojinin midmeziyal kanalları ve isthmusu tespit etme etkinliğini araştıran çalışmalar güncel hale gelmiştir.

KIBT, komşu anatomik yapıların üst üste binmesini ve distorsiyonunu azaltırken, yüksek çözünürlüklü 3B görüntülemeyle kök kanal anatomisini incelemek için tercih edilen bir araçtır. Dahası, güvenilir bir tıbbi görüntüleme tekniği olarak, nispeten daha kısa tarama süresi ve daha az radyasyon, KIBT’nin klinik uygulamalar ve *in vivo* dental anatomi çalışmaları için kullanılmasına izin vermektedir.^(112, 113) Endodonti’de KIBT, yalnızca ilgilenilen bölgenin 3B değerlendirmesini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda diş ve çevreleyen alveolar anatominin ayrıntılı analizine de izin vermektedir.

Klinisyenler dişlerde var olan enfeksiyonunu yönetirken, KKT başarısızlığında diş anatomisini daha iyi incelemek ve terapötik hedefe daha iyi ulaşmak için KIBT gibi ek görüntüleme teknolojilerinin kullanımı önerilmektedir.^(109, 110, 112, 116-119, 122, 123) KIBT sayesinde, dişler *in vivo* aksiyal, sagittal ve koronal düzlemlerde değerlendirilebilir. Üst üste binme nedeniyle 2B radyografilerde görülemeyen kök kanallarının morfolojileri, örneğin isthmuslar tespit edilebilir. Yüksek çözünürlüğe sahiptir ve *in vivo* çalışmalarda da kullanılabilir.⁽¹²⁴⁾

Bunun yanında KIBT'nin birtakım dezavantajları da mevcuttur. KIBT'nin görüntü kalitesi ve tanısal doğruluğu, mine ve radyopak malzemeler gibi yüksek yoğunluklu yapıların neden olduğu saçılma ve ışın sertleşme artefaktlarından etkilenir.⁽¹²⁵⁾ Saçılan radyasyon kontrastı azaltır ve yumuşak dokuların görüntülenmesini sınırlar. Bu nedenle, KIBT esas olarak sert dokuların görüntülenmesi için daha uygundur.⁽¹²⁶⁾ Aynı zamanda KIBT için tarama süreleri 15-20 sn'dir. Bu süre hastanın tamamen hareketsiz kalması açısından uzun bir süredir. Bu ve bunun gibi durumlar göz önünde bulundurularak vakaya uygun görüntüleme yöntemi seçilmelidir.

2.7.4. Endodonti'de μ BT

Bir endodontistin kök kanal sistemlerinin 3B morfolojik özelliklerini ve KKT sırasındaki değişiklikleri tam olarak bilmesi çok önemlidir. En iyi endodontik tedavi, dişlerin anatomisinin en iyi anlaşıldığı durumlarda yapılabilir.

Literatürde periapikal radyografi ve KIBT'nin yanı sıra, μ BT kullanılan çalışmalar da bulunmaktadır.⁽¹¹⁷⁾ 3B görüntüleme teknikleri kök kanal anatomisinin detayları hakkında doğru bilgi sahibi olmayı sağlar.⁽¹²⁷⁾

μ BT, KIBT'nin kompakt formudur; fakat daha yüksek çözünürlüğe sahiptir.⁽¹²⁸⁾ 3B modeller üzerinde çalışılabilmesi ve tarama sonrasında örneklerin karşılaştırılması gibi avantajları nedeniyle μ BT sıklıkla tercih edilmektedir.⁽¹²⁹⁻¹³¹⁾ Taramaların uzun sürmesi ve sonrasında da modelleme ve analiz aşamalarında teknolojik bilgi ve beceri gereksinimi olması, μ BT'nin rapor edilen dezavantajları arasında yer almasına rağmen; günümüzde μ BT tekniği sıklıkla kullanılmakta olup, en güvenilir teknikler arasında sayılmaktadır.⁽¹²⁹⁾

μ BT'nin en büyük avantajlarından biri, taramayı tekrarlama ve belirli yazılımı kullanarak görüntüyü değerlendirme imkanındır. μ BT görüntüleme sistemi, osteo-iletken biyomalzemelerin mikro-yapısal analizi ve diş dolguları ile diş sert dokusu arasındaki ara yüz değerlendirmesi gibi farklı araştırmalarda kullanılmıştır.⁽¹³²⁾ μ BT inceleme yöntemi; kök kanalı, dentin, mine, kökün iç ve dış anatomisi gibi tüm dental yapıları tarayabilir.

μ BT analizinin diş hekimliği araştırmalarında çok çeşitli uygulamalarda faydalı olduğu kanıtlanmıştır. Diş, kemik ve implant gibi yapıların hem kalitatif hem de kantitatif analizinin yanı sıra yüksek çözünürlüklü görüntülenmesini sağlayabilir. μ BT

sistemlerinin daha da geliştirilmesi ile, hem *in vitro* hem de *in vivo* çalışmalarda araştırma yöntemi olarak tercih sebebi olabilir.⁽¹³³⁾

μ BT, mekanik şekillendirmeye uzaklaştırılan kök kanalı mineralize dokularının tanımlanmasına ve ölçülmesine izin verirken, kalan (mineralize olmayan) pulpa dokusunun miktarı genellikle histolojik kesitlerde değerlendirilir. μ BT teknikleri X-ışınlarının nüfuz etme gücü nedeniyle, radyasyonu güçlü bir şekilde emen numunelerin ve dokuların 3B haritasını çıkarır.^(134, 135)

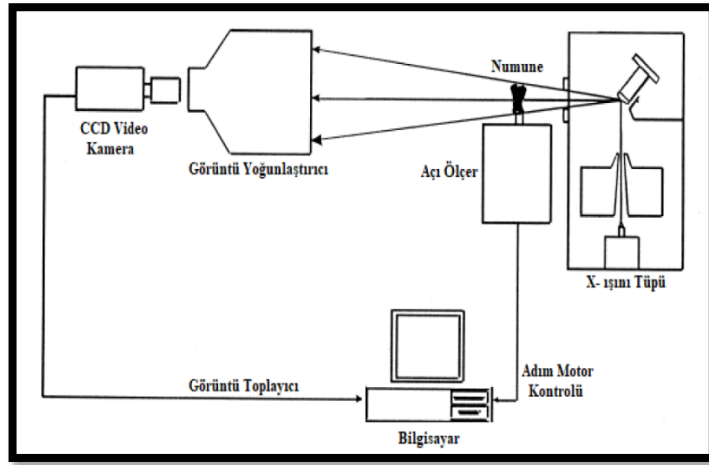
Farklı değerlendirme yöntemleri kullanılarak kök kanal dolgularının kalitesi ile ilgili çeşitli materyaller ve teknikler araştırılmıştır.⁽¹³⁶⁻¹³⁹⁾ Yeni görüntüleme teknolojilerinin geliştirilmesi, bu güncel konu hakkında yeni anlayışlar sağlama potansiyeline sahiptir. Örneğin; μ BT, kök kanal dolgularının kalitesi ile ilgili yeni değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunmuştur.⁽¹⁴⁰⁾ μ BT; yeniden yapılandırılmış, nano boyutlu kesitlerin çok daha küçük bir ilgi alanına odaklanması dışında KIBT'ye benzemektedir. Kök kanalları ve periodontal ligament gibi hassas yapıların hem nicel hem de nitel değerlendirmeleri mükemmel görüntüleme teknikleri gerektirir.⁽¹⁴¹⁾ Bu amaçla, genellikle küçük vokselle boyutlarıyla elde edilen yüksek çözünürlüklü görüntülere ihtiyaç vardır.⁽¹⁴²⁻¹⁴⁴⁾ μ BT tarayıcılardaki vokselle boyutu 5 ila 50 μ m arasında değişir⁽¹³³⁾ ve bu tarz küçük vokselle boyutları; kök kırıkları, kök rezorpsiyonu ve kanallar arası ilişkilerin tanımlanmasında değerli olabilir.⁽¹⁴⁵⁾ Yine de kök kanal dolmuş boşluklarını değerlendiren çalışmalar, çoğunlukla görüntü çözünürlüğü, vokselle boyutu ve diğer ayarlar açısından standardizasyon eksikliği nedeniyle çok farklı sonuçlara ulaşmıştır. Bu nedenle standardizasyonu sağlamada, aksenel tarama adımlarının mesafesi operatörün amacına göre ayarlanabilir ve hem görüntü çözünürlüğünü hem de pozlama süresini değiştirebilir. Gerçekten de tarama adımlarının kısaltılması, daha uzun X-ışını maruziyetine yol açarken, daha yüksek çözünürlüklü görüntüler üretir.

Kök kanal sistemlerinin morfolojik özelliklerini incelemek için kullanılan geleneksel *in vitro* yöntemler genellikle dişe geri dönüşü zor olan zararlar verir. Numuneler üzerinde diş dizi kesitleri ve boya penetrasyonu gibi geri dönüşü olmayan değişikliklere neden olur. μ BT, kök kanal morfolojisini incelemek için noninvaziv bir yöntem sağlar. μ BT sistemlerinin mevcudiyeti ile kök kanal morfolojisi noninvaziv ve hassas bir şekilde incelenebilir. Bir μ BT taramasından büyük miktarda bilgi elde

edilebilir; dilimler herhangi bir düzlemde yeniden oluşturulabilir ve veriler 2B veya işlenmiş 3B görüntüler olarak incelenebilir. İç ve dış anatomi aynı anda veya ayrı ayrı gösterilebilir. Görüntüler niteliksel ve niceliksel olarak değerlendirilebilir.⁽¹⁴⁶⁾ Bu nedenle μ BT Endodonti’de sıklıkla kullanılan görüntüleme yöntemleri arasında yerini almıştır.

Kısaca özetlersek μ BT tekniğinin avantajları; (a) invaziv değildir⁽¹⁴⁷⁾, (b) sonuçlar tekrarlanabilir ve histolojik sonuçlarla karşılaştırılabilir⁽¹⁴⁷⁾, (c) kemik, diş sert dokuları, kalsifiye dokular ve kök kanal dolgu materyalleri gibi objelerin ayrımının μ BT ile mümkün olduğu ileri sürülmektedir⁽¹⁴⁸⁾, (d) dişin iç ve dış anatomisi eş zamanlı ya da ayrı ayrı olarak görüntülenebilmektedir⁽¹⁴⁸⁾, (e) görüntülerin kalitatif ve kantitatif olarak değerlendirmesi yapılabilmektedir.⁽¹⁴⁸⁾

μ BT yöntemi *in vitro* endodontik çalışmalarda sıklıkla tercih ediliyor olmasına rağmen, klinik uygulamaya henüz uygun değildir ve *in vivo* çalışmalara uygun μ BT tekniklerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.⁽¹⁴⁹⁾



Şekil 2.4. μ BT'nin şematik görüntüsü

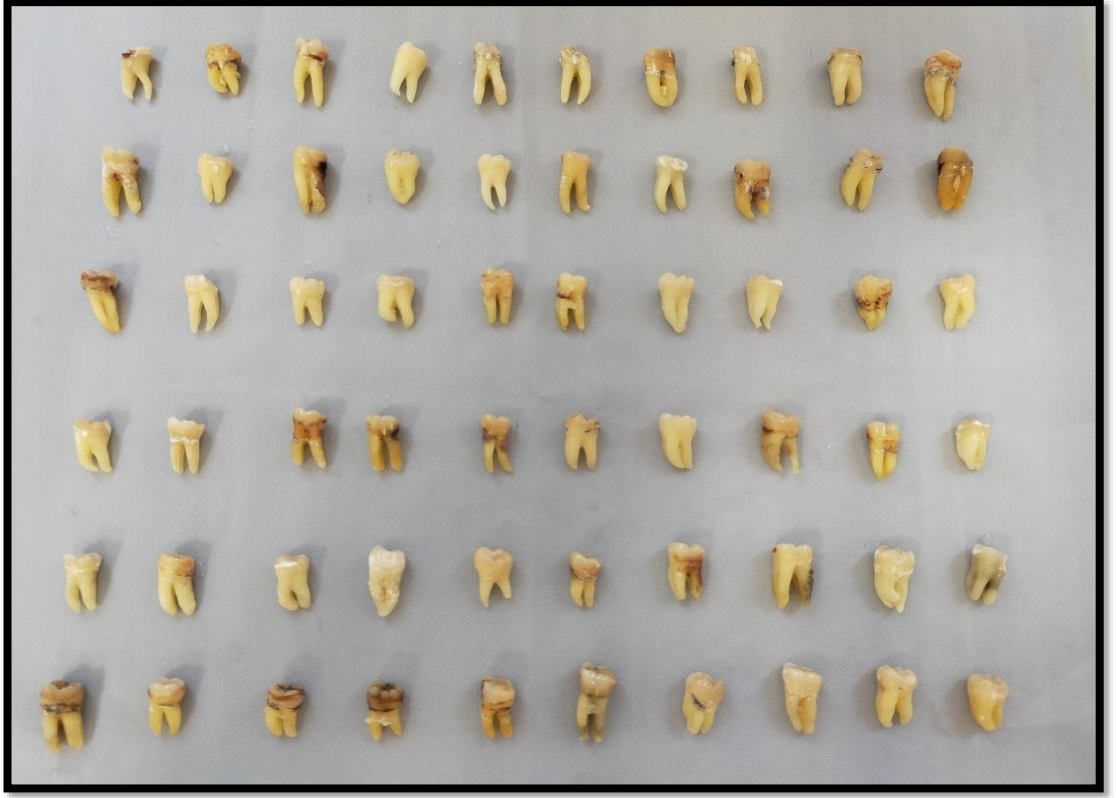
3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 2012-KAEK-20 karar numarası ile onaylanmıştır. Çalışmanın deney aşamaları Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda, µBT tarama aşamaları ise Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda hizmet alımı ile gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışmasının sıfır hipotezi" *Kök kanal patının farklı uygulama yöntemlerinin kanal dolumu homojenitesine etkisi yoktur.* "şeklinde belirlenmiştir.

3.1. Örneklerin Seçilmesi

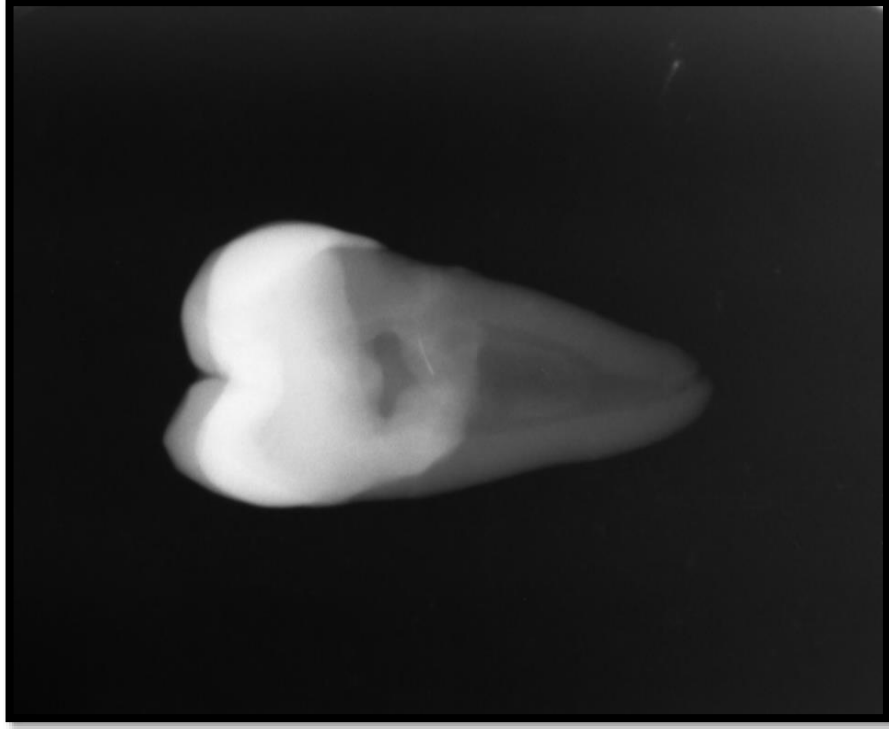
Bu çalışmada yaş grubuna ve cinsiyete bakılmaksızın apikal gelişimini tamamlamış, fraktür veya çatlağı olmayan, KKT'si yapılmamış, kök kısmında çürüğü olmayan periodontal ve/veya başka nedenlerle çekilmiş 36 adet al çene büyük azı insan dişi kullanıldı (Şekil 3.1.). Kök kırığı, çürüğü veya çatlağı olan dişler çalışmaya dahil edilmedi. Çalışmada kullanılacak diş sayısı f-test ailesinin kullanımı ve 2 bağımsız ortalama arasındaki farkın ardından, 0,5 alfa tipi hata ve 0,9578 beta güç (ANOVA: Sabit efektler, ana efektler ve etkileşimler) kullanılarak minimum örnek sayısı 8,5 olarak belirlendi. Bu çalışmada her grup için 9 örnek seçildi. Dişler üzerindeki doku artıkları bir spanç ve periodontal küret ile akan su altında temizlendi. Dişler çalışma sürecinde distile suyun içerisinde bekletildi. Seçilen dişlerin distal kökleri rezeke edildikten sonra mesio-distal yönde periapikal radyografiler alındı (Şekil 3.2.); kalsifikasyonu olan, daha önce KKT'si yapılan ve açık apeksli dişler çalışmaya dahil edilmedi.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılmak üzere seçilmiş dişler



Şekil 3.2. Distal kökleri rezeke edilen dişlerin periapikal radyografilerinin alınması



Şekil 3.3. Periapikal radyografisi alınmış diş örneklerinden rastgele seçilmiş örnek

3.2. Örneklerin Hazırlanması

Dişlerin distal kökleri su soğutması altında bir fissür frez (G&Z Instrumente GmbH, Avusturalya) yardımı ile uzaklaştırıldı. Distal kökleri rezeke edilen dişlerin periapikal radyografileri çekildikten sonra kronları da mine sement sınırı seviyesinde yine hava su soğutması altında elmas bir disk (G&Z Instrumente) ile meziyal köklere zarar gelmeyecek şekilde uzaklaştırıldı (Şekil 3.3.). Kanal devamlılığı, 10 numaralı K-tipi eğe (Jensen JP-1, Shenzhen Rogin Medical, Çin) apekten görünene kadar ilerletilerek kontrol edildi. Çalışma boyu kanal boyundan 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi.



Şekil 3.4. Distal kökü ve kronu uzaklaştırılmış diş

3.3. Hazırlanan Örneklerin μ BT’de Taranması

Görüntüler yüksek çözünürlüklü μ BT cihazı (Bruker Skyscan 1272, Kontich, Belçika) kullanılarak tarandı ve 16 μ m/piksel boyutuna sahip görüntüler elde edildi. Kamera piksel boyutu 7,4 μ m, kaynak voltajı 95 kV, kaynak akımı 105 mA ayarlandı. 0,11 mm Cu filtre kullanıldı, ışınlama süresi 3200 ms olarak ayarlandı. Kamera-kaynak mesafesi 173 mm, obje-kaynak mesafesi 101 mm olarak belirlendi.



Şekil 3.5. Bruker Skyscan 1272 μ BT cihazı

3.4. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Tüm örnekler, kök kanal şekillendirilmesi sırasında elle uygulanan kuvveti standardize etmek için mine sement sınırına kadar olacak şekilde aljinata gömüldü (Şekil 3.6.-3.7.). Örnekler aljinata gömülmeden önce kök ucundan kanal içine aljinat girişini önlemek için kök uçları mum ile kapatıldı.



Şekil 3.6. Deney düzeneği



Şekil 3.7. Deney düzeneğinin üstten görünüşü

Örneklerin kök kanal şekillendirmesi T-Endo MUST *m*25 (Şekil 3.8.) (Öncü Dental, Ankara, Türkiye) ile gerçekleştirildi. Şekillendirme eğeleri her örnekte bir eğe kullanılarak tamamlandı. Şekillendirme esnasında kanal içi irrigasyonda %5 sodyom hipoklorit (NaOCl) kullanıldı. Final irrigasyon 3 mL %5 NaOCl, 3 mL distile su ve 3 mL %17 etilendiamintetraasetik asit (EDTA) (Endosolition, Öncü Dental) solüsyonu ile Endoaktivatör kullanılarak yapıldı. Solüsyonların etkisini nötralize etmek için kanallar tekrar 3 mL distile su ile yıkandı. Kanallar paper point (Diadent; 06,25 numara, Amerika) ile kurulandı. Şekillendirme işlemi biten örnekler rastgele 4 ana gruba ayrıldı.



Şekil 3.8. Şekillendirmede kullanılan T-Endo MUST m25 kanal eğesi

Grupların dağılımı aşağıdaki gibidir:

Grup 1 (Ana Kon GP Grubu) (n=9)	Kök kanal dolumu sırasında tek kon GP'nın pata bulanarak kanala gönderilmesi
Grup 2 (Sonik Grubu) (n=9)	Kök kanal dolumu esnasında Endoaktivatör ile kanal patı gönderilmesi
Grup 3 (Lentülo Spiral Eğe Grubu) (n=9)	Kök kanal dolumu esnasında lentülo spiral eğe ile kanal patı gönderilmesi
Grup 4 (Ultrasonik Grubu) (n=9)	Kök kanal dolumu esnasında ultrasonik uç ile kanal patı gönderilmesi

Şekil 3.9. Dişlerin rastgele dört gruba ayrılması

3.5. Kök Kanallarının Doldurulması

3.5.1. Grup 1: Kök kanal dolumu sırasında tek kon GP'nın pata bulanarak kanala gönderilmesi

Bu gruptaki şekillendirme ve final irrigasyonu tamamlanan dişlerin kök kanalları kâğıt kon yardımı ile kurulandı. AH Plus kanal patı (Şekil 3.10.) (Dentsply Sirona, Almanya) 2 tüp halinde olup 1:1 oranında karıştırma pedinin üzerinde homojen bir kıvam elde edilinceye kadar karıştırıldı. Bu oran endodontik cetvelle 2x5 mm olacak

şekilde ölçülerek belirlendi. Apikal genişletme çapına uygun GP (Şekil 3.9.) (T-Endo 25/06, Dentac, Türkiye), kanal patına bulandı ve penetrasyonu arttırmak için ilk olarak saatin tersi yönünde çevresel hareketlerle ve kanal içinde ileri geri hareketlerle uygulandı. Son olarak bir miktar daha kanal patına bulanan GP kök kanalına yerleştirildi. Kanal ağızlarındaki artık pat pamuk pelet yardımı ile temizlendi, fazla olan GP'ler güta kesici (C-Blade gutta cutter, made by COXO, Çin) yardımı ile uzaklaştırıldı. Kanal ağızları rezin cam iyonomer simanla (Rubydent, İnci Dental, Türkiye) kapatıldı ardından ışık cihazı (Woodpecker Dental LED, Çin) kullanılarak 20 sn ışık uygulandı.



Şekil 3.10. Kanal dolumunda kullanılan GP



Şekil 3.11. Kanal dolumunda kullanılan AH Plus kanal patı

3.5.2. Grup 2: Kök kanal dolumu esnasında Endoaktivatör ile kanal patı gönderilmesi

Şekillendirilmesi ve final irrigasyonu tamamlanan dişler Grup 1’de olduğu gibi kâğıt kon ile kurutuldu. Grup 1 için hazırlandığı şekilde kök kanal patı hazırlandı ardından bir Endoaktivatör (Şekil 3.12.) (aktivatör tip 5x, medium 25/04) (Dentsply,Amerika) yardımıyla kanal patı kök kanalına gönderildi. Endoaktivatör ucu (Şekil 3.11.) çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde ayarlandı, Endoaktivatör kanal içinde çalıştırıldı

ve kanal patı ileri geri hareketler ile 5 sn boyunca apikalden 2 mm kısa olacak şekilde kanalda hareketi sağlandı. Bu işlem 3 kere tekrarlandı. Ana kon GP (T-Endo 25/.06), karıştırılan AH Plus kök kanal patına bulanarak kök kanallarına yerleştirildi. Kanal ağzlarındaki artık pat pamuk pelet yardımı ile temizlendi, fazla olan GP'ler güta kesici yardımı ile uzaklaştırıldı. Kanal ağzları rezin cam iyonomer simanla kapatıldı ardından ışık cihazı kullanılarak 20 sn ışık uygulandı.



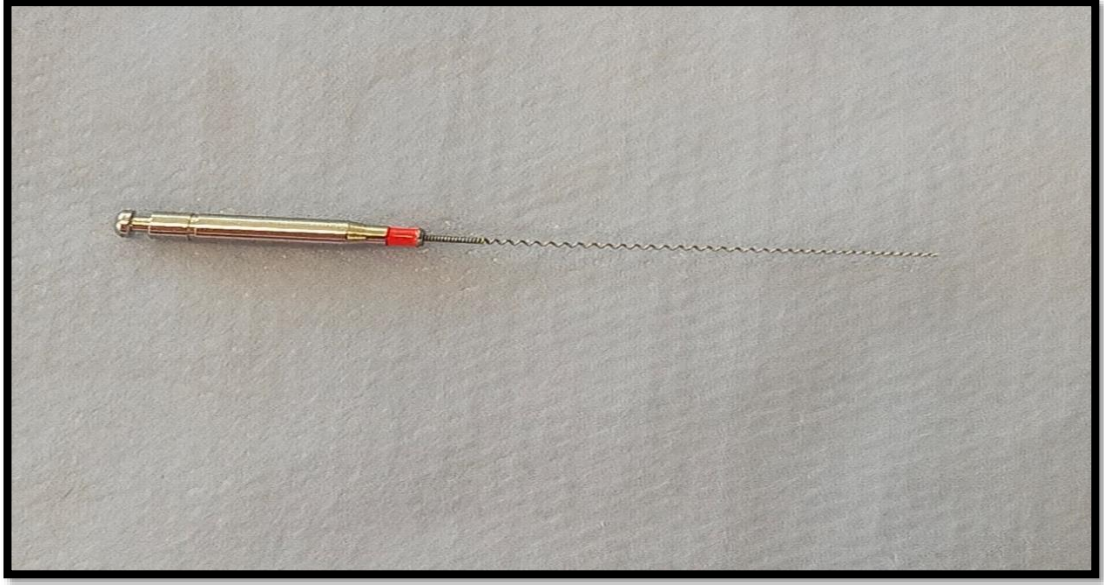
Şekil 3.12. #25 numara Endoaktivatör ucu



Şekil 3.13. Endoaktivatör

3.5.3. Grup 3: Kök kanal dolumu esnasında lentülo ile kanal patı gönderilmesi

Şekillendirme, final irrigasyon ve kurulumu işleminin ardından diğer gruplardaki gibi hazırlanan kanal patı, lentülo spiral eğe (Şekil 3.13.) (no:25, Golden Star Medical, Çin.) 20.000 rpm'de bir el aletine takılarak kök kanalına gönderildi. Lentülo spiral eğe çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde ayarlandı ve ileri geri hareketler ile 5 sn süreyle kanal içerisinde kullanıldı, çalışır pozisyonda yavaş bir şekilde kanaldan çıkarıldı. Bu işlem 3 kere tekrarlandı. Ana kon GP (T-Endo 25/.06) karıştırılan AH Plus kök kanal patına bulanarak kök kanallarına yerleştirildi. Kanal ağzlarındaki artık pat pamuk pelet yardımı ile temizlendi, fazla olan GP'ler güta kesici yardımı ile uzaklaştırıldı. Kanal ağzları rezin cam iyonomer simanla kapatıldı ardından ışık cihazı kullanılarak 20 sn ışık uygulandı.



Şekil 3.14. #25 numara lentülo spiral eğe

3.5.4. Grup 4: Kök kanal dolumu esnasında US uç ile kanal patı gönderilmesi

Şekillendirme, final irrigasyon, kanalların kurulanması işlemlerinin ardından kanal patı bu defa US uç (Şekil 3.14.) (ED60, Guilin Woodpecker Medikal, Almanya) yardımı ile gönderildi. Homojen şekilde hazırlanan kök kanal patı US uca bulanarak ileri geri hareketlerle 5 sn süreyle kanal içerisine gönderildi. US cihaz (Newtron P5 XS, Acteon, Amerika) çalışır bir biçimde, uç kanaldan yavaşça geri çekildi. Bu işlem 3 kere tekrarlandı. Ana kon GP (T-Endo 25/.06) karıştırılan AH Plus kök kanal patına bulanarak kök kanallarına yerleştirildi. Kanal ağzlarındaki artık pat pamuk pelet yardımı ile temizlendi, fazla olan GP'ler güta kesici yardımı ile uzaklaştırıldı. Kanal ağzları rezin cam iyonomer simanla kapatıldı ardından ışık cihazı kullanılarak 20 sn ışık uygulandı.

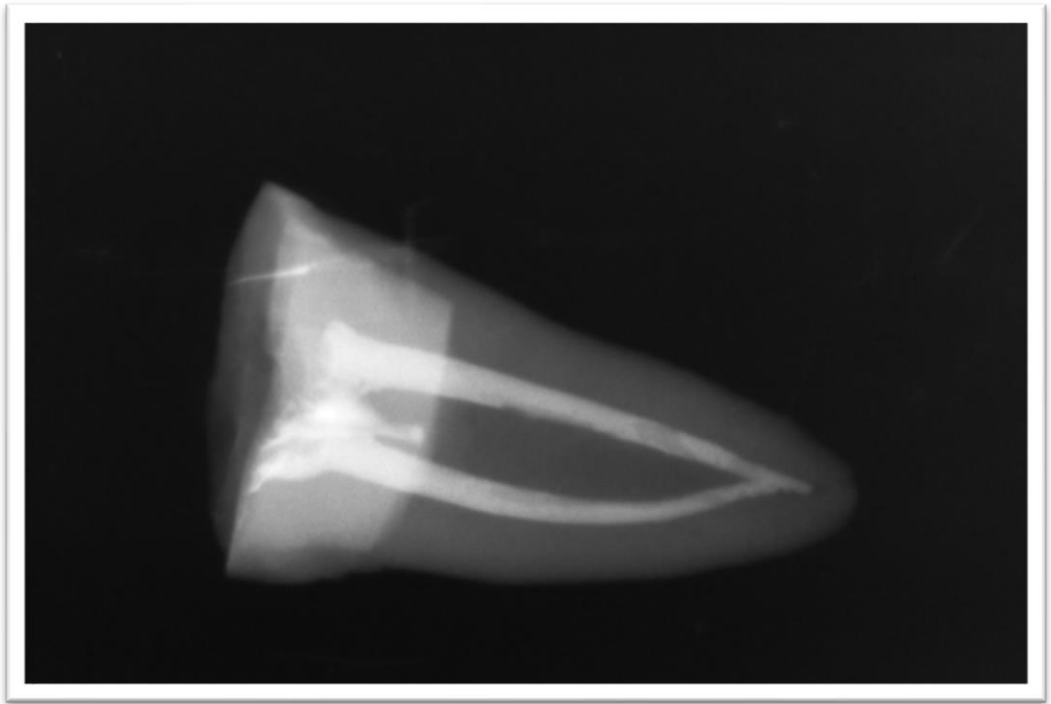
Tüm dişlerin kök kanal dolumu tamamlandıktan sonra dişler aljinattan çıkarıldı ve temizlendi. Kök kanal dolumu tamamlanan dişlerden kontrol amacı ile periapikal radyografiler alındı (Şekil 3.16.-3.17.-3.18.-3.19.). İkinci defa μ BT taramaya alınmadan önce dişler 37°C'de %100 nemli ortamda 1 hafta bekletildi.



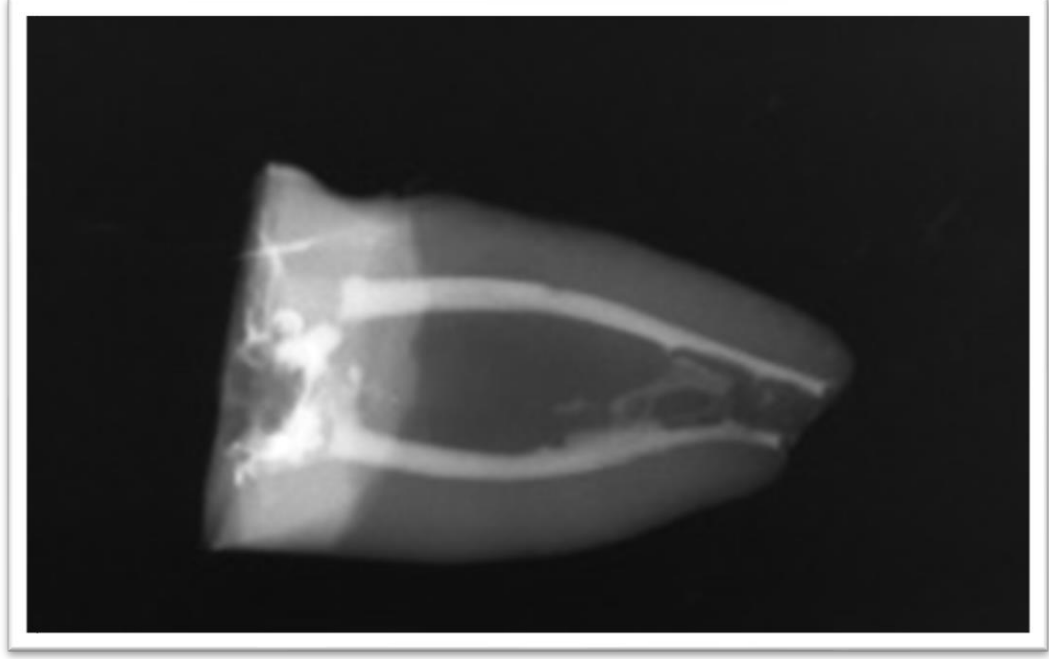
Şekil 3.15. VDW ED 60 US uç



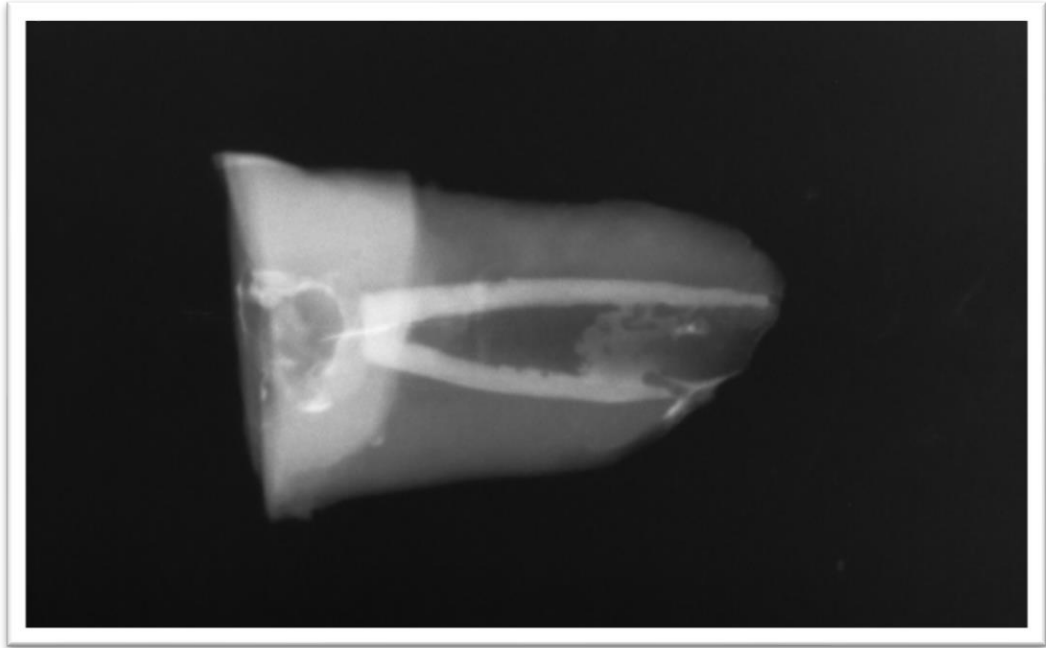
Şekil 3.16. Acteon- Newtron P5 XS Bledus US cihaz



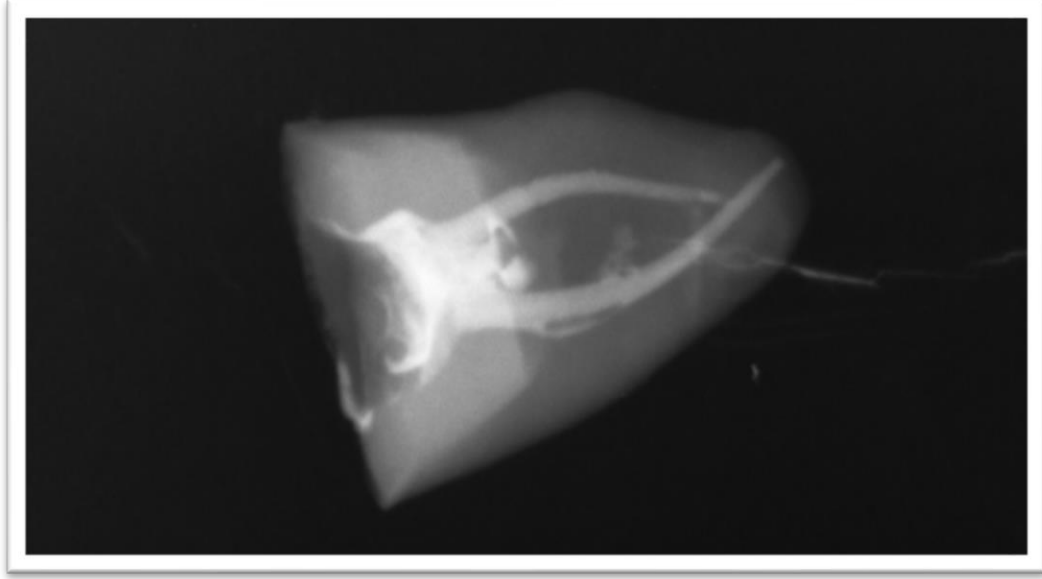
Şekil 3.17. Tek kon GP'nin pata bulanarak kök kanalına gönderilmesi sonucu dolumu yapılan diş örneklerinden bir tanesinin periapikal radyografi örneği



Şekil 3.18. Endoaktivatör ile kanal patı gönderilerek tek kon dolum yapılan diş örneklerinden bir tanesinin periapikal radyografi örneği



Şekil 3.19. Lentülo ile kanal patı gönderilerek tek kon dolum yapılan diş örneklerinden bir tanesinin periapikal radyografi örneği



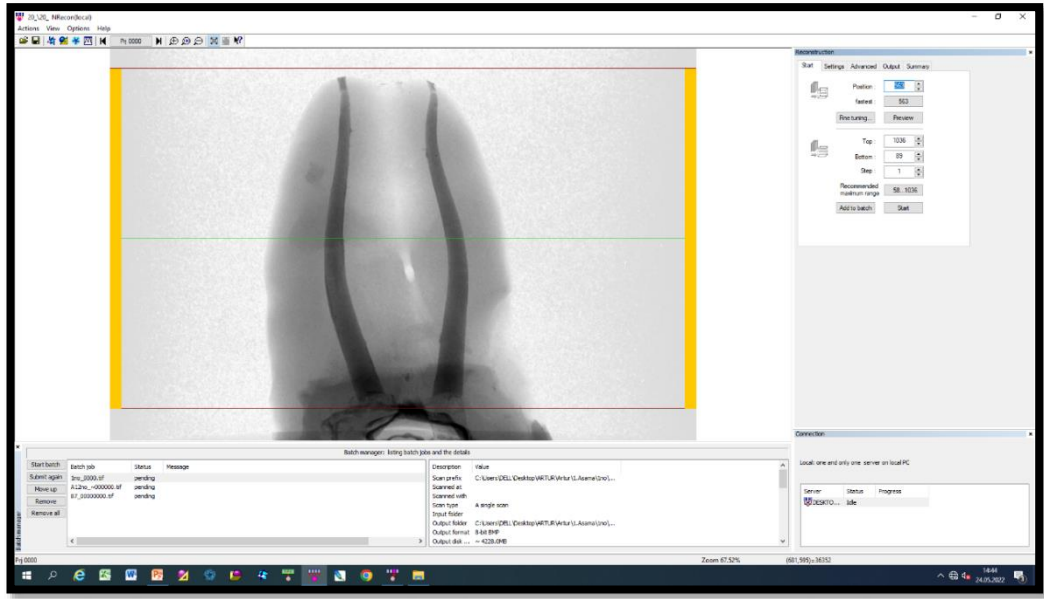
Şekil 3.20. US uç ile kanal patı gönderilerek tek kon dolum yapılan diş örneklerinden bir tanesinin periapikal radyografi örneği

3.6. Kök Kanal Dolumu Tamamlanan Örneklerin μ BT’de Taranması

Kök kanal dolumu tamamlanan örnekler μ BT cihazında taranmıştır. Kök yüzeylerinin ikinci kez taranmasında masa üstü tip Bruker Skyscan 1272 μ BT cihazı kullanılmıştır. Örnekler tarama için SkyScan1272 μ BT cihazına yerleştirilirken rotasyonel tarama sırasında örneklerin x-ışınlarının ulaştığı alan içerisinde kalmaları sağlamak için vertikal ve olabildiğince merkezi, açılma yapmadan sabitlenmesine dikkat edilmiştir. Dişlerin taranmasında 360 derece rotasyon kullanılırken, rotasyon adımı 0,600 derece olarak belirlenmiştir. Her bir örnekten yaklaşık olarak 13 mikron kalınlığında toplam 550-600 kesit görüntüsü 92 kV güç, 108 mA akımla, 0,11 mm bakır filtre kullanılarak 7.4 Mp kamera yardımıyla alınmıştır. Kesitlerden alınan DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) uyumlu görüntüler BMP (Bit Map Picture) formatına dönüştürülmüştür. Her bir kesit görüntüsünün çözünürlüğü 1632x1632 piksel ve piksel boyutu 13 mikron olarak elde edilmiştir.

3.7 μ BT Görüntülerinin Analiz İçin Hazırlanması

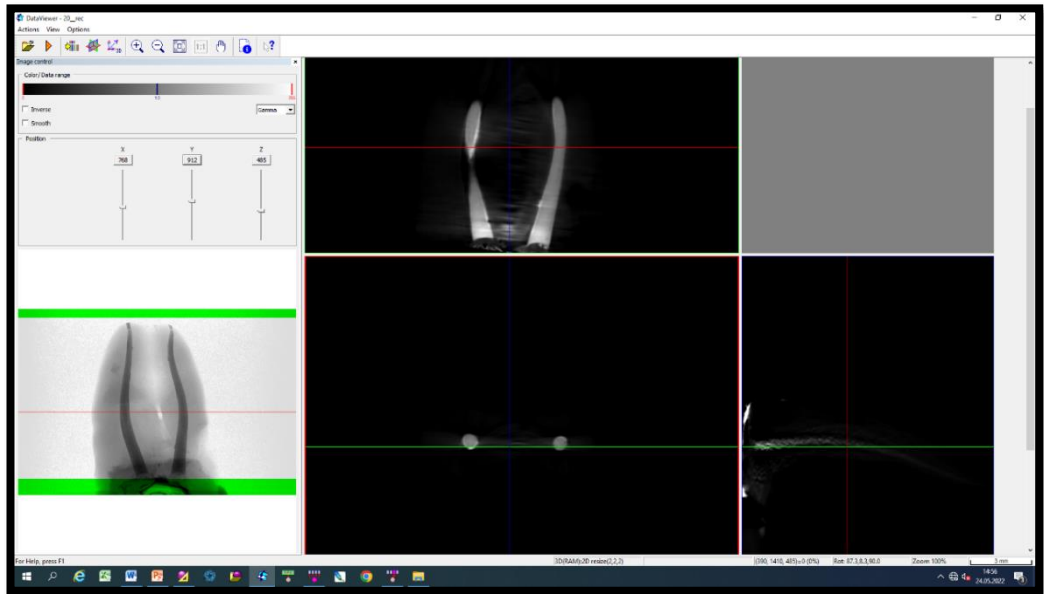
μ BT taraması sonrası elde edilen ham radyolojik görüntüler NRecon 1.7.5.4 (Bruker, μ BT) programında görüntü yumuşatma (Smoothing) 10 birim, halkasal görüntü hatalarının düzeltimi (Ring Artifact Correction) 16 birim, ve x ışını sertleştirme (Beam Hardening Correction) için %66 düzeltme oranı kullanılarak görüntü kirlilikleri ve radyolojik artefaktlar elimine edilmiştir (Şekil 3.21).



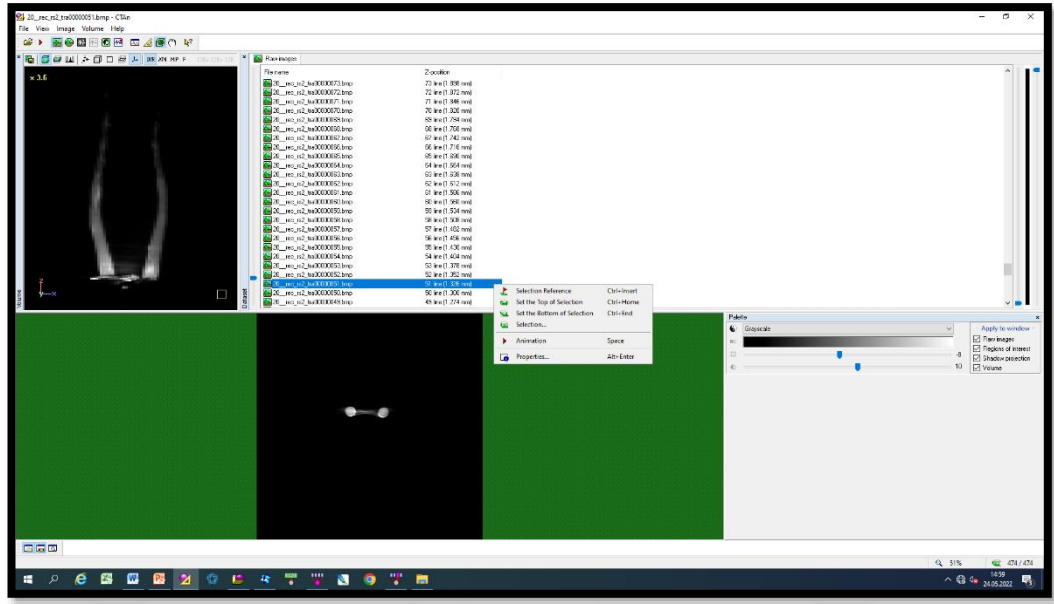
Şekil 3.21. NRecon 1.7.5.4. (Bruker, μ BT) programında görüntülerin analize hazırlanması

3.8 μ BT Görüntülerinin Analizi

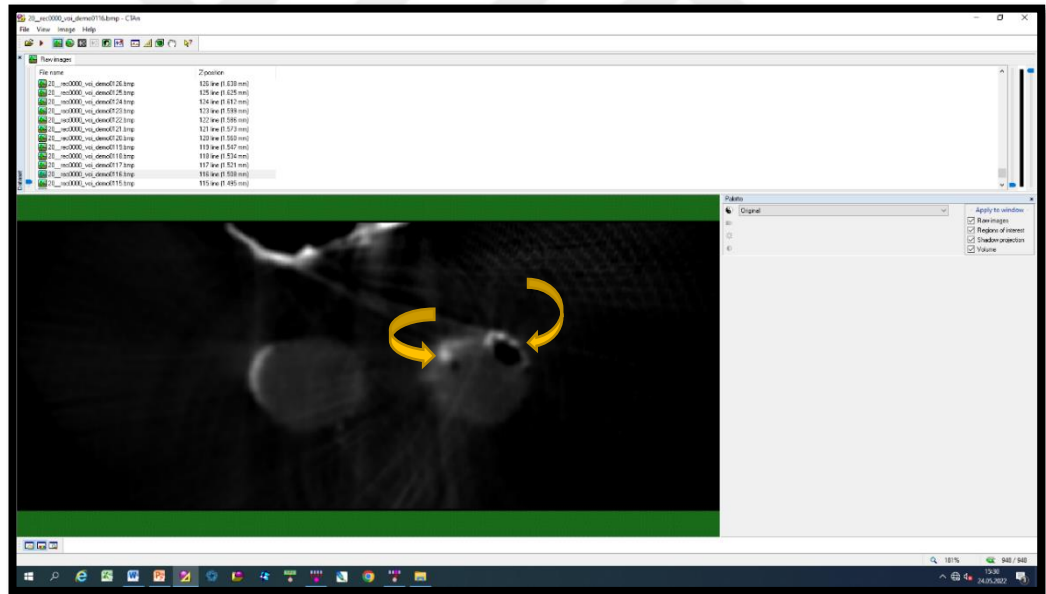
İşlenen görüntüler daha sonra SkyScan Dataviewer 1.6.0.0 64 bit (Bruker, μ BT) programı kullanılarak sagittal, transversal ve vertikal olarak uzayın her 3 düzleminde konumsal hataları giderilmiştir. Radyolojik görüntü alanları dışındaki gereksiz bölgeler uzaklaştırılıp görüntü boyutları küçültülerek bilgisayarda matematiksel analizin daha hızlı yapılabilmesine uygun hale getirilmiştir (Şekil 3.22). Bu aşamadan sonra verilerin incelenmesinde CTAn 1.20.8.0 64 bit (Bruker, μ BT) programı kullanılmıştır.



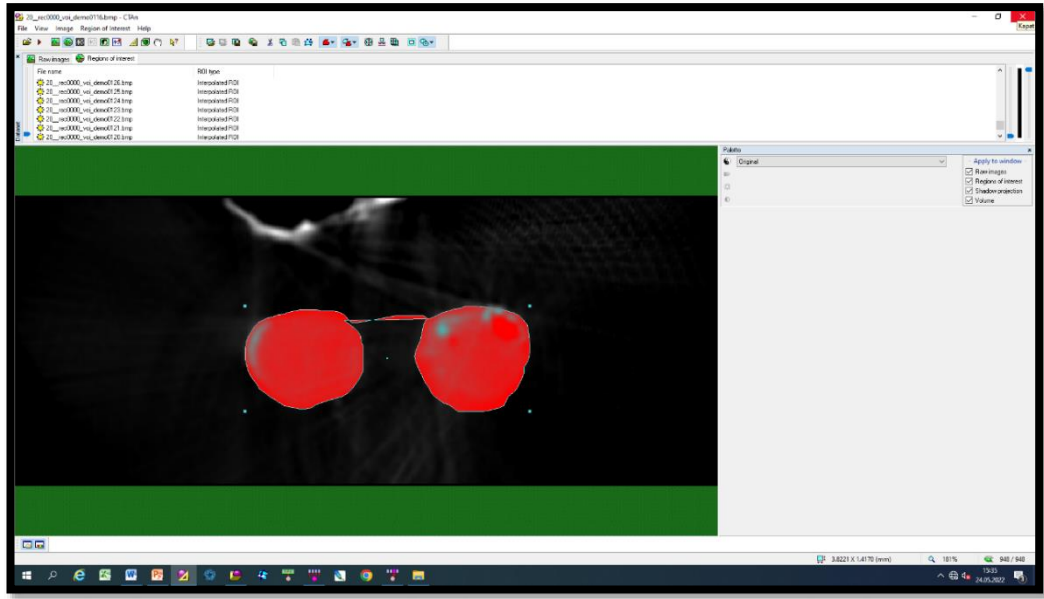
Şekil 3.22. Dataviewer 1.6.0.0 64 bit 4 (Bruker, μ BT) programı ile konumsal hataların giderilmesi



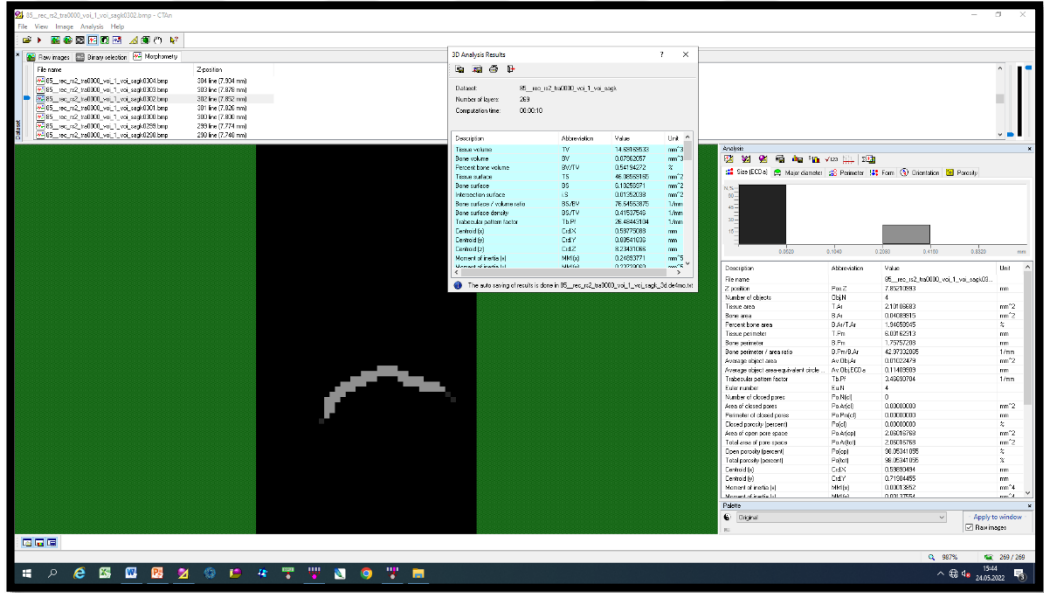
Şekil 3.23. CTAn programı ile apikalden koronale 7 mm'nin belirlenesi



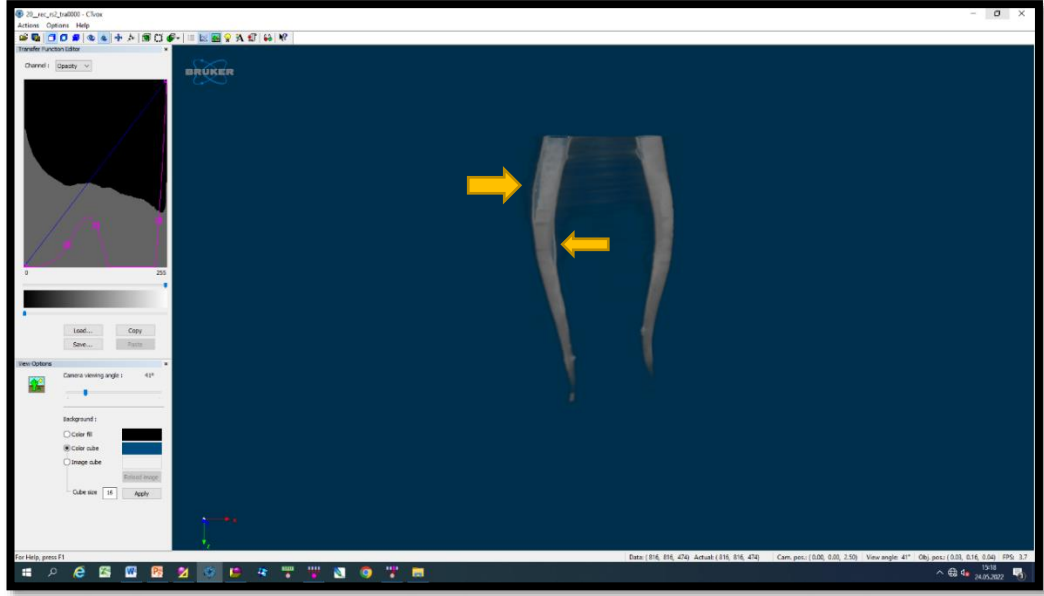
Şekil 3.24. CTAn programında airbubble görüntüsü



Şekil 3.25. CTAn ROI programı kullanılarak analizi yapılacak alanın belirlenmesi



Şekil 3.26. CTAn programı ile 3D analiz sonuçlarının belirlenmesi



Şekil 3.27. CTvox programında kök kanalındaki boşluklarının incelenmesi

3.9. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirme SPSS 20.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, Amerika) programı kullanılarak yapıldı. Tüm gruplar arasında anlamlı fark olup olmadığı Kruskal-Wallis testi kullanılarak değerlendirildi. $P < 0,05$ değeri anlamlı kabul edildi.

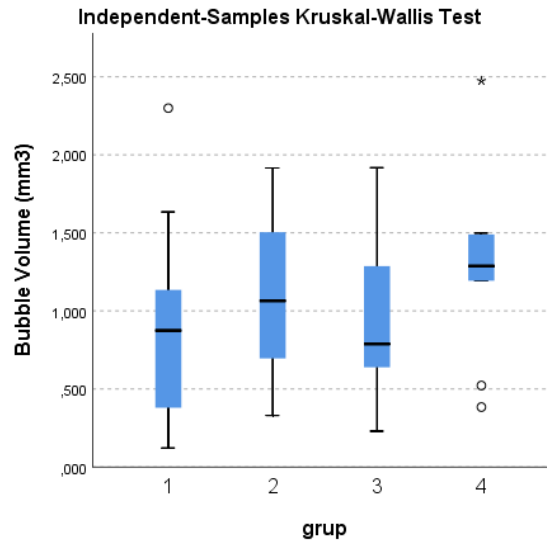
4. BULGULAR

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesi Akdeniz Üniversitesi İstatistiksel Danışmalık Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde; kanal patı uygulama yöntemleri arasında boşluk hacmi (BH) açısından, incelenen gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmedi ($p>0,05$). En yüksek BH (mm^3) değeri Grup 4'te görülürken, en düşük BH değeri Grup 1'te görülmüştür (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Her bir grubun BH (mm^3)

Boşluk Hacmi (BH)	N	Mean	Standart Sapma (SS±)	Ort.	Min. (%25)	Max. (%75)
Grup 1	9	0,932 ^a	0,693	0,874	0,380	1,134
Grup 2	9	1,101 ^a	0,563	1,064	0,696	1,504
Grup 3	9	0,964 ^a	0,578	0,788	0,639	1,287
Grup 4	9	1,272 ^a	0,603	1,288	1,193	1,490

*Farklı harfler, gruplar arası istatistiksel farkı ifade etmektedir. **Grup 1**, Ana kon GP grubu; **Grup 2**, Sonik Grubu; **Grup 3**, Lentülo Spiral Eğe Grubu; **Grup 4**, US Grubu'nu temsil etmektedir.



Şekil 4.1. Her bir grubun BH dağılımının grafiksel görünümü (mm^3)

Çalışmamızda BH değerinin yüzde olarak değerlendirilebilmesi için toplam kanal hacmi (TKH) değerleri de hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 4.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Her bir grubun TKH (mm³)

Toplam Kanal Hacmi (TKH)	N	Mean	Standart Sapma (SS±)	Ort.	Min. (%25)	Max. (%75)
Grup 1	9	58,740 ^a	20,625	62,419	40,065	60,059
Grup 2	9	67,565 ^a	27,135	62,108	50,751	76,149
Grup 3	9	55,596 ^a	18,501	54,713	47,113	59,313
Grup 4	9	60,818 ^a	16,757	57,331	49,869	57,331

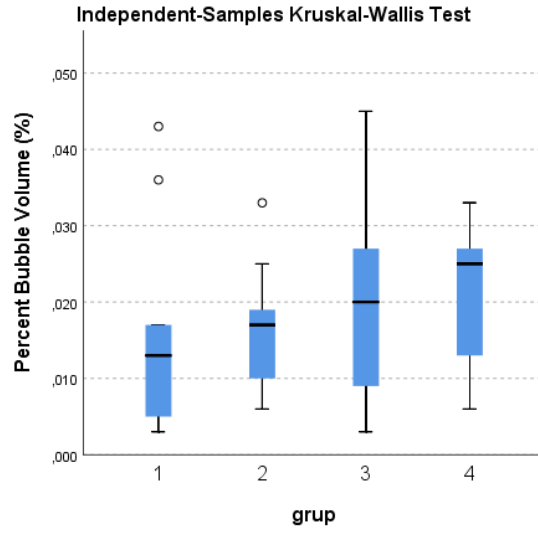
*Farklı harfler, gruplar arası istatistiksel farkı ifade etmektedir. **Grup 1**, Ana kon güta perka grubu; **Grup 2**, Sonik Grubu; **Grup 3**, Lentülo Spiral Eğe Grubu; **Grup 4**, US Grubu'nu temsil etmektedir.

BH'nin TKH'ye oranı (%) değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). En yüksek BH/TKH oranı Grup 4'te görülürken, en düşük BH/TKH oranı ise Grup 2'de görülmüştür (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Her bir grubun BH/ TKH oranı (%)

BH/ TKH	N	Mean	Standart Sapma (SS±)	Ort.	Min. (%25)	Max. (%75)
Grup 1	9	0,017 ^a	0,014	0,013	0,005	0,017
Grup 2	9	0,016 ^a	0,009	0,017	0,010	0,019
Grup 3	9	0,020 ^a	0,014	0,020	0,009	0,027
Grup 4	9	0,021 ^a	0,010	0,025	0,013	0,027

*Farklı harfler, gruplar arası istatistiksel farkı ifade etmektedir. **Grup 1**, Ana kon güta perka grubu; **Grup 2**, Sonik Grubu; **Grup 3**, Lentülo Spiral Eğe Grubu; **Grup 4**, US Grubu'nu temsil etmektedir.



Şekil 4.2. Her bir grubun BH/TKH oranının grafiksel görünümü (%)

5. TARTIŞMA

Pulpa ve periapikal hastalıkların oluşmasındaki esas nedenlerden biri koroner diş bütünlüğünün bozulması sonucunda, mikroorganizmaların dentin ve pulpa yapıları ile etkileşime geçmesidir. KKT'nin ilk amacı mikroorganizma ve yan ürünlerinin kemomekanik şekillendirmeye uzaklaştırılması, ikinci amacı ise kök kanallarının yeniden enfekte olmasını engellemek için 3B olarak sızdırmaz şekilde doldurulmasıdır.^(150, 151) Ancak, kök kanallarının karmaşıklığı ve anatomik varyasyonları bu işlemleri zorlaştırmaktadır.

Çalışmamızda periodontal ve ortodontik nedenlerle çekilmiş, kökte çatlak ve çürüğü bulunmayan alt çene büyük azı insan dişleri seçilmiştir. Yapılan bir çalışmada, daimî dişlerde en yüksek isthmus ve lateral kanal prevalansı alt çene birinci büyük azı dişlerinin mezial kökünde (%36), ardından alt çene ikinci büyük azı dişlerinin mezial kökünde (%34) ve üst çene birinci büyük azı dişlerinin meziyo-bukkal kökünde (%14,3) bulunmuştur.⁽¹¹⁰⁾ Önceki çalışmalarda^(108-110, 117, 123, 152) ayrıca alt çene birinci büyük azı dişlerinin mezial kökünde yüksek isthmus ve aksesuar kanal prevalansı bildirilmiştir bununla birlikte; yaygınlık birçok çalışmada farklılık göstermiştir. Estrela ve ark.⁽¹¹⁰⁾ KIBT kullanarak incelenen alt çene büyük azı dişlerinin mezial kökünde isthmus ve aksesuar kanal prevalansının yüksek olduğunu bildirmişlerdir, bunu üst çene birinci azı dişlerinin meziyo-bukkal kökü izlemiştir. Yapılan bu çalışmalar referans alınarak; isthmus, aksesuar kanal ve lateral dallanmaların en çok görüldüğü dişler alt çene büyük azı dişleri olduğundan bizim çalışmamızda da alt çene büyük azı dişlerin mezial kökleri kullanılmıştır.

Çalışmamızda kullandığımız dişler kullanım dönemine kadar aralıklarla değiştirilen distile su içerisinde saklanmıştır. *İn vitro* çalışmalarda dişlerin hangi koşullarda saklandığı önemli bir detaydır. Literatürde bu konu ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Bazı çalışmalar dişlerin farklı koşullarda saklanması rezin içerikli kök kanal dolum patının dentine bağlanmasına önemli ölçüde etki etmediğini ortaya koymuştur.^(153, 154) Bunun yanında timol ve serum fizyolojinin dişlerin saklanması için kullanımının olumsuz etkilerini gösteren çalışmalar da mevcuttur.^(154, 155) ISO, distile su veya %0.5'lik kloramin trihidrat solüsyonunun kullanımını önermektedir.⁽¹⁵⁶⁾ Biz de

çalışmamızda kullandığımız dişleri yapılan örnek çalışmalar ışığında distile suda saklamayı uygun gördük.

μ BT teknolojisi, kök kanal sisteminin incelenmesi ve diğer uygulamaların yanı sıra dişlerin karmaşık morfolojisinin KKT aşamaları üzerindeki etkisini anlamak için kullanılan 3B inceleme yöntemidir.⁽¹⁵⁷⁾ μ BT, örneklerde geri dönüşü olmayan değişikliklere neden olmadığı için kök kanal dolumunun değerlendirilmesinde kullanılan diğer yöntemlerden daha üstün olduğu düşünülmektedir.⁽¹³²⁾ Jung ve ark.⁽¹³²⁾ yaptıkları *in vitro* çalışmada, çekilmiş 5 adet tek köklü üst çene ön dişin KKT'leri yapıldıktan sonra kanal duvarları ile GP arasındaki boşlukların değerlendirilmesi için μ BT kesitlerini kullanmışlar ve elde edilen kesitler üzerinde pat, GP ve boşlukların ayırt edilebileceğini göstermişlerdir. Hammad ve ark.⁽¹⁴⁰⁾ farklı dolgu materyalleri ile doldurulan kanallardaki boşlukların hacmini ölçmek için μ BT yöntemini kullanmışlardır. Önceki çalışmalar^(158, 159) boya sızıntısı, mikrobiyal penetrasyon ve histolojik kesitler gibi çeşitli teknikler kullanarak dolgu kalitesini değerlendirmiştir. Histolojik kesitlerle örneklerin incelenmesinde mm ölçeğinde inceleme gerçekleştirilebilir. Ancak, kesit alma sırasında testerenin aşındırıcı yerine karşılık gelen kısımlarda doku kaybı meydana gelebilir ve bu nedenle değerlendirilecek daha az materyal kalabilmektedir. Mikrobiyal penetrasyon biyolojik olarak daha anlamlı sonuçlar verebilir, ancak teknik sadece kök kanal uzunluğu boyunca uzanan boşlukları ortaya çıkarmakla sınırlıdır.⁽¹⁶⁰⁾ μ BT, *in vitro* kök kanal dolumlarını değerlendirmek için oldukça doğru bir yöntemdir.⁽¹³²⁾ Birçok çalışma^(139, 161-166) farklı teknikler ve malzemeler kullanarak materyal hacminin yüzdesini ve boşlukları dikkate alarak obtürasyon kalitesini değerlendirmek için μ BT kullanmıştır. Bu çalışmalar ışığında μ BT'nin görüntü kalitesinin iyi olması, invaziv olmaması, görüntülerin tekrar tekrar incelenebilmesi gibi avantajları göz önüne alınarak çalışmamızda da μ BT ile inceleme yapılması uygun görülmüştür.

Rotasyon ve resiprokal sistemle çalışan döner eğelerin özelliklerini ve performansını karşılaştırmayı amaçlayan çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Berutti ve ark.'nın^(167, 168) yaptığı çalışmada resiprokal sistemler, daha az döngüsel yorgunluk nedeniyle daha uzun klinik kullanım, daha düşük bükülme stresi, daha az kök kanal deformasyonu ve daha hızlı kök kanal hazırlığı gibi avantajları göstermektedir. Silva ve ark.⁽¹⁶⁹⁾ yaptıkları bir çalışmada ProTaper Gold ve Resiprok Blue'yi karşılaştırmış; resiprokal

aletlerin meziyo-bukkal kanalın apikal üçte birinde daha merkezi kök kanal şekillendirmesi gösterdiğini söylemiştir. Resiprokal sistemin kullanılmaya başlanması ile eğe kırıkları, transportasyonlar ve perforasyonlar daha nadir hale gelmiştir. Eğimli kök kanallarında kanal anatomisine daha sadık kalınmıştır.^(170, 171)

Resiprok sisteminin avantajları⁽¹⁷²⁾; (a) merkezleme yeteneği, (b) güvenilirliği, (c) çalışma süresinin kısa olması, (d) kullanım kolaylığı.

Bu çalışmada, resiprokal ve rotasyonel sistem arasındaki farklar dikkate alınarak kök kanal anatomisine sadık kalmak ve çalışma süresini kısaltmak amacı ile tek eğe resiprokal sistem kullanıldı.

Chow⁽¹⁷³⁾ yapmış olduğu bir çalışmada 23 ve 25 G enjektör uçlarının farklı derinliklerdeki etkilerini araştırmış ve küçük deliğe sahip olan iğnelerin büyük deliğe sahip olan iğnelerden apikal bölgede daha etkin bir yıkama sağladığını; ayrıca iğnenin yerleştirilme derinliğinin de bu durumu etkilediğini bildirmiştir. Bu çalışmada da irrigasyon etkinliğini artırmak için 27 G boyutunda enjektörlerle irrigasyon yapılmıştır.

Endodonti’de kök kanal şekillendirilmesinden sonra 1-5 µm kalınlığında bir smear tabakası oluşur.^(174, 175) Smear tabakası dentin ve predentin kalıntıları, pulpa artıkları, irrigasyon solüsyonu kalıntıları ve enfekte diş varlığında bakterilerden oluşur.⁽¹⁷⁵⁾ Kök kanal dolumundan önce smear tabakasının kaldırılmasının gerekip gerekmediği konusunda tartışmalar vardır. Mikroorganizmalar, kapsamlı kemomekanik hazırlığa rağmen dentin içinde kalabilir veya dentin tübüllerine göç edebilir.⁽¹⁷⁶⁾ Bununla birlikte, bakteriler smear tabakasında sadece bulunmakta kalmaz, aynı zamanda hayatta kalır ve çoğalır.⁽¹⁷⁷⁾ İlaçların dentin tübüllerindeki antimikrobiyal etkisi, smear tabakası tarafından geciktirilebilir veya engellenebilir.⁽¹⁷⁸⁾ Ayrıca, kanal dolgu patının dentin tübüllerine nüfuz etme yeteneği ve böylece kök kanal dolgusunun kök kanal duvarına adaptasyonu, smear tabakasının kaldırılmasından sonra çok daha iyi hale gelir ⁽¹⁷⁹⁾. Bazı araştırmacılar, smear tabakası temizlendikten sonra kök kanal dolgusunun sızdırmazlığının önemli ölçüde daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.⁽¹⁸⁰⁾ Yapılan bir başka çalışma⁽¹⁸¹⁾ smear tabakasının, kök kanal dolgu materyallerinin dentin tübüllerinin penetrasyonuna karşı fiziksel bir engel teşkil edebileceğini göstermiştir. Kök kanal hazırlığının tamamlanmasının ardından smear tabakası çeşitli

yöntemler kullanılarak çıkarılmalıdır.⁽¹⁸²⁾ Lateral kanallar ve isthmuslar tam dezenfeksiyonu engellediği için karmaşık kök kanal anatomisi de dikkate alınmalıdır. Bu nedenle smear tabakasını bu alanlarda kaldırmak için çeşitli irrigasyon solüsyonları ve fizikokimyasal etkiye sahip yöntemlerin kullanılmasını gereklidir.^(183, 184) EM ile yapılan incelemelerde smear tabakasının hem organik hem de inorganik maddeler içerdiği görülmüştür.⁽¹⁸⁵⁾ Bununla birlikte, NaOCl ile kök kanal irrigasyonunun bu tabakanın çıkarılması üzerinde çok az etkisi olduğundan, smear tabakasının çoğunlukla inorganik bileşenlerden oluştuğu görülmektedir. Smear tabakasının tamamen olmasa da kısmen çıkarılması sadece asitler ve şelatörler yardımıyla mümkün olabilir.⁽¹⁸⁵⁾ Yapılan bir çalışma, %17 EDTA solüsyonu ile irrigasyonun kök kanal duvarlarında iyi bir temizleme etkisi olduğunu bildirmiştir.⁽¹⁷⁵⁾ EDTA şelatlayıcı ve dezenfekte edici özelliklere sahiptir.⁽¹⁸⁶⁾ Kristal fosfattan kalsiyumu uzaklaştırır, demineralizasyona ve dentin tübüllerinde kollajen liflerinin açığa çıkmasına neden olur. Smear tabakasının çıkarılmasını takiben dentin tübüleri açığa çıkar.⁽¹⁷⁵⁾ Smear tabakasının etkin olarak kaldırılması için irrigasyon aktivasyon yöntemlerinden faydalanılabilir. Kök kanal anatomisi, smear tabakasının çıkarılma etkinliği, son irrigasyon tekniği ve tıkama gibi çeşitli faktörler, kök kanal dolum patının penetrasyon derecesini de etkileyebilir. Versiani ve ark.⁽¹⁸³⁾ geleneksel mekanik irrigasyon yönteminin tüm kök duvarlarında ve apikal bölgede etkili olmadığını gözlemlemiştir. Endoaktivatör kök dentinine zarar vermeyen 3 farklı boyutta (15.02, 25.04, 35.04) polimer ucu olan pille çalışan sonik kablosuz bir cihazdır. Final irrigasyon protokolünü iyileştirmek için 160/190 Hz frekans üreterek dakikada 10.000, 6000 ve 2000 devirde kullanılabilir.⁽¹⁸⁷⁾ Tasarımı nedeniyle kavisli kök kanallarında da güvenli aktivasyon sağlar. Torres ve ark.⁽¹⁸⁸⁾ yaptıkları çalışmada final irrigasyonun aktivasyonunda Endoaktivatör kullanılsa bile ardından %17'lik EDTA ile son bir yıkama yapılmasının smear tabakasını kaldırmada etkili olduğunu bulmuşlardır. Ancak, yapılan bir başka çalışmada 1 mL %17 EDTA ile 15 veya 30 sn yapılan irrigasyon, 60 sn'ye kıyasla⁽¹⁸⁹⁾ smear tabakasının çıkarılmasını önemli ölçüde azaltırken, 60 sn'den uzun süre 10 mL %17 EDTA, ardından 10 mL %5 NaOCl ile yapılan final irrigasyon intertübüler ve peritübüler erozyona neden olmuştur.⁽¹⁹⁰⁾ Bununla birlikte, EDTA ile 60 sn'den uzun süreli maruziyet kök kanal patları veya adeziv simanların adezyonunu etkileyebilecek ve dentin duvarlarının mikrosertliğini azaltabilecek etki gösterebilir.^(190, 191) Bu nedenle, final irrigasyonu iyileştirmek için çeşitli kök kanal irrigasyon teknikleri ve sistemleri geliştirilmiştir.⁽¹⁹²⁾ Jiang ve ark.⁽¹⁹³⁾

yaptıkları çalışmada US sistemin kök kanallarını temizlemede sonik sistemden daha etkili olduğunu ancak dentin dokusuna zarar verebileceğini göstermiştir. Öte yandan Van Der Sluis ve ark.⁽¹⁹⁴⁾ literatürde bir enerji formunun diğerinden daha iyi olduğu fikrini destekleyecek bir fikir birliği olmadığını bildirmektedir. Bu zıtlıklar, irrigasyon solüsyonunun miktarı, aktivasyon süresi, aktivatör ucunun seçimi ve şekillendirme sonrası kanalın koniklik derecesi gibi farklılıklarla ilgili olabilir. Bu çalışmalar dikkate alındığında kök kanallarındaki temizleme ve penetrasyon derecesini arttırmak amacıyla farklı zamanlarda, farklı teknikler kullanılarak uygulanan şelatlayıcı ve dezenfekte edici kimyasalları birleştiren ileri çalışmalar yapılmalıdır. Bu nedenle EDTA kullanımında ideal süre ve yöntem dikkat edilmelidir. Yapılan çalışmalar dikkate alınarak bu çalışmada smear tabakasını etkin bir şekilde kaldırmak amacı ile final irrigasyon protokolünde, her bir kanalda 3 mL %17'lik EDTA uygulaması sırasında etkinliğini arttırmak için 60 sn Endoaktivatör ile aktivasyon yapılmıştır.

Çalışmamızda final irrigasyon aşamasında %5 NaOCl / distile su / %17 EDTA / distile su kullanılmıştır. NaOCl ve EDTA'nın kombine kullanımı kök kanalından organik ve inorganik dokuların temizlenmesini sağlar ve patların penetrasyonunu artırır.^(30, 195) Rocha ve ark.⁽¹⁹⁶⁾ yaptıkları bir çalışmada NaOCl ve EDTA'nın AH Plus /GP ve Epiphany /Resilon'un push-out bağlanma dayanımını değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda %2,5 NaOCl / %17 EDTA / %2,5 NaOCl sıralaması ile final irrigasyon, her iki patın da bağlanma dayanımını negatif etkilemiştir, araştırmacılar çalışmalarında EDTA'yı kök kanallarında 3 dk bekletmişler ve nötralizasyon için irrigasyon solüsyonları arası geçişlerde ve final irrigasyonda distile su kullanmamışlardır. Yapılan araştırmalarda NaOCl ve EDTA'nın kombine kullanımında; irrigasyon solüsyonları arası geçişlerde distile su kullanılmaması halinde klorin gazı oluştuğu^(197, 198) ve doku çözücü etkilerinin azaldığı gösterilmiştir.⁽¹⁹⁹⁾ Her 2 durum da patların dentine penetrasyonunu ve adezyonunu olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle, çalışmada final irrigasyonda solüsyonlar arasında distile su kullanımı ile NaOCl ve EDTA'nın nötralizasyonu sağlanarak dentin üzerindeki olumsuz etkileri minimuma indirilmeye çalışılmıştır. Bu uygulamaların AH Plus'un bağlanma dayanımını olumlu etkilediği düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan örnekler, her ege arasında %5'lik NaOCl ile irrigasyon yapılarak şekillendirilmiştir. NaOCl, kayganlaştırıcı etkisi ve organik dokuları çözmedeki

başarısı nedeni ile endodontik uygulamalarda altın standart olarak kabul edilmektedir.⁽²⁰⁰⁾ NaOCl, %0,5 ile %6 arasında değişen konsantrasyonlarda, KKT sırasında tercih edilen ana irrigasyon maddesidir. Fedorowicz ve ark.'nın⁽²⁰¹⁾ yaptığı bir çalışmada NaOCl'nin yüksek konsantrasyonları daha iyi tedavi sonucu ile ilişkilendirilmiş olsa da, kanıt düzeyi zayıftır. Halen devam etmekte olan klinik araştırmalarla birlikte, NaOCl konsantrasyonu ile tedavi sonucu arasında kesin bir ilişkinin mevcut olmaması, istenen konsantrasyonun seçilmesi için göstergelerin araştırılmasını gerektirmektedir. Apikal periodontitisin biyofilm kaynaklı bir hastalık olduğu göz önüne alındığında, NaOCl konsantrasyonunun anti-biyofilm kapasitesi bu amaca hizmet edebilir.⁽²⁰²⁾ Biyofilm modeli kullanan çalışmalar, artan NaOCl konsantrasyonu ile daha çok biyofilm uzaklaştırılmasına yönelik bir eğilim göstermiştir.⁽²⁰³⁻²⁰⁵⁾ Klinisyenler kök kanal konfigürasyonları açısından çeşitlilik gösteren alt çene büyük azı dişleri tedavi ederken yüksek konsantrasyonlarda NaOCl kullanarak mekanik olarak ulaşılamayan alanlarda dezenfeksiyon sağlamayı amaçlayabilir. Bu çalışmada literatür bilgileri ışığında klinik gerçeği de yansıtmak adına %5 konsantrasyonda NaOCl kullanılmıştır.

Endodontik tedavinin başarısı, çeşitli faktörlerin yanı sıra uygun kök kanal dolgu malzemeleri kullanılarak kök kanal sisteminin sızdırmaz bir şekilde doldurulmasına da bağlıdır.⁽²⁰⁶⁾ KKT'de metakrilat rezin içerikli, poliketon polimer içerikli ve epoksi rezin içerikli kanal patları kullanılmaktadır. Epoksi rezin içerikli patların düşük polimerizasyon stresi, yeterli akışkanlık ve yüksek bağlanma özelliği ile dentini de kuvvetlendirdiği düşünülmektedir.⁽²⁰⁷⁾ Epoksi rezin içerikli kök kanal patlarından AH Plus, kök kanal dolgusunun genel kalitesinin iyileştirilmesi için altın standart olarak kabul edilen kanal dolum patıdır. Kök kanal dolumunda temel amaç, mikrobiyal sızıntıyı önlemek ve kök kanal dentinine adezyonu teşvik ederek periapikal bölgede doku rejenerasyonu için uygun ortam oluşturmaktır.⁽²⁰⁸⁾ Yapılan bir çalışmada⁽²⁰⁹⁾ kök kanallarının AH Plus ile doldurulduğu gruplar kök kanallarının MTA Fillapex ile doldurulduğu gruplarla karşılaştırıldığında; final irrigasyon protokolüne bakılmaksızın AH Plus'un kök dentinine daha yüksek bağlanma kuvveti gösterdiğini söylemiştir. Epoksi rezin içerikli AH Plus kanal patının sertleşme mekanizmasında fotopolimerizasyon mekanizması bulunmamaktadır, bu nedenle homojen bir polimerizasyon oluştuğuna inanılmaktadır. Yüksek bağlanma dayanımı göstermesinin nedeni olarak bu düşünülmektedir.⁽¹⁹⁶⁾ Aynı zamanda hacimsel polimerizasyon

büzülmesinin düşük olması ^(207, 210) adezyonu güçlendirmektedir. AH Plus yayılma kapasitesi ve uzun sertleşme süresinden dolayı düzensiz dentin mikro aralıklarına daha iyi penetre olabilmekte ve bu durum pat/dentin ara yüzündeki bağlantıyı artırmaktadır. Yeni yapılmış bir çalışmada Vilanova ve ark⁽¹⁹⁵⁾ farklı dezenfeksiyon protokollerinde AH Plus ve Epiphany'nin push-out bağlanma dayanımını karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada; %1 NaOCl / %17 EDTA / 20 ml distile su kombinasyonu dışındaki tüm dezenfeksiyon protokollerinde AH Plus daha iyi adezyon gösterirken, bu kombinasyonda Epiphany daha iyi adezyon göstermiştir. Bunun nedeni; araştırmacıların kanal dolumunda güta perka kullanmaması, Epiphany'yi self-etch adeziv ile kullanması ve farklı yüzdelerde NaOCl kullanması olabilir. Yapılan çalışmalarda epoksi rezin içerikli AH Plus'un GP'ye üstün bağlanma kuvveti gösterdiği vurgulanmıştır.^(211, 212) Enfekte lateral kanallar, endodontik tedavinin başarısızlığının bir nedeni olduğundan^(64, 213-215), kök kanal dolum patlarının bu dallanmalara nüfuz etmesi dezenfeksiyona yardımcı olabilir. Göz önünde bulundurulması gereken diğer bir husus, kök kanal dolum patının ana foramen veya lateral kanallardan taşmasını kontrol etmek imkânsız olduğundan doku biyoyumluluğunun önemidir.⁽²¹⁶⁻²¹⁸⁾ Yapılan bir çalışma AH Plus'un zaman içinde sitotoksitesinin azaldığını ve biyoyumlu olarak kabul edildiğini göstermiştir ^[61]. Kanal patının çözünürlüğü de KKT'nin başarısında bir o kadar önemlidir. Azadi ve ark.⁽²¹⁹⁾ 5 adet kök kanal patının suda çözünürlüğü hakkında bir çalışma yapmış ve 24 saatten sonra AH Plus'un standartlara uygun çözünürlük limitlerinde olduğunu bildirmiştir. Düşük çözünürlük, küçük ekspansiyon, dentine adezyon ve çok iyi yayılma özelliklerinden dolayı AH Plus ideal bir patta olması gereken özellikleriyle yapılan çalışmalarda ve günümüz kullanımında '*altın standart*' pat olarak değerlendirilmektedir.⁽²²⁰⁾ Bu bilgiler göz önüne alınarak bu çalışmada kök kanal dolgu patı olarak epoksi rezin içerikli AH Plus tercih edilmiştir.

Kolay uygulanabilirliği ve diğer kök kanal dolum tekniklerine göre daha az operatöre bağlı olması, şekillendirme ve kanal dolumunu daha iyi göstermesi nedeni ile çalışmalarda tek kon tekniği tercih edilmektedir.⁽²²¹⁾ Sıcak dolum teknikleri, sadece yüksek sıcaklıklar nedeniyle kanal patının akış özelliklerini değiştirmekle kalmamış, aynı zamanda GP'nın yan kanallar içinde alfa fazına girişini kolaylaştırmıştır. Ayrıca, yakın zamanda yapılan bir çalışma, tek kon tekniğinin, sıcak tekniklerle benzer şekilde

kök kanallarını doldurduğunu göstermiştir.⁽²²²⁾ Bu nedenler göz önünde bulundurulduğunda çalışmamızda tek kon tekniği ile kök kanal dolumu yapılmıştır.

Çalışmamızda kök kanal dolgusu tamamlanan örnekler; 1 hafta süre ile 37°C de %100 nemli ortamda bekletilmiştir. Jainaen ve ark.⁽⁵⁸⁾ ile Teixeira ve ark.⁽²²³⁾ bekleme süresini 48 saat tutarken, Huffman ve ark.⁽²²⁴⁾ ve Shokounijad ve ark.⁽²²⁵⁾ bu süreyi bir hafta olarak seçmişlerdir. De Gee ve ark.⁽²²⁶⁾ sertleşmesi tamamlanmamış kanal dolgu patının dayanıksız olacağını, kendi içerisinde kırılmalara uğrayabileceğini ve adezyon testi sonuçlarının gerçeği yansıtmayabileceğini bildirmiştir. Rezin içerikli kök kanal dolgu patlarının sertleşme reaksiyonu yavaş olduğundan uygun sürede beklenilmesi gerekmektedir. Bu yüzden bu çalışmada patın sertleşme reaksiyonunun tamamlanması için bir hafta uygun koşullarda bekletilmesi tercih edilmiştir.

Literatüre bakıldığında kök kanal dolum tekniği sabit olmak şartıyla kanal patının farklı yöntemler kullanılarak gönderilmesi ile ilgili çalışmalara rastlanmamıştır. Bu nedenle kanal patının kök kanalına gönderilip, homojenitesinin değerlendirildiği bu çalışmada klinikte kullanımı yaygın olduğundan Endoaktivatör, US uç ve lentülo spiral eğe tercih edilmiştir.

Jung ve ark.⁽¹³²⁾ yaptıkları çalışmada, örnekleri μ BT'de incelerken örneklerin yerleştirildiği alanın kısıtlı bir alan olmasından dolayı kök boylarını kök ucundan krona doğru 10 mm ile sınırlamışlardır. Yine yapılan başka bir çalışmada Somma ve ark.⁽¹⁶⁵⁾ analiz aşamasında standardizasyon sağlamak için kök ucundan koronale 10 mm ile kök boyunu sınırlamıştır. Yapılan bir tez çalışmasında⁽²²⁷⁾ numuneler apikalden itibaren 7 mm'lik kesitlerde incelenmiştir. Aksesuar kanallar en sık apikal 5 veya 6 mm'de bulunduğundan, patın gönderilmesi için kritik bir bölge kabul edilebilir. Aksesuar kanallar periodontal membran ile iletişim kurduğundan, bakteriyel penetrasyon için periodontik-endodontik bir yol oluşturabilirler.⁽²²⁸⁾ Bu nedenle, patın değerlendirilmesi için kök kanalının apikal üçte biri seçilmiştir. Bu çalışmalara bakılarak çalışmamızda standardizasyonu sağlamak amacıyla diş örneklerinin kök ucundan krona 7 mm incelenmesi tercih edilmiştir.

Çalışmamızda kök kanal patının miktarını standardize etmek önemli olduğundan her örnekte AH-Plus 1:1 oranında karıştırılmış olup, bu oran endodontik cetvelle 2x5 mm olacak şekilde ölçülerek belirlenmiştir. Wiemann ve ark.⁽²²⁹⁾ yaptıkları bir çalışmada

kök kanalına kanal patı gönderdikleri her yöntemi kanal içerisinde 5 sn tutarak uygulamıştır, yine Dash ve ark.⁽²³⁰⁾ lentülo spiral eğe ve US uçları kök kanalında 5 sn kalacak şekilde ileri geri hareketlerle kullanmışlardır. Bu çalışmaları referans alarak çalışmamızda lentülo spiral eğe, Endoaktivatör uç ve US ucu kök kanallarında 5 sn ileri geri hareketlerle kullandık.

Şimşek ve ark.⁽²³¹⁾ yaptıkları çalışmada, SAF ve Revo-S eğe sistemi kullanılarak şekillendirilmiş; soğuk lateral kompaksiyon ve termoplastik enjeksiyon tekniği ile doldurulmuş alt çene büyük azı dişlerin mezial kanallarındaki boşlukların hacmini karşılaştırmak için μ CT kullanmıştır. Sonuçlar, tüm numunelerde doldurulamayan alanlar kaldığını göstermektedir. Kanallar SAF ve Revo-S eğeleri ile şekillendirildikten sonra oluşan boşluk hacminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her 2 şekillendirme grubunda termoplastik enjeksiyon tekniğinde daha fazla boşluk bulunurken, istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Iglecias ve ark.⁽²²²⁾ alt çene büyük azı dişlerin mezial kanallarında tek kon tekniği ve devamlı ısı ile kondensasyon tekniği kullanarak dolum yaptıktan sonra boşluk hacmi yüzdesine göre obturasyon kalitesini değerlendirmiştir. En düşük boşluk hacmi yüzdesi devamlı ısı ile kondensasyon grubunda koronal üçlüde bulunmuştur. Devamlı ısı ile kondensasyon yöntemi kullanılırken; koronal üçlüde ağız içi kuvvetler doğrudan aktarıldığından bu bölgedeki dolgu materyali adaptasyonunun daha iyi olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmanın sonuçları tek kon tekniğinin, devamlı ısı ile kondensasyon tekniği ile karşılaştırıldığında koronal üçlü dışında benzer obturasyon kalitesi sağladığını göstermektedir.

Somma ve ark.⁽¹⁶⁵⁾ eğimli olmayan kök kanallarında tek kon ve devamlı ısı ile kondensasyon tekniğini kök kanal sistemini üçlü bölgelere ayırmadan karşılaştırmış ve boşluk dağılımında hiçbir fark bulamamışlardır. Benzer şekilde, Alshehri ve ark.⁽²³²⁾ kavisli kanalların sadece apikal üçte birini değerlendirmiş ve her 2 tekniği de kullandıklarında benzer hacimlerde boşluklar bulmuşlardır. Bu çalışmalara bakıldığında, kök kanal dolumu ve şekillendirme yönteminin kanal dolum homojenitesinde istatistiksel olarak anlamlı bir farka neden olmadığı görülmüştür. Bu nedenle çalışmamızda şekillendirme ve dolum tekniği standardize edilerek kök kanal patı uygulama yöntemlerinin kanal dolum homojenitesine etkisi karşılaştırılmıştır.

Guinesi ve ark.⁽²³³⁾ yaptıkları bir çalışmada alt çene büyük azı dişlerinde üç farklı kök kanal patı uygulama yöntemini, soğuk lateral kompaksiyon ve tek kon dolum tekniklerini kullanarak karşılaştırmıştır. Çalışmada kök kanal patı uygulama yöntemi olarak GP, lentülo spiral eğe ve K tipi eğe kullanılmıştır. Bu çalışmada tek kon GP yöntemi kullanılarak kök kanal dolumu yapıldığında; GP ile patın gönderildiği yöntemde oluşan boşlukların lentülo spiral ve K tipi eğe ile uygulama yöntemlerinden istatistiksel olarak daha fazla olduğu görülmüştür. Yine tek kon dolum tekniğinde lentülo spiral eğe ve K tipi eğe grupları arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, tek kon tekniği ile kök kanal dolumu yapılacak ise ana GP kon yerleştirilmeden önce lentülo spiral eğe veya K tipi eğe ile kanal patı uygulanmasının daha etkili olacağı düşünülebilir.

Oliveira ve ark.⁽²³⁴⁾ dentin tübüllerine kök kanal patının uygulanması için 2 irrigasyon tekniğini ve 4 cihazı karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarında salin ile smear tabakasının uzaklaştırılamadığı; Easy Clean'in her 2 analizde de Endoaktivatör'den önemli ölçüde daha iyi olduğu ve hem Easy Clean'in hem de Endoaktivatör'ün penetrasyon yüzdesinin lentülo spiral eğeden daha iyi olduğu bildirilmiştir. Ancak, Kahn ve ark.⁽²³⁵⁾ şeffaf bloklar kullanarak yaptığı çalışmada kök kanal patı uygulama yöntemi olarak lentülo spiral eğelerin, sonik/US sistemler ve K tipi eğelerden daha iyi olduğunu bildirilmiştir. Çalışmamızda da istatistiksel olarak anlamlı olmasa da boşluk hacmi olarak en düşük değeri ana kon GP uygulama yöntemi gösterirken; lentülo spiral eğelerle kanal patı uygulama yönteminde oluşan boşluk hacminin sonik/US sistemlere göre daha az olduğu bulunmuştur.

Dash ve ark.⁽²³⁰⁾ lentülo spiral eğe, US uç ve çift yönlü spiral eğe (EZ-Fill) kullanarak kök kanallarına kanal patı uygulayıp konfokal lazer mikroskopta incelemişlerdir. Çalışma sonucunda lentülo spiral grubu US uca göre daha iyi penetrasyon yüzdesi göstermiştir. Lentülo spiral grubu ile EZ-Fill grubu benzer sonuçlar bildirmiştir. Bu sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışmanın sonuçları, her 3 pat uygulama yönteminin de kök kanal dolumu sonrasında dentin duvarlarına, kanal patının tam olarak adaptasyon sağlamadığını göstermektedir. Çalışmamızda bu çalışmanın penetrasyon değerlerini destekleyen sonuçlar elde edilmiştir. Bütün gruplarda kök kanal dolumu sonrasında kök kanallarında boşluk kaldığı görülürken

yine lentülo spiral eğe grubu US gruba göre daha az boşluk hacmi ve yüzdesine sahiptir.

Nikhil ve ark.⁽²⁰⁾ US uç, lentülo spiral eğe ve Endoaktivatör kullanarak kök kanal patı uygulamış ve örnekleri konfokal lazer tarama mikroskobunda incelemiştir. US grubu, lentülo spiral eğe ve Endoaktivatör grubu ile karşılaştırıldığında daha iyi kanal patı penetrasyon yüzdesi göstermiştir, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak lentülo spiral eğe ile kanal patı gönderilen yöntemin sonik ve US yöntemlere kıyasla daha az boşluk hacmi oluşturduğu bulunmuştur. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. İki çalışma arasındaki bulgu farklılığı değerlendirme yöntemlerinden kaynaklı olabilir.

Wiemann ve ark.⁽²²⁹⁾ yaptıkları bir çalışmada kök kanal patı uygulamasında 4 farklı yöntemi karşılaştırmıştır. Endodontik eğe, lentülo spiral eğe, US uç ve ana GP kon ile kanal patı uygulanan kırk adet alt çene kesici diş kanalın apikal, orta ve koronal üçlülerde patın varlığı açısından stereomikroskop ile değerlendirilmiştir. Lentülo spiral eğe veya ana kon GP kullanıldığı yöntemde özellikle apikal üçlüde kök kanalına daha fazla kanal patı uygulanabildiği görülmüştür. Ancak, bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu çalışmada görüntüleme yöntemi olarak stereomikroskop kullanılırken çalışmamızda farklı olarak μ CT yöntemi kullanılmış. Her 2 çalışmada değerlendirme yöntemleri farklı olmasına rağmen bulgular birbirini destekler niteliktedir. Çalışmamızda da lentülo spiral eğe veya ana kon GP kon grubu US grubundan daha az boşluk hacmi ve yüzde değeri göstermiştir.

Said ve ark.'nın⁽²³⁾ yaptığı bir çalışmada manuel lentülo spiral eğe, döner lentülo spiral eğe ve GP'nin kanal patına bulanarak kök kanalına uygulandığı yöntemi mikro sızıntı yönünden kıyaslanmış ve gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Döner lentülo spiral eğe kullanılan grupta en yüksek mikro sızıntı elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak bu grupta daha fazla kök kanal patı kullanılması ve kanal patının sertleşirken gösterdiği büzülme nedeni ile oluşan boşluklardan mikrosızıntının yüksek olabileceği belirtilmiştir. Çalışmamızda gruplar arası boşluk hacmi değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasa da ana kon GP grubu lentülo spiral eğe grubundan daha düşük boşluk hacmi göstermiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular Said ve ark.'nın çalışması ile uyumlu olarak, kök kanal patı boşluk hacmi arttığında mikro sızıntının da artacağını doğrular niteliktedir.

Hall ve ark.⁽²³⁶⁾ yaptıkları bir çalışmada tek köklü dişlerde; K tipi eğe, lentülo spiral eğe ve GP kullanarak kök kanallarına soğuk lateral kompaksiyon ile pat uygulama yönteminde patın kanal duvarlarında kapladığı alanı analiz etmişlerdir. Sonuçlar değerlendirildiğinde 3 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. İncelenen yöntemlerin hiçbirinde, pat kanal duvarlarının ortalama %62,5'lik kısmından fazlasını kaplamamıştır. Çalışmamızda da bu çalışmanın sonuçları ile uyumlu olarak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış ve hiçbir grupta kök kanalları %100 doldurulamamıştır.

Bu çalışmanın sonuçları literatürdeki önceki çalışmalar ile değerlendirildiğinde; Endoaktivatör ve ana kon GP uygulama yöntemlerinde materyallerin konik şekilli olmaları $P \text{ (Basınç)} = K \text{ (Kuvvet)} / A \text{ (Alan)}$ formülünden de yola çıkarak; uygulanan kuvvet sabit kalsa da (tek operatör) alan apikale doğru küçüldüğü için daha fazla basınç oluşmasına neden olmuş ve kanal patının negatif basıncını minimuma indirerek daha homojen dağılmasını sağlamış olabilir. Çalışmada kullanılan lentülo spiral eğe #25 numara silindir sarmal yapıda iken, US sistem ucu yaklaşık olarak #25 numaralı spreader formundadır. Buna rağmen lentülo spiral eğe grubunun değerlerinin US sistem grubundan daha yüksek olmasının nedeni; lentülo spiral eğenin santrifüj salınım sistemi ile çalışırken US sisteminin kullanılabilir enerjisinin azalarak kanal boyunca iletilmesi prensibiyle çalışmasından kaynaklı olabilir.⁽²⁰⁾

Sonuç olarak önceki literatür çalışmaları ve bu çalışmanın verileri ışığında; özellikle alt çene molar dişlerin mezial kanallarında tamamen homojen bir kök kanal dolumu elde etmenin mümkün olmadığı kanısına varılabilir. Bu ideali yakalayamamada anatomik varyasyonlar, kemomekanik şekillendirme süreci, kanal patı materyal özellikleri, dentinin mekanik özellikleri, kanal patı uygulama yöntemleri gibi birçok faktör rol oynamaktadır. Klinisyenin bu faktörleri göz önünde bulundurarak, ayrıntılı bir klinik ve radyografik değerlendirme sonrasında tanı ve tedavi planı uygulaması, KKT başarı oranını önemli derecede artırabilir.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

In vitro olarak gerçekleştirilen bu çalışmada gereç ve yöntem sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Çalışma sonrasında elde edilen bulgular dahilinde" *Kök kanal patının farklı uygulama yöntemlerinin kanal dolumu homojenitesine etkisi yoktur.*" hipotezi kabul edilmiştir.
2. Kök kanal dolumu esnasında kanal patı gönderilen her yöntemde, μ BT ile değerlendirme sonucunda kök kanallarında boşluklar olduğu gözlemlenmiştir.
3. Farklı yöntemlerle kök kanal dolumu sonrası boşluk hacmi değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.
4. BH'nin TKH'ye oranı (%) değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir.
5. KKT'nin başarısında kanal patı uygulama yöntemi gibi birçok faktör rol oynamaktadır. Klinisyenin bu faktörleri göz önünde bulundurarak, ayrıntılı bir klinik ve radyografik değerlendirme sonrasında tanı ve tedavi planı uygulaması, KKT başarı oranını önemli derecede artırabilir.
6. Kanal patını kök kanal boşluğuna gönderme yöntemlerinin kök kanal dolum homojenitesine etkisini araştıran daha fazla *in-vitro* ve klinik çalışmaya ihtiyaç vardır. Yapılacak olan çalışmalar başarılı KKT için yol gösterici olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Ørstavik, D., Ford, T.P. Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis. 2008.
2. Kishor Gulabivala, B.P., Glynis Evans, Yuan-Ling Ng. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. 2005.
3. Gunnel Svensäter, G.B. Biofilms in endodontic infections. 2005. 27-36.
4. Siqueira JF Jr, Alves FR, Almeida BM, de Oliveira JC, Rôças IN. Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or self-adjusting file to disinfect oval-shaped root canals. J Endod, 2010. 36. 1860-5.
5. Skidmore, A.E. and A.M. Bjorndal, Root canal morphology of the human mandibular first molar. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1971. 32(5). 778-84.
6. Vertucci, F.J. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1984. 58(5). 589-99.
7. Dankner, E., S. Friedman, and A. Stabholz. Bilateral C shape configuration in maxillary first molars. J Endod, 1990. 16(12). 601-3.
8. Segura-Egea, J.J., A. Jimenez-Pinzon, and J.V. Rios-Santos. Endodontic therapy in a 3-rooted mandibular first molar: importance of a thorough radiographic examination. J Can Dent Assoc, 2002. 68(9). 541-4.
9. Il-Young Jung , Myoung-Ah Seo, Ashraf F Fouad, Larz S W Spångberg, Seung-Jong Lee, Hee-Jin Kim, Kee-Yeon Kum. Apical anatomy in mesial and mesiobuccal roots of permanent first molars. J Endod, 2005. 31(5). 364-8.
10. Marcelo Haas Villas-Bôas , Norberti Bernardineli, Bruno Cavalini Cavenago, Marina Marciano, Aldo Del Carpio-Perochena, Ivaldo Gomes de Moraes, Marco H Duarte, Clovis M Bramante, Ronald Ordinola-Zapata. Micro-computed tomography study of the internal anatomy of mesial root canals of mandibular molars. J Endod, 2011. 37(12).1682-6.
11. Keles, A. and C. Keskin, Apical Root Canal Morphology of Mesial Roots of Mandibular First Molar Teeth with Vertucci Type II Configuration by Means of Micro-Computed Tomography. J Endod, 2017. 43(3). 481-485.
12. K Gulabivala , T H Aung, A Alavi, Y L Ng. Root and canal morphology of Burmese mandibular molars. Int Endod J, 2001. 34(5). 359-70.

13. Bekir Karabucak , Alf Bunes , Christel Chehoud , Meetu R Kohli , Frank Setzer . Prevalence of Apical Periodontitis in Endodontically Treated Premolars and Molars with Untreated Canal: A Cone-beam Computed Tomography Study. *J Endod*, 2016. 42(4). 538-41.
14. F F N P Costa , J Pacheco-Yanes , J F Siqueira Jr , A C S Oliveira , I Gazzaneo , C A Amorim , P H B Santos , F R F Alves . Association between missed canals and apical periodontitis. *Int Endod J*, 2019. 52(4).400-406.
15. Weine, F.S., R.A. Pasiewicz, and R.T. Rice. Canal configuration of the mandibular second molar using a clinically oriented in vitro method. *J Endod*, 1988. 14(5). 207-13.
16. Kartal, N. and F.C. Yanikoglu. Root canal morphology of mandibular incisors. *J Endod*, 1992. 18(11). 562-4.
17. R Zhang , H Wang, Y-Y Tian, X Yu, T Hu, P M H Dummer. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular molars in Chinese individuals. *Int Endod J*, 2011. 44(11). 990-9.
18. Jhamb, S., V. Nikhil, and V. Singh. An in vitro study to determine the sealing ability of sealers with and without smear layer removal. *J Conserv Dent*, 2009. 12(4). 150-3.
19. Nikhil, V., P. Bansal, and S. Sawani. Effect of technique of sealer agitation on percentage and depth of MTA Fillapex sealer penetration: A comparative in-vitro study. *J Conserv Dent*, 2015. 18(2). 119-23.
20. Nikhil, V. and R. Singh. Confocal laser scanning microscopic investigation of ultrasonic, sonic, and rotary sealer placement techniques. *J Conserv Dent*, 2013. 16(4). 294-9.
21. Hoen, M.M., G.L. LaBounty, and D.L. Keller. Ultrasonic endodontic sealer placement. *J Endod*, 1988. 14(4). 169-74.
22. Kontakiotis, E.G., G.N. Tzanetakis, and A.L. Loizides. A 12-month longitudinal in vitro leakage study on a new silicon-based root canal filling material (Gutta-Flow). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2007. 103(6). 854-9.
23. Habibah Md Said , Wan Zaripah Wan Bakar, Manal Farea, Adam Husein. The effect of different sealer placement techniques on sealing Ability: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 2012. 15(3). 257-60.

24. Reeh, E.S., W.H. Douglas, and H.H. Messer, Stiffness of endodontically-treated teeth related to restoration technique. *J Dent Res*, 1989. 68(11). 1540-4.
25. Tay, F.R. and D.H. Pashley, Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod*, 2007. 33(4). 391-8.
26. Guy Shipper, Dag Ørstavik, Fabricio Batista Teixeira, Martin Trope. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod*, 2004. 30(5). 342-7.
27. Fabricio B Teixeira , Erica C N Teixeira, Jeffrey Y Thompson, Martin Trope. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. *J Am Dent Assoc*, 2004. 135(5). 646-52.
28. Gustavo De-Deus , Claudia Reis, Karina Di Giorgi, Maria Claudia Brandão, Cristiane Audi, Rivail Antonio Sergio Fidel. Interfacial adaptation of the Epiphany self-adhesive sealer to root dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2011. 111(3). 381-6.
29. Franklin R Tay , Robert J Loushine, Paul Lambrechts, R Norman Weller, David H Pashley. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod*, 2005. 31(8). 584-9.
30. Vinicius Humberto Nunes , Ricardo Gariba Silva, Edson Alfredo, Manoel D Sousa-Neto, Yara T C Silva-Sousa. Adhesion of Epiphany and AH Plus sealers to human root dentin treated with different solutions. *Braz Dent J*, 2008. 19(1). 46-50.
31. Emel Olga Onay , Mete Ungor, Hale Ari, Sema Belli, Ersin Ogus. Push-out bond strength and SEM evaluation of new polymeric root canal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009. 107(6). 879-85.
32. J A Costa , F A Rached-Júnior, A E Souza-Gabriel, Y T C Silva-Sousa, M D Sousa-Neto. Push-out strength of methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J*, 2010. 43(8). 698-706.
33. Andrea Gesi , Ornella Raffaelli, Cecilia Goracci, David H Pashley, Franklin R Tay, Marco Ferrari. Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J Endod*, 2005. 31(11). 809-13.

34. Franklin R Tay , Robert J Loushine, R Norman Weller, W Frank Kimbrough, David H Pashley, Yiu-Fai Mak, Ching-Ngor Shirley Lai, Rakesh Raina, M Chad Williams. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. *J Endod*, 2005. 31(7). 514-9.
35. Franklin R Tay , Noriko Hiraishi, David H Pashley, Robert J Loushine, R Norman Weller, W Trent Gillespie, Michael D Doyle. Bondability of Resilon to a methacrylate-based root canal sealer. *J Endod*, 2006. 32(2). 133-7.
36. Oliver, C.M. and P.V. Abbott, Correlation between clinical success and apical dye penetration. *Int Endod J*, 2001. 34(8). 637-44.
37. Ingle JI, B.L., Baumgartner JC., Obturation of the radicular space. *Ingle's Endodontics*, 2008. 1053-1087.
38. M Ferrari , F Mannocci, A Vichi, M C Cagidiaco, I A Mjör. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent*, 2000. 13(5). 255-60.
39. Mamootil, K. and H.H. Messer, Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *Int Endod J*, 2007. 40(11). 873-81.
40. Cailleteau, J.G. and T.P. Mullaney, Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in United States dental schools. *J Endod*, 1997. 23(6). 394-6.
41. Wu, M., L.W. van der Sluis, and P.R. Wesselink, A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. *Int Endod J*, 2002. 35(6). 527-35.
42. Wu, M.K. and P.R. Wesselink, A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J*, 2001. 34(2). 137-41.
43. Bardsley, S., C.I. Peters, and O.A. Peters, The effect of three rotational speed settings on torque and apical force with vortex rotary instruments in vitro. *J Endod*, 2011. 37(6). 860-4.
44. Schilder, H., Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am*, 1967. 723-44.

45. A J Möller, L Fabricius, G Dahlén, A E Ohman, G Heyden. Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *Scand J Dent Res*, 1981. 89(6). 475-84.
46. Zigomar Hideo Fecchio Nasser Horiuchi , Yara Teresinha Correa Silva-Sousa , Walter Raucci Neto , Fuad Jacob Abi Rached-Junior , Aline Evangelista Souza-Gabriel , Silvio Rocha Corrêa da Silva , Edson Alfredo . Effect of thermoplastic filling techniques on the push-out strength of root sealing materials. *Braz Oral Res*, 2016. 30.
47. Anna Kierklo , Zbysław Tabor, Małgorzata Pawińska, Małgorzata Jaworska. A microcomputed tomography-based comparison of root canal filling quality following different instrumentation and obturation techniques. *Med Princ Pract*, 2015. 24(1). 84-91.
48. Amanda B Farias , Key Fs Pereira , Daniele Z Beraldo , Franciely Ms Yoshinari , Fabio N Arashiro , Edilson J Zafalon .Efficacy of three thermoplastic obturation techniques in filling oval-shaped root canals. *Acta Odontol Latinoam*, 2016. 29(1). 76-81.
49. Swadhin Raghuwanshi , Pradeep Jain , Pallav Mahesh Patni , Sanket Hans Pandey , Hemalatha Hiremath , Shabdika Baghel . Dentinal Adaptation of Warm Thermoplastic Obturating Material and Cold Thermoplastic Obturating Material: An In vitro Study. *Contemp Clin Dent*, 2019. 10(1). 64-68.
50. Torabinejad M, W.R., *Endodontics: Principles and Practice*. 2002. 175-201.
51. KJ, J.W., *Cohen's Pathways of the Pulp. Obturation of the Cleaned and Shaped Root Canal System*. 2011.
52. Stiegemeier, D., J.C. Baumgartner, and J. Ferracane, Comparison of push-out bond strengths of Resilon with three different sealers. *J Endod*, 2010. 36(2). 318-21.
53. Christos Gogos , Nickolaos Economides, Christos Stavrianos, Ioannis Kolokouris, Ioannis Kokorikos. Adhesion of a new methacrylate resin-based sealer to human dentin. *J Endod*, 2004. 30(4). 238-40.
54. ALAÇAM, T., Kök Kanallarının Doldurulmasında Kullanılan Patlar 2012. 769-826.

55. Timpawat, S., C. Amornchat, and W.R. Trisuwan, Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J Endod*, 2001. 27(1). 36-9.
56. Grossman, L.I., Physical properties of root canal cements. *J Endod*, 1976. 2(6). 166-75.
57. Jacy Ribeiro Carvalho-Júnior , Luiz Fernando L Guimarães, Lourenço Correr-Sobrinho, Jesus D Pécora, Manoel D Sousa-Neto. Evaluation of solubility, disintegration, and dimensional alterations of a glass ionomer root canal sealer. *Braz Dent J*, 2003. 14(2). 114-8.
58. Jainan, A., J.E. Palamara, and H.H. Messer, Push-out bond strengths of the dentine-sealer interface with and without a main cone. *Int Endod J*, 2007. 40(11). 882-90.
59. Matilde Ruiz-Linares , Ma Estela Bailón-Sánchez, Pilar Baca, Mariano Valderrama, Carmen María Ferrer-Luque. Physical properties of AH Plus with chlorhexidine and cetrimide. *J Endod*, 2013. 39(12). 1611-4.
60. Bin-Na Lee, Ji-Uk Hong , Se-Min Kim, Ji-Hyun Jang, Hoon-Sang Chang, Yun-Chan Hwang, In-Nam Hwang, Won-Mann Oh .Anti-inflammatory and Osteogenic Effects of Calcium Silicate-based Root Canal Sealers. *J Endod*, 2019. 45(1). 73-78.
61. Hui-min Zhou, Tian-feng Du , Ya Shen , Zhe-jun Wang , Yu-feng Zheng , Markus Haapasalo . In vitro cytotoxicity of calcium silicate-containing endodontic sealers. *J Endod*, 2015. 41(1). 56-61.
62. Ivana Miletić , Nevena Devčić, Ivica Anić, Josipa Borčić, Zoran Karlović, .The cytotoxicity of RoekoSeal and AH plus compared during different setting periods. *J Endod*, 2005. 31(4). 307-9.
63. Sara A Alsubait , Reem Al Ajlan , Hala Mitwalli , Nour Aburaisi , Amer Mahmood , Manikandan Muthurangan , Randa Almadhri , Musaad Alfayez , Sukumaran Anil .Cytotoxicity of Different Concentrations of Three Root Canal Sealers on Human Mesenchymal Stem Cells. *Biomolecules*, 2018. 8(3).
64. Ricucci, D. and J.F. Siqueira, Jr., Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. *J Endod*, 2010. 36(1). 1-15.

65. Nicola M Grande , Gianluca Plotino, Andrea Butti, Fabio Messina, Cornelis H Pameijer, Francesco Somma. Cross-sectional analysis of root canals prepared with NiTi rotary instruments and stainless steel reciprocating files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2007. 103(1). 120-6.
66. J F Siqueira Jr , K C Lima, F A Magalhães, H P Lopes, M de Uzeda. Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *J Endod*, 1999. 25(5). 332-5.
67. Domenico Ricucci , José F Siqueira Jr, Anna L Bate, Thomas R Pitt Ford. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod*, 2009. 35(4). 493-502.
68. Cesar de Gregorio , Roberto Estevez, Rafael Cisneros, Avina Paranjpe, Nestor Cohenca. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *J Endod*, 2010. 36(7). 1216-21.
69. Rosenfeld, E.F., G.A. James, and B.S. Burch, Vital pulp tissue response to sodium hypochlorite. *J Endod*, 1978. 4(5). 140-6.
70. Aaron Burleson , John Nusstein, Al Reader, Mike Beck. The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *J Endod*, 2007. 33(7). 782-7.
71. Weller, R.N., J.M. Brady, and W.E. Bernier, Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod*, 1980. 6(9). 740-3.
72. Lumley, P.J., A.D. Walmsley, and W.R. Laird, Streaming patterns produced around endosonic files. *Int Endod J*, 1991. 24(6). 290-7.
73. Lussi, A., U. Nussbacher, and J. Grosrey, A novel noninstrumented technique for cleansing the root canal system. *J Endod*, 1993. 19(11). 549-53.
74. Walmsley, A.D., Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. *Int Endod J*, 1987. 20(3). 105-11.
75. Roy, R.A., M. Ahmad, and L.A. Crum, Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file. *Int Endod J*, 1994. 27(4). 197-207.
76. CJ, R. Advanced Endodontics: Endoactivator System. 2010.

77. H.PostleD.D.S., H., Ultrasonic cavity preparation. The Journal of Prosthetic Dentistry, 1958. 153-160.
78. L., B., Ultrasonic techniques in biology and medicine. 1967. 194-205.
79. V.StreetD.D.S., E., A critical evaluation of ultrasonics in dentistry. 1959. 132-141.
80. DD., Z., Recent ultrasonic dental studies including periodontia, without the use of an abrasive. Journal of Dental Research, 1955.
81. Johnson WN, W.J., Application of the ultrasonic dental unit to scaling procedures. Journal of Periodontology, 1957. 264-271.
82. RJ., R., The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. . JOURNAL OF MED DENT, 1957.
83. Martin, H., Ultrasonic disinfection of the root canal. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1976. 42(1). 92-9.
84. H Martin, W T Cunningham, J P Norris, W R Cotton. Ultrasonic versus hand filing of dentin: a quantitative study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1980. 49(1). 79-81.
85. Martin, H., W.T. Cunningham, and J.P. Norris, A quantitative comparison of the ability of diamond and K-type files to remove dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1980. 50(6). 566-8.
86. Martin, H. and W. Cunningham, Endosonic endodontics: the ultrasonic synergistic system. Int Dent J, 1984. 34(3). 198-203.
87. Martin, H. and W. Cunningham, Endosonics--the ultrasonic synergistic system of endodontics. Endod Dent Traumatol, 1985. 1(6). 201-6.
88. Moreno, A., Thermomechanically softened gutta-percha root canal filling. J Endod, 1977. 3(5). 186-8.
89. Joiner, H.L., M.L. Canales, and C.E. del Rio, Temperature changes in thermoplasticized gutta-percha: a comparison of two ultrasonic units. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1989. 68(6). 764-9.
90. Baumgardner, K.R. and K.V. Krell, Ultrasonic condensation of gutta-percha: an in vitro dye penetration and scanning electron microscopic study. J Endod, 1990. 16(6). 253-9.

91. Alexander K Deitch , Frederick R Liewehr, Lesley A West, William R Patton. A comparison of fill density obtained by supplementing cold lateral condensation with ultrasonic condensation. J Endod, 2002. 28(9). 665-7.
92. Zmener, O. and G. Banegas, Clinical experience of root canal filling by ultrasonic condensation of gutta-percha. Endod Dent Traumatol, 1999. 15(2).57-9.
93. C Amditis , S M Blackler, R W Bryant, G H Hewitt. The adaptation achieved by four root canal filling techniques as assessed by three methods. Aust Dent J, 1992. 37(6). 439-44.
94. G C Bailey , Y-L Ng, S A Cunnington, P Barber, K Gulabivala, D J Setchell. Root canal obturation by ultrasonic condensation of gutta-percha. Part II: an in vitro investigation of the quality of obturation. Int Endod J, 2004. 37(10). 694-8.
95. Schilder, H., A. Goodman, and W. Aldrich, The thermomechanical properties of gutta-percha. Part V. Volume changes in bulk gutta-percha as a function of temperature and its relationship to molecular phase transformation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1985. 59(3). 285-96.
96. Sabins, R.A., J.D. Johnson, and J.W. Hellstein, A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. J Endod, 2003. 29(10). 674-8.
97. M Ahmad, T R Pitt Ford, L A Crum, A J Walton. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance. J Endod, 1988. 14(10): p. 486-93.
98. Ruddle, C.J., Endodontic Triad for Success: The Role of Minimally Invasive Technology. Dent Today, 2015. 34(5). 76, 78-80.
99. Klaus W Neuhaus, Melanie Liebi , Simone Stauffacher , Sigrun Eick , Adrian Lussi . Antibacterial Efficacy of a New Sonic Irrigation Device for Root Canal Disinfection. J Endod, 2016. 42(12). 1799-1803.
100. Ruddle, C.J., Endodontic Disinfection: The Sonic Advantage. Dent Today, 2017. 36(6). 84, 86-7.
101. <https://bilgim.net/kok-kanal-aletleri>. Kök Kanal Aletleri.
102. Shah, N., N. Bansal, and A. Logani, Recent advances in imaging technologies in dentistry. World J Radiol, 2014. 6(10). 794-807.

103. E Cotti, P Vargiu, C Dettori, G Mallarini. Computerized tomography in the management and follow-up of extensive periapical lesion. *Endod Dent Traumatol*, 1999. 15(4). 186-9.
104. S Patel, A Dawood, E Whaites, T Pitt Ford. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J*, 2009. 42(6). 447-62.
105. KAPAKIN, K.A.T., Scanning- Elektron Mikroskobu. 2006. 55-58.
106. Dr. Güher Barut, P.D.F.H., Evaluation of the incidence and type of isthmus in mesial root canals of mandibular first and second molar teeth: a histological method. 2016.
107. F. AHMETOĞLU, Maksiller ve mandibular birinci molarlarda kök kanal istmusunun görülme sıklığı ve pozisyonunun in vitro bir ön çalışması. 2014.
108. Weller, R.N., S.P. Niemczyk, and S. Kim, Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesio Buccal root of the maxillary first molar. *J Endod*, 1995. 21(7). 380-3.
109. Bing Fan, Yihuai Pan, Yali Gao, Fang Fang, Qingsong Wu, James L Gutmann. Three-dimensional morphologic analysis of isthmuses in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod*, 2010. 36(11). 1866-9.
110. Carlos Estrela, Luiz Eduardo G Rabelo , João Batista de Souza , Ana Helena G Alencar, Cyntia R A Estrela , Manoel Damião Sousa Neto , Jesus Djalma Pécora . Frequency of Root Canal Isthmi in Human Permanent Teeth Determined by Cone-beam Computed Tomography. *J Endod*, 2015. 41(9). 1535-9.
111. Von Arx, T., Frequency and type of canal isthmuses in first molars detected by endoscopic inspection during periradicular surgery. *Int Endod J*, 2005. 38(3). 160-8.
112. Ryan P Matherne, Christos Angelopoulos, James C Kulild, Daniel Tira. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *J Endod*, 2008. 34(1). 87-9.

113. Fuat Ahmetoğlu, D., PhD,a Oğuzhan Altun, DDS, PhD,b, et al., Evaluating root and canal configuration of mandibular molars with cone-beam computed tomography in an eastern region of Turkish population. 2013.
114. Torabinejad, W., Endodonti Temel İlkeler ve Uygulamalar. 2011.
115. Li-na Z, W.-h.Q., Jin H. , Enstrümantasyondan önce ve sonra maksiller birinci küçük azı dişlerinin kanal isthmusundaki değişikliklerin koni ışınli bilgisayarlı tomografi çalışması. 2013.
116. Frank Paqué, Andres Laib, Hanspeter Gautschi, Matthias Zehnder. Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. J Endod, 2009. 35(7). 1044-7.
117. F Mannocci, M Peru, M Sherriff, R Cook, T R Pitt Ford. The isthmuses of the mesial root of mandibular molars: a micro-computed tomographic study. Int Endod J, 2005. 38(8). 558-63.
118. Unni Endal, Ya Shen, Arving Knut, Yuan Gao, Markus Haapasalo. A high-resolution computed tomographic study of changes in root canal isthmus area by instrumentation and root filling. J Endod, 2011. 37(2). 223-7.
119. Sina Haghanifar, Ehsan Moudi , Abbas Mesgarani , Ali Bijani , Naghi Abbaszadeh . A comparative study of cone-beam computed tomography and digital periapical radiography in detecting mandibular molars root perforations. Imaging Sci Dent, 2014. 44(2). 115-9.
120. S C White, K A Atchison, E R Hewlett, V F Flack. Efficacy of FDA guidelines for prescribing radiographs to detect dental and intraosseous conditions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1995. 80(1). 108-14.
121. Flares Baratto Filho, Suellen Zaitter, Gisele Aihara Haragushiku, Edson Alves de Campos, Allan Abuabara, Gisele Maria Correr .Analysis of the internal anatomy of maxillary first molars by using different methods. J Endod, 2009. 35(3). 337-42.
122. Lisha Gu, Xi Wei, Junqi Ling, Xiangya Huang. A microcomputed tomographic study of canal isthmuses in the mesial root of mandibular first molars in a Chinese population. J Endod, 2009. 35(3). 353-6.
123. Jesus Djalma Pécora, Carlos Estrela , Mike Reis Bueno , Olavo César Porto , Ana Helena Gonçalves Alencar , Manoel Damião Sousa-Neto , Cyntia

- Rodrigues de Araújo Estrela .Detection of root canal isthmuses in molars by map-reading dynamic using CBCT images. *Braz Dent J*, 2013. 24(6). 569-74.
124. Jérôme Michetti, Delphine Maret, Jean-Philippe Mallet, Franck Diemer. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod*, 2010. 36(7). 1187-90.
 125. Akitoshi Katsumata, Akiko Hirukawa, Marcel Noujeim, Shinji Okumura, Munetaka Naitoh, Masami Fujishita, Eiichiro Aiji, Robert P Langlais. Image artifact in dental cone-beam CT. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2006. 101(5). 652-7.
 126. Mol, A., Imaging methods in periodontology. *Periodontol 2000*, 2004. 34. 34-48.
 127. Pineda, F. and Y. Kuttler, Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1972. 33(1). 101-10.
 128. M T Sberna, G Rizzo, E Zacchi, P Capparè, A Rubinacci. A preliminary study of the use of peripheral quantitative computed tomography for investigating root canal anatomy. *Int Endod J*, 2009. 42(1). 66-75.
 129. O A Peters, A Laib, T N Göhring, F Barbakow. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod*, 2001. 27(1). 1-6.
 130. Paque, F., D. Ganahl, and O.A. Peters, Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod*, 2009. 35(7). 1056-9.
 131. Peters, O.A., C. Boessler, and F. Paque, Root canal preparation with a novel nickel-titanium instrument evaluated with micro-computed tomography: canal surface preparation over time. *J Endod*, 2010. 36(6). 1068-72.
 132. Jung, M., D. Lommel, and J. Klimek, The imaging of root canal obturation using micro-CT. *Int Endod J*, 2005. 38(9). 617-26.
 133. Swain, M.V. and J. Xue, State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci*, 2009. 1(4). 177-88.

134. David P Alfaro, N Dorin Ruse , Ricardo M Carvalho , Chris C Wyatt .Assessment of the Internal Fit of Lithium Disilicate Crowns Using Micro-CT. J Prosthodont, 2015. 24(5). 381-6.
135. Amanda Carneiro da Cunha, Mariana Marquezan , Inaya Lima , Ricardo Tadeu Lopes , Lincoln Issamu Nojima , Eduardo Franzotti Sant'Anna . Influence of bone architecture on the primary stability of different mini-implant designs. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2015. 147(1). 45-51.
136. Mahsa Eskandarinezhad, Naiemeh Shahveghar-Asl , Reza Sharghi , Sajjad Shirazi , Sahar Shakouie, Amin-Salem Milani , Esrafil Balaei . Sealing efficacy of mineral trioxide aggregate with and without nanosilver for root end filling: An in vitro bacterial leakage study. J Clin Exp Dent, 2017. 9(1). 27-33.
137. Pallav Mahesh Patni, Manoj Chandak , Pradeep Jain , Mona Jain Patni , Sumeet Jain , Prashant Mishra , Vikas Jain .Stereomicroscopic Evaluation of Sealing Ability of Four Different Root Canal Sealers- An invitro Study. J Clin Diagn Res, 2016. 10(8). ZC37-9.
138. Widcha Asawaworarit, Prapaporn Yachor, Kanittha Kijsamanmith, Noppakun Vongsavan . Comparison of the Apical Sealing Ability of Calcium Silicate-Based Sealer and Resin-Based Sealer Using the Fluid-Filtration Technique. Med Princ Pract, 2016. 25(6). 561-565.
139. Berkan Celikten , Ceren Feriha Uzuntas, Ayse Isil Orhan , Kaan Orhan , Pelin Tufenkci, Sebnem Kursun , Kemal Özgür Demiralp.Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: An In vitro Micro-CT study. Scanning, 2016. 38(2). 133-40.
140. Hammad, M., A. Qualtrough, and N. Silikas, Evaluation of root canal obturation: a three-dimensional in vitro study. J Endod, 2009. 35(4). 541-4.
141. Nilsun Bagis, Mehmet Eray Kolsuz, Sebnem Kursun , Kaan Orhan . Comparison of intraoral radiography and cone-beam computed tomography for the detection of periodontal defects: an in vitro study. BMC Oral Health, 2015. 15. 64.
142. Akitoshi Katsumata, Akiko Hirukawa, Shinji Okumura, Munetaka Naitoh, Masami Fujishita, Eiichiro Arijii, Robert P Langlais .Relationship between density variability and imaging volume size in cone-beam

- computerized tomographic scanning of the maxillofacial region: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009. 107(3). 420-5.
143. J B Ludlow, L E Davies-Ludlow, S L Brooks, W B Howerton . Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol*, 2006. 35(4). 219-26.
 144. John W Ballrick, J Martin Palomo, Edward Ruch, B Douglas Amberman, Mark G Hans .Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2008. 134(4). 573-82.
 145. P F Da Silveira, M P Fontana , H W Oliveira , M B Vizzotto , F Montagner , H L Silveira, H E Silveira . CBCT-based volume of simulated root resorption - influence of FOV and voxel size. *Int Endod J*, 2015. 48(10). 959-65.
 146. Dowker, S.E., G.R. Davis, and J.C. Elliott, X-ray microtomography: nondestructive three-dimensional imaging for in vitro endodontic studies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1997. 83(4). 510-6.
 147. Kim, I., K.S. Paik, and S.P. Lee, Quantitative evaluation of the accuracy of micro-computed tomography in tooth measurement. *Clin Anat*, 2007. 20(1). 27-34.
 148. J S Rhodes, T R Ford, J A Lynch, P J Liepins, R V Curtis. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J*, 1999. 32(3). 165-70.
 149. K Balto, R Müller, D C Carrington, J Dobeck, P Stashenko. Quantification of periapical bone destruction in mice by micro-computed tomography. *J Dent Res*, 2000. 79(1). 35-40.
 150. J F Siqueira Jr, I N Rôças , D Ricucci , M Hülsmann . Causes and management of post-treatment apical periodontitis. *Br Dent J*, 2014. 216(6). 305-12.
 151. O A Peters, A Laib, P Rügsegger, F Barbakow. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *J Dent Res*, 2000. 79(6). 1405-9.
 152. F B Teixeira, C L Sano, B P F A Gomes, A A Zaia, C C R Ferraz, F J Souza-Filho. A preliminary in vitro study of the incidence and position of the root canal

- isthmus in maxillary and mandibular first molars. *Int Endod J*, 2003. 36(4). 276-80.
153. D H Retief, S L Wendt, E L Bradley, F R Denys. The effect of storage media and duration of storage of extracted teeth on the shear bond strength of Scotchbond 2/Silux to dentin. *Am J Dent*, 1989. 2(5). 269-73.
 154. K C Titley, R Chernecky, P E Rossouw, G V Kulkarni. The effect of various storage methods and media on shear-bond strengths of dental composite resin to bovine dentine. *Arch Oral Biol*, 1998. 43(4). 305-11.
 155. H E Goodis, G W Marshall Jr, J M White, L Gee, B Hornberger, S J Marshall. Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. *Dent Mater*, 1993. 9(2). 79-84.
 156. Dental materials — Guidance on testing of adhesion to tooth structure. 1991. 1-16.
 157. Versiani MA , K.A., Mikro-CT teknolojisinin endodontide uygulamaları Springer Nature, 2020. 183 – 211.
 158. Qiong Xu, Ming-wen Fan, Bing Fan, Gary S P Cheung, Han-lin Hu. A new quantitative method using glucose for analysis of endodontic leakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2005. 99(1). 107-11.
 159. Shemesh, H., M.K. Wu, and P.R. Wesselink, Leakage along apical root fillings with and without smear layer using two different leakage models: a two-month longitudinal ex vivo study. *Int Endod J*, 2006. 39(12). 968-76.
 160. Wu, M.K., M.G. Bud, and P.R. Wesselink, 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 Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009. 108(6). 946-51.
 161. Baser Can, E.D., A. Keles, and B. Aslan, Micro-CT evaluation of the quality of root fillings when using three root filling systems. *Int Endod J*, 2017. 50(5). 499-505.
 162. Zvi Metzger, Raviv Zary, Raphaela Cohen, Ehud Teperovich, Frank Paqué. The quality of root canal preparation and root canal obturation in canals treated with rotary versus self-adjusting files: a three-dimensional micro-computed tomographic study. *J Endod*, 2010. 36(9). 1569-73.

163. Mandana Naseri, Ali Kangarlou, Atefeh Khavid, Mostafa Goodini. Evaluation of the quality of four root canal obturation techniques using micro-computed tomography. *Iran Endod J*, 2013. 8(3). 89-93.
164. A Keleş, H Alcin, A Kamalak, M A Versiani. Micro-CT evaluation of root filling quality in oval-shaped canals. *Int Endod J*, 2014. 47(12). 1177-84.
165. F Somma, G Cretella, M Carotenuto, R Pecci, R Bedini, M De Biasi, D Angerame. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J*, 2011. 44(4). 362-9.
166. Berkan Celikten , Ceren F Uzuntas, Ayse Orhan, Pelin Tufenkci, Melis Misirli, Kemal O Demiralp, Kaan Orhan. Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques. *J Oral Sci*, 2015. 57(4). 361-6.
167. Hyeon-Cheol Kim, Sang-Won Kwak, Gary Shun-Pan Cheung, Dae-Hoon Ko, Se-Min Chung, WooCheol Lee. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod*, 2012. 38(4). 541-4.
168. Elio Berutti, Giorgio Chiandussi, Davide Salvatore Paolino, Nicola Scotti, Giuseppe Cantatore, Arnaldo Castellucci, Damiano Pasqualini. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *J Endod*, 2012. 38(4). 505-9.
169. Rogério-Vieira Silva, Murilo-Priori Alcalde , Martinho-Campolina-Ribeiro Horta , Clarissa-Teles Rodrigues , Frank-Ferreira Silveira , Marco-Antônio Duarte , Eduardo Nunes . Root canal shaping of curved canals by Reciproc Blue system and Pro Taper Gold: A micro-computed tomographic study. *J Clin Exp Dent*, 2021. 13(2). 112-118.
170. S Bürklein, K Hinschitz, T Dammaschke, E Schäfer. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J*, 2012. 45(5). 449-61.
171. Matheus F da Frota, Camila G Espir, Fábio L C V Berbert, André A F Marques, Emílio C Sponchiado-Junior, Mario Tanomaru-Filho, Lucas F R Garcia, Idomeo Bonetti-Filho. Comparison of cyclic fatigue and torsional

- resistance in reciprocating single-file systems and continuous rotary instrumentation systems. *J Oral Sci*, 2014. 56(4). 269-75.
172. F R F Alves, I N Rôças, B M Almeida, M A S Neves, J Zoffoli, J F Siqueira Jr. Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *Int Endod J*, 2012. 45(9). 871-7.
173. Chow, T.W. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod*, 1983. 9(11). 475-9.
174. Mader C, B.J., Peters D, Kök kanal duvarlarındaki bulaşmış tabakanın taramalı elektron mikroskopik incelemesi. *Endodonti Dergisi* 10, 1984. 477-483.
175. McComb D, S.D. Endodontik prosedürlerden sonra kök kanallarının ön taramalı elektron mikroskopik çalışması. *Endodonti Dergisi* 1, 1975. 238-242.
176. D, S., Vital olmayan dişlerde mikroorganizmaların varlığı ve dağılımı *İngiliz Diş Dergisi* 3, 1964. 101-107.
177. Brännström M, N.H., Mikrobisidal florür solüsyonu ile kavite tedavisi: bakteri büyümesi ve pulpa üzerindeki etkisi. *Protez Diş Hekimliği Dergisi* 30, 1973. 303-310.
178. Goldberg F, A.A., EDTAC'ın kök kanalının dentin duvarları üzerindeki etkisinin analizi *Endodonti Dergisi* 3, 1977. 101-105.
179. Diamond A, C.R., Smear tabakası: onarıcı ilerlemenin gözden geçirilmesi. *Pedodonti Dergisi* 8 1984. 219-226.
180. Kennedy W, W.W., Gough R, Apikal sızıntı üzerinde smear tabakasını kaldırma etkileri *Endodonti Dergisi* 12, 1986. 21-27.
181. White, R.R., M. Goldman, and P.S. Lin, The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *J Endod*, 1984. 10(12). 558-62.
182. M S Berg, E L Jacobsen, E A BeGole, N A Remeikis. A comparison of five irrigating solutions: a scanning electron microscopic study. *J Endod*, 1986. 12(5). 192-7.
183. Marco Aurélio Versiani, Gustavo De-Deus, Jorge Vera, Erick Souza, Liviu Steier, Jesus D Pécora, Manoel D Sousa-Neto. 3D mapping of the irrigated

- areas of the root canal space using micro-computed tomography. *Clin Oral Investig*, 2015. 19(4). 859-66.
184. G De-Deus, C Murad, S Paciornik, C M Reis, T Coutinho-Filho. The effect of the canal-filled area on the bacterial leakage of oval-shaped canals. *Int Endod J*, 2008. 41(3). 183-90.
 185. Yamada R, A.A., Goldman M, Lin P. Birkaç irrigasyon solüsyonu ile yüksek hacimli bir son yıkamanın taramalı elektron mikroskopik karşılaştırması. *Endodonti Dergisi* 9 1983. 137 – 42
 186. Monika Marending , Frank Paqué, Jens Fischer, Matthias Zehnder. Impact of irrigant sequence on mechanical properties of human root dentin. *J Endod*, 2007. 33(11). 1325-8.
 187. Eugenio Pedullà, Carlo Genovese, Riccardo Messina, Giusy R M La Rosa, Giacomo Corsentino, Silvia Rapisarda, Maria T Arias-Moliz, Gianna Tempera, Simone Grandini. Antimicrobial efficacy of cordless sonic or ultrasonic devices on *Enterococcus faecalis*-infected root canals. *J Investig Clin Dent*, 2019. 10(4). e12434.
 188. Uroz-Torres, D., M.P. Gonzalez-Rodriguez, and C.M. Ferrer-Luque, Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. *J Endod*, 2010. 36(2). 308-11.
 189. Koichi Saito, Terry D Webb, Glen M Imamura, Gary G Goodell. Effect of shortened irrigation times with 17% ethylene diamine tetra-acetic acid on smear layer removal after rotary canal instrumentation. *J Endod*, 2008. 34(8). 1011-4.
 190. Calt, S. and A. Serper, Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod*, 2002. 28(1). 17-9.
 191. T Cem Sayin, Ahmet Serper, Zafer C Cehreli, Sukru Kalayci. Calcium loss from root canal dentin following EDTA, EGTA, EDTAC, and tetracycline-HCl treatment with or without subsequent NaOCl irrigation. *J Endod*, 2007. 33(5). 581-4.
 192. Boutsoukis, C., T. Lambrianidis, and E. Kastrinakis, Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: a Computational Fluid Dynamics study. *Int Endod J*, 2009. 42(2). 144-55.

193. Lei-Meng Jiang, Bram Verhaagen, Michel Versluis, Lucas W M van der Sluis. Influence of the oscillation direction of an ultrasonic file on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod*, 2010. 36(8). 1372-6.
194. van der Sluis, L., M.K. Wu, and P. Wesselink, Comparison of 2 flushing methods used during passive ultrasonic irrigation of the root canal. *Quintessence Int*, 2009. 40(10). 875-9.
195. W V Vilanova, J R Carvalho-Junior, E Alfredo, M D Sousa-Neto, Y T C Silva-Sousa. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J*, 2012. 45(1). 42-8.
196. Aline Wunderlich Rocha, Cíntia Dickel de Andrade, Vicente Castelo Branco Leitune, Fabrício Mezzomo Collares, Susana Maria Werner Samuel, Fabiana Soares Grecca, José Antônio Poli de Figueiredo, Regis Burmeister dos Santos. Influence of endodontic irrigants on resin sealer bond strength to radicular dentin. *Bull Tokyo Dent Coll*, 2012. 53(1). 1-7.
197. Maíra Prado, Helvécio M Santos Júnior, Claudia M Rezende, Angelo C Pinto, Roberto B Faria, Renata A Simão, Brenda P F A Gomes. Interactions between irrigants commonly used in endodontic practice: a chemical analysis. *J Endod*, 2013. 39(4). 505-10.
198. Giampiero Rossi-Fedele, Esma J Doğramaci, Andrea R Guastalli, Liviu Steier, Jose Antonio Poli de Figueiredo. Antagonistic interactions between sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA, and citric acid. *J Endod*, 2012. 38(4). 426-31.
199. Luis Eduardo Duarte Irala, Renata Grazziotin-Soares, Alexandre Azevedo Salles, Aline Zen Munari, Joseani Santos Pereira. Dissolution of bovine pulp tissue in solutions consisting of varying NaOCl concentrations and combined with EDTA. *Braz Oral Res*, 2010. 24(3). 271-6.
200. Kandaswamy, D. and N. Venkateshbabu, Root canal irrigants. *J Conserv Dent*, 2010. 13(4). 256-64.
201. Zbys Fedorowicz, Mona Nasser, Patrick Sequeira-Byron, Raphael Freitas de Souza, Ben Carter, Marc Heft. Irrigants for non-surgical root canal treatment in mature permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012(9). CD008948.

202. Ricucci D, S.J.J. Biyofilmler ve apikal periodontitis: klinik ve histopatolojik bulgularla prevalans ve ilişki çalışması. *Endodonti Dergisi* 36, 2010. 1277-1288.
203. María Teresa Arias-Moliz, Carmen María Ferrer-Luque, Miguel Espigares-García, Pilar Baca. Enterococcus faecalis biofilms eradication by root canal irrigants. *J Endod*, 2009. 35(5). 711-4.
204. Bonnie Retamozo, Shahrokh Shabahang, Neal Johnson, Raydolfo M Aprecio, Mahmoud Torabinejad. Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate Enterococcus faecalis. *J Endod*, 2010. 36(3). 520-3.
205. Lei-Meng Jiang, Michel A Hoogenkamp, Lucas W M van der Sluis, Paul R Wesselink, Wim Crielaard, Dong Mei Deng. Resazurin metabolism assay for root canal disinfectant evaluation on dual-species biofilms. *J Endod*, 2011. 37(1). 31-5.
206. Schilder, H., Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*, 1974. 18(2). 269-96.
207. S F C Souza, A C Bombana, C Francci, F Gonçalves, C Castellan, R R Braga. Polymerization stress, flow and dentine bond strength of two resin-based root canal sealers. *Int Endod J*, 2009. 42(10). 867-73.
208. U Sjogren, B Hagglund, G Sundqvist, K Wing. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod*, 1990. 16(10). 498-504.
209. Matheus Albino Souza, Marina Gabrieli Padilha Rauber, Natalia Zuchi, Laís Vargas Bonacina, Rafaela Ricci, Caroline Tumelero Dias, Karolina Frick Bischoff, Janessa Luiza Engelmann, Huriel Scartazzini Palhano. Influence of final irrigation protocols and endodontic sealer on bond strength of root filling material with root dentin previously treated with photodynamic therapy. *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 2019. 26. 137-141.
210. Orstavik, D., I. Nordahl, and J.E. Tibballs, Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater*, 2001. 17(6). 512-9.
211. Tagger, M., B. Greenberg, and G. Sela, Interaction between sealers and gutta-percha cones. *J Endod*, 2003. 29(12). 835-7.

212. Michael Tagger, Etty Tagger, Anthony H L Tjan, Leif K Bakland. Shearing bond strength of endodontic sealers to gutta-percha. *J Endod*, 2003. 29(3). 191-3.
213. Juan Camilo Villegas, Takatomo Yoshioka, Chihiro Kobayashi, Hideaki Suda. Obturation of accessory canals after four different final irrigation regimes. *J Endod*, 2002. 28(7). 534-6.
214. Siqueira, J.F., Jr. and I.N. Rocas, Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod*, 2008. 34(11). 1291-1301 e3.
215. Ricucci, D., S. Loghin, and J.F. Siqueira, Jr., Exuberant Biofilm infection in a lateral canal as the cause of short-term endodontic treatment failure: report of a case. *J Endod*, 2013. 39(5). 712-8.
216. Marco Antonio Hungaro Duarte, Marina Angélica Marciano, Rodrigo Ricci Vivan, Mario Tanomaru Filho, Juliane Maria Guerreiro Tanomaru, Josette Camilleri. Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications. *Braz Oral Res*, 2018. 32(suppl 1). e70.
217. G T M Candeiro, C Moura-Netto, R S D'Almeida-Couto, N Azambuja-Júnior, M M Marques, S Cai, G Gavini. Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer. *Int Endod J*, 2016. 49(9). 858-864.
218. Ceci Nunes Carvalho, Renata Grazziotin-Soares, George Táccio de Miranda Candeiro, Luis Gallego Martinez, Juliana Pereira de Souza, Patrícia Santos Oliveira, José Bauer, Giulio Gavini. Micro Push-out Bond Strength and Bioactivity Analysis of a Bioceramic Root Canal Sealer. *Iran Endod J*, 2017. 12(3). 343-348.
219. Niloofar Azadi, Arzhang Fallahdoost, Payman Mehrvarzfar, Hamid Rakhshan, Vahid Rakhshan. A four-week solubility assessment of AH-26 and four new root canal sealers. *Dent Res J (Isfahan)*, 2012. 9(1). 31-5.
220. M., R., *Bavarian Dental Journal*. 2004. 32-34.
221. Gordon, M.P., R.M. Love, and N.P. Chandler, An evaluation of .06 tapered gutta-percha cones for filling of .06 taper prepared curved root canals. *Int Endod J*, 2005. 38(2). 87-96.

222. Elaine Faga Iglecias, Laila Gonzales Freire, George Táccio de Miranda Candeiro, Marcelo Dos Santos, João Humberto Antoniazzi, Giulio Gavini. Presence of Voids after Continuous Wave of Condensation and Single-cone Obturation in Mandibular Molars: A Micro-computed Tomography Analysis. *J Endod*, 2017. 43(4). 638-642.
223. Cleonice Silveira Teixeira, Edson Alfredo, Luis Henrique de Camargo Thomé, Ricardo Gariba-Silva, Yara T Correa Silva-Sousa, Manoel Damião Sousa-Neto. Adhesion of an endodontic sealer to dentin and gutta-percha: shear and push-out bond strength measurements and SEM analysis. *J Appl Oral Sci*, 2009. 17(2). 129-35.
224. B P Huffman, S Mai, L Pinna, R N Weller, C M Primus, J L Gutmann, D H Pashley, F R Tay. Dislocation resistance of ProRoot Endo Sealer, a calcium silicate-based root canal sealer, from radicular dentine. *Int Endod J*, 2009. 42(1). 34-46.
225. Noushin Shokouhinejad, Mohammad R Sharifian, Maral Jafari, Mohammad A Sabeti. Push-out bond strength of Resilon/Epiphany self-etch and gutta-percha/AH26 after different irrigation protocols. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2010. 110(5). 88-92.
226. De Gee, A.J., M.K. Wu, and P.R. Wesselink, Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers. *Int Endod J*, 1994. 27(5). 239-44.
227. UYSAL, B., ÜÇ FARKLI NiTi KÖK KANAL ŞEKİLLENDİRME SİSTEMİNİN KÖK KANALI ANATOMİSİ ÜZERİNE ETKİSİNİN MİKRO- BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ 2014.
228. Cohen S, B.R., Pulpanın Yolları. Pathways of the Pulp. 5. Baskı, 1991. 215-216.
229. Wiemann, A.H. and L.R. Wilcox, In vitro evaluation of four methods of sealer placement. *J Endod*, 1991. 17(9). 444-7.
230. Avoy Kumar Dash, Shanin Farista, Abhilasha Dash, Ajinkya Bendre, Sana Farista. Comparison of Three Different Sealer Placement Techniques: An In vitro Confocal Laser Microscopic Study. *Contemp Clin Dent*, 2017. 8(2). 310-314.

231. Neslihan Şimşek, Ali Keleş, Fuat Ahmetoğlu, Levent Akinci, Kürşat Er. 3D Micro-CT Analysis of Void and Gap Formation in Curved Root Canals. *Eur Endod J*, 2017. 2(1): p. 1-5.
232. Mohammed Alshehri, Hadi M Alamri, Emad Alshwaimi, Omar Kujan. 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*, 2016. 38(4). 352-6.
233. Adriana Simionatto Guinesi, Gisele Faria, Mario Tanomaru-Filho, Idomeo Bonetti-Filho. Influence of sealer placement technique on the quality of root canal filling by lateral compaction or single cone. *Braz Dent J*, 2014. 25(2). 117-22.
234. Kauhanna Vianna de Oliveira, Bruno Marques da Silva, Denise Piotto Leonardi, Bruno Monguilhott Crozeta, Manoel Damião de Sousa-Neto, Flares Baratto-Filho, Marilisa Carneiro Leão Gabardo. Effectiveness of different final irrigation techniques and placement of endodontic sealer into dentinal tubules. *Braz Oral Res*, 2017. 31. e114.
235. F H Kahn, P A Rosenberg, L Schertzer, G Korthals, P N Nguyen. An in-vitro evaluation of sealer placement methods. *Int Endod J*, 1997. 30(3). 181-6.
236. M C Hall, D J Clement, S B Dove, W A Walker 3rd. A comparison of sealer placement techniques in curved canals. *J Endod*, 1996. 22(12). 638-42.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Cemre	Uyruğu	T.C.
Soyadı	CEYLAN KÜÇÜK	Tel no	
Doğum tarihi		e-posta	

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Antalya Anadolu Lisesi	2013
Lisans/Yüksek Lisans	Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2018
Doktora		

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)
Arş. Gör.	Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı	2019-2022

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı

Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)

Burslar-Ödüller:

Yayınlar ve Bildiriler: