

T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

**FARKLI KANAL PATLARIYLA DOLDURULMUŞ KÖK
KANALLARINDA OLUŞAN ARA YÜZEY
BOŞLUKLARININ 3D MİKRO BİLGİSAYARLI
TOMOĞRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Tuğba NALE

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Levent DEMİRİZ

ZONGULDAK

2017

T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

**FARKLI KANAL PATLARIYLA DOLDURULMUŞ KÖK
KANALLARINDA OLUŞAN ARA YÜZEY
BOŞLUKLARININ 3D MİKRO BİLGİSAYARLI
TOMOĞRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Tuğba NALE

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Levent DEMİRİZ

Bu tez çalışması Bülent Ecevit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir. Proje kodu: 2015-40069393-01

ZONGULDAK

2017

KABUL ve ONAY:

'FARKLI KANAL PATLARIYLA DOLDURULMUŞ KÖK KANALLARINDA OLUŞAN ARA YÜZEY BOŞLUKLARININ 3D MİKRO BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ' başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Pedodonti Anabilim Dalı uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

13.04.2017

Başkan: Doç. Dr. M. Murat Koçak

Üye: Yrd. Doç. Dr. Levent Demiriz

Üye: Yrd. Doç. Dr. Ebru Hazar Bodrumlu


Üye: Yrd. Doç. Dr. Simge Durmuşlar

Üye: Yrd. Doç. Dr. Volkan Arıkan

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

TARİH: 13.04.2017


Prof. Dr. Emre BODRUMLU
DEKAN

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca yardımını, desteğini ve bilgilerini esirgemeyen ve bu tezin oluşturulmasında çok büyük emekleri olan değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Levent Demiriz'e,

Tez örneklerinin hazırlanmasında değerli zamanlarını benimle paylaşan ve uzmanlık eğitimim boyunca yardımcı ve bilgilerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ebru Hazar Bodrumlu'ya,

Uzmanlık eğitimim boyunca bilimsel katkıları ve destekleri ile her konuda bana yardımcı olan, üzerimdeki desteğini hiçbir zaman esirgemeyen saygıdeğer hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Simge Durmuşlar'a,

Tez yazım aşamasındaki sorularımı bıkmadan usanmadan cevaplayan, tecrübe ve tavsiyelerini hiçbir zaman esirgemeyen ve her daim motivasyonumu artıran saygıdeğer hocalarım Sayın Prof. Dr. Emre Bodrumlu'ya, Sayın Doç. Dr. M. Murat Koçak'a, Sayın Doç. Dr. Baran Can Sağlam'a, Sayın Doç. Dr. Sevinç Aktemur Türker'e ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Evşen Ertem'e,

Tez çalışmamda mikro bilgisayarlı tomografi görüntü analizlerini yapan Sayın Yrd. Doç. Dr. Hakan Kamalak'a,

Tez çalışmamın istatistiksel değerlendirmesini yapan Sayın Yrd. Doç. Dr. Füzünan Köktürk'e,

Tez çalışmamda maddi destek sağlayan Bülent Ecevit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na,

Uzmanlık eğitimim sırasında karşılaştığım için kendimi şanslı saydığım ve hayatıma keyif katan canım dostlarım Ülkü Ordu'ya, Elif Nihan Atalay'a, Eda Eslemez'e, Mihriban Gökçek'e, Kaan Tazegül'e ve Şeyda Şentürk'e,

Sevgilerini ve dostluklarını her zaman hissettiğim, bana her an destek olan aynı bölümde her zorluğa birlikte katlanıp her sevinci birlikte yaşadığımız dostlarım Merve Ataş'a, Fulya Toroman'a, Fulden Şenyurt'a, Betül Akcabaş'a, aynı fakülteyi paylaştığım dostlarım Vildan Tek'e, Faruk Furkan Şahin'e, Gülçin Sevincay Cagay'a, birlikte çalıştığım Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti ABD yardımcı personellerine,

Üniversite hayatıma başladığım andan itibaren desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen canım dostum Fatih Ayçiçek'e,

Başarılarımla gururlanan, bugüne gelmemde büyük emekleri olan, herşeyimi borçlu olduğum ve varlıkları bana güç veren başta sevgili annem Ayşe Nale olmak üzere tüm aileme

sonsuz teşekkürlerimi saygı ve sevgilerimle sunarım.

Tuğba NALE

Nisan 2017, Zonguldak



ÖZET

Tuğba Nale, Farklı Kanal Patlarıyla Doldurulmuş Kök Kanallarında Oluşan Ara Yüzey Boşluklarının 3D Mikro Bilgisayarlı Tomografi İle Değerlendirilmesi. Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Zonguldak, 2017.

Başarılı bir endodontik tedavinin gerçekleştirilebilmesi, güta-perka ve kök kanal patından oluşan dolgu sisteminin örtücülük ve tıkama etkinliği ile doğrudan ilişkilidir. Güta-perka dentin yüzeyine bağlanamadığından kanal patlarında en çok aranan özelliklerden biri hem dentine hem de güta-perkaya sıkıca bağlanabilmesidir. MTA Fillapex ve Well Root ST bu amaçla geliştirilmiş kanal dolgu patlarından. Çalışmamızda 36 adet üst çene tek köklü daimi keser diş kullanılmıştır. Standardizasyon amacıyla her bir kök örneğinin uzunluğu 13 mm olacak şekilde dişlerin kron kısmı elmas separe frez ile uzaklaştırılmıştır. Her bir örnekte kök kanalları 10, 15 ve 20 numaralı K file eğeler kullanılarak step-back tekniği ile manuel olarak genişletilmiştir. Daha sonra Protaper Nikel Titanyum döner aletler ile kanal preparasyonları tamamlanmıştır. Kanal dolum yöntemi olarak soğuk lateral kondenzasyon tekniği tercih edilmiş ve her grupta ortak olarak 0.02 konik açılı 50 numaralı güta-perka konlar ana kon, 15-25 nolu güta-perka konlar ise yardımcı kon olarak kullanılmıştır. Hazırlanan 36 örnek eşit sayıda olmak üzere rastgele üç gruba ayrılmış ve her bir grupta AH Plus, MTA Fillapex ve Well Root ST kök kanal patlarından sadece bir tanesi kullanılmıştır. Örnekler daha sonra mikro bilgisayarlı tomografi ile kanallarda ortaya çıkan ara yüzey boşluklarını incelemek üzere araştırma laboratuvarına gönderilmiştir. Çalışmamızın sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her grupta farklı kök seviyeleri incelendiğinde MTA Fillapex grubunda apikal ile koronal üçlü arasındaki ($p=0.013$) ve Well Root ST grubunda apikal ile koronal üçlü arasındaki ($p=0.024$) fark anlamlı bulunmuştur. AH Plus gibi klinik başarısı pek çok farklı çalışmada gösterilmiş olan bir pat ile benzer düzeyde örtücülük gösteren MTA Fillapex ve Well Root ST patlarının, AH Plus'a alternatif olabileceği düşünülmektedir. Çalışma sonuçlarımızı destekleyen uzun dönem takipli klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Ara yüzey boşluğu, Micro BT, MTA Fillapex, Well Root ST.

ABSTRACT

Tuğba Nale, Evaluation of the interfacial gaps in the root canals filled with different sealers using 3D micro computed tomography. Bülent Ecevit University, Faculty of Dentistry, Department of Pedodontics, Master's Thesis, Zonguldak, 2017.

The ability to perform a successful endodontic treatment is directly related to the sealing and clogging effect of the filling system consisting of gutta-percha and root canal sealer. One of the most sought-after properties of root canal sealers since gutta-percha can not bind to the dentin surface is that it can be firmly bonded to both dentine and gutta-percha. MTA Fillapex and Well Root ST are developed for this purpose. In our study, 36 maxillar single rooted permanent incisor teeth were used. For the purpose of standardization, the crowns of the teeth were removed with a diamond separating disc as the length of each root sample was 13 mm. In each sample, the root canals were manually prepared by step-back technique using K file files 10, 15, and 20. Afterwards, canal preparation was completed with Protaper Nickel Titanium rotary instruments. Cold lateral condensation technique was preferred as root canal filling method. In each group, gutta-perka cones number 50 with a 0.02 conical angle were used as the main cone and 15-25 gutta-perka cones as auxiliary cones. 36 specimens were randomly divided into three groups with equal numbers and only one of the AH Plus, MTA Fillapex and Well Root ST root canal sealers was used in each group. The samples were then sent to the research laboratory to examine the interfacial voids that occurred in the canals with micro computed tomography. No statistically significant difference was found between the groups at the end of our study. When different root levels in each group were examined, the difference between the apical and coronal third ($p = 0.013$) in the MTA Fillapex group and apical to coronal triplet ($p = 0.024$) in the Well Root ST group was found significant. Clinical success of AH Plus has been shown in many different studies, MTA Fillapex and Well Root ST have similar coverage with AH Plus. Long term follow-up clinical trials supporting our outcome are needed.

Key Words: Interfacial gaps, Micro CT, MTA Fillapex, Well Root ST.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL ve ONAY:	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİL DİZİNİ	x
TABLO DİZİNİ	xi
GRAFİK DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi.....	3
2.1.1. Manuel Teknik.....	4
2.1.2. Geleneksel paslanmaz çelik kök kanal eğeleri.....	6
2.1.3. Nikel Titanyum Döner Aletler	7
2.1.3.1. Protaper sistemi	7
2.2. Smear Tabakası ve Debris	8
2.3. Kök Kanal İrrigasyonu	10
2.3.1. Sodyum Hipoklorit	11
2.3.2. Etilen Diamin Tetraasetik Asit	13
2.4. Kök Kanallarının Doldurulması	14
2.4.1. Kök Kanal Dolum Yöntemleri.....	14
2.4.1.1. Soğuk Lateral Kondenzasyon Tekniği	15
2.4.2. Kor Materyaller.....	16
2.4.2.1. Güta-Perka.....	17
2.4.3. Kök Kanal Dolgu Patları.....	18
2.4.3.1. Polimerler	20
2.4.3.1.1. AH Plus	20
2.4.3.1.2. Biyoseramik Esaslı Patlar	21
2.4.3.2.1. MTA Fillapex.....	24
2.4.3.2.2. Well Root ST	24

2.5. Kök Kanal Sisteminde Oluşan Ara Yüzey Boşluklarını Değerlendirme	
Yöntemleri.....	25
2.6. Mikro Bilgisayarlı Tomografi	27
2.6.1. Görüntü Rekonstrüksiyonu	28
2.6.2. CTAn Software Programı	29
2.6.3. Mikro bilgisayarlı tomografinin kullanım alanları	29
3. GEREÇ VE YÖNTEM	31
3.1. Örneklerin Hazırlanması	31
3.1.1. Dişlerin Seçilmesi	31
3.1.2. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi	32
3.1.3. Kök Kanal Sisteminin Doldurulması	34
3.2. Mikro Bilgisayarlı Tomografi Analizi	37
3.3. Mikro BT ile taranan numunelerin ara yüzey boşluklarının ölçülmesi ve verilerin elde edilmesi	37
3.4. İstatistiksel Analiz	41
4. BULGULAR.....	43
4.1. AH Plus, MTA Fillapex ve Well Root ST Gruplarının Tüm Kök Kanal Sistemi, Koronal, Orta ve Apikal Üçlüde Oluşan Ara Yüzey Boşluk Hacmi Yüzdeleri Yönünden Karşılaştırılmasına Ait Bulgular	43
4.2. Koronal, Orta ve Apikal Üçlü Bölümlerinde Oluşan Ara Yüzey Boşluk Hacmi Yüzdelerinin Her Bir Deney Grubu İçerisinde Birbirleriyle Karşılaştırılmasına Ait Bulgular.....	45
5. TARTIŞMA	50
6. SONUÇLAR	62
7. KAYNAKLAR	64
8. EKLER.....	86
Ek 1: Etik Kurul Onayı.....	86
ÖZGEÇMİŞ	88

ŞEKİL DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Mikro bilgisayarlı tomografi şematik diagramı	28
Şekil 2. Şekillendirme sırasında kullanılan paslanmaz çelik el eğeleri	33
Şekil 3. Şekillendirme sırasında kullanılan Protaper Nikel Titanyum Asorti set, F4 ve F5 eğeler	33
Şekil 4. Şekillendirme sonrasında kullanılan kağıt konlar.....	33
Şekil 5. Dolum sırasında kullanılan GP (#45-#80) Asorti Set.....	34
Şekil 6. AH Plus kanal patı	35
Şekil 7. MTA Fillapex kanal patı.....	36
Şekil 8. Well Root ST kanal patı.....	36
Şekil 9. Cam iyonomer siman	36
Şekil 10. Mikro bilgisayarlı tomografi cihazı	37
Şekil 11. Taranmış olan örnek	38
Şekil 12. Hazırlamış olduğumuz örneğin ortalama boyutu.....	38
Şekil 13. Hazırlamış olduğumuz örneğin mine-sement çizgisinden apikale kadar olan bölümü	39
Şekil 14. Hazırlamış olduğumuz örneğin ortalama 12 mm görüntüsü	39
Şekil 15. İncelenen örneğe ait kök kanal sistemi ve kanal dolununun renklendirilmiş üç boyutlu görüntüsü.....	40
Şekil 16. İncelenen örneğe ait toplam kanal hacminin ve boşluk hacminin renklendirilmiş üç boyutlu görüntüsü.....	41
Şekil 17. AH Plus grubuna ait taranmış ve rekonstrükte edilmiş örnek görüntü.....	47
Şekil 18. MTA Fillapex grubuna ait taranmış ve rekonstrükte edilmiş örnek görüntü	48
Şekil 19. Well Root ST grubuna ait taranmış ve rekonstrükte edilmiş örnek görüntü	49

TABLO DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 1: Biyoseramik esaslı kanal patlarına örnekler	23
Tablo 2: Çalışmada kullanılan gruplar, örnek sayısı, şekillendirme eğesi ve kanal patları	35
Tablo 3: AH Plus, MTA Fillapex ve Well Root ST gruplarında tüm kökte ve kök bölümlerinde oluşan ortalama boşluk hacmi yüzdelerinin dağılımları	44
Tablo 4: AH Plus, MTA Fillapex ve Well Root ST gruplarının kendi içlerinde koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri arasında yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçları	46



GRAFİK DİZİNİ

Tablo

Sayfa

Grafik 1: AH Plus, MTA Fillapex ve Well Root ST gruplarının kendi içlerinde koronal, orta ve apikal uçlü bölgeleri arasında yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçlarını gösteren grafik	46
---	----



SİMGELER VE KISALTMALAR

AHP	AH Plus
CTAn	CT-Analizatörü
EDTA	Etilen diamin tetraasetik asit
Mikro BT	Mikro bilgisayarlı tomografi
MTA	Mineral trioksit agregat
MTAS	Mineral trioksit agregat sealer
NaOCl	Sodyum hipoklorit
SEM	Stereo elektron mikroskop
MTAF	MTA Fillapex
WRST	Well Root ST

1.GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin amacı, kök kanal sistemindeki enfekte doku artıklarının uzaklaştırılması, kök kanalının şekillendirilmesi ve üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurulmasıdır (1). Bu amaçla güta-perka (GP) ve bir kanal patının birlikte kullanılması endodontik tedavide temel bir uygulama haline gelmiştir. GP dentin yüzeyine bağlanamadığından kanal patlarında en çok aranılan özelliklerden biri patın hem dentine hem de GP'ya sıkıca bağlanabilmesidir (2). GP ile birlikte AH serisine ait rezin esaslı patların kullanımı geniş çapta kabul görmüş ve AH Plus bu seride iyi örtücülük ve dentin duvar adaptasyonu özellikleri ile kullanımı tercih edilen ve önerilen bir kök kanal dolgu patı olmuştur (3). Ancak bu konunun değerlendirildiği farklı çalışmalarda AH Plus kanal dolgu patının örtücülük özelliğinin ideal seviyelerde olmadığı ve GP/AH Plus kök kanal dolgu sisteminin tam bir tıkama sağlayamadığı rapor edilmiştir (4-6).

Mineral trioksit agregat (MTA) kök tamir materyali olarak ilk kez 1993 yılında önerilmiştir (7). MTA'nın başarılı bir örtücülüğü olduğuna dair birçok çalışma verisi sunulmuş ve kök ucu dolumu, apeksifikasyon, kök rezorpsiyonu tamiri, koronal bariyer ve kök kanal dolum materyali olarak kullanımı önerilmiştir (8-10). MTA'nın belirtilen bu etkili tıkama ve örtücülük özelliğinden faydalanılması amacıyla içeriğinde MTA, salisilat rezin, dilüe rezin, natural rezin, bizmut trioksit, nano partiküllü silika ve çeşitli pigmentler bulunan MTA Fillapex (Angelus, Londrina-Parana, Brazil) kanal dolgu patı sunulmuştur. Üretici firma tarafından MTA Fillapex kanal dolgu patının uzun dönem etkili bir örtücülük sağladığı öne sürülse de (11) yapılan bir çalışmada bu materyalin de ideal bir tıkama sağlamadığı rapor edilmiştir (12).

Son zamanlarda diş dokularının desteklenmesi amacıyla, biyoseramik esaslı kök kanal patlarının kullanımı endodontide yer edinmeye başlamıştır (13). Biyoseramikler, alüminyum ve zirkonyum oksit, biyoaktif cam, cam seramikler, kaplamalar ve kompozitler, hidroksiapatit ve rezorbe olabilen kalsiyum fosfatlar ile radyoterapi camları içermektedir (14).

Kök kanalları biyoseramik esaslı patlar ile doldurulduğunda osteoindüktif etkilerinden dolayı kanalı sementoid doku ile fiziksel bir kapanmaya teşvik eder. Bu olaya endodontik grefting denir. Endodontik greftleme ile kök kanalı sürekli olarak doku sıvılarıyla temas halinde olsa bile kalıcı olarak korunmuş olur (15).

Biyoseramik esaslı kanal patlarının kullanımı; materyalin osteoindüktif, hidrofilik, adesiv olma ve kök kanal duvarlarına kimyasal olarak bağlanabilme özellikleri sebebiyle, uzun vadede mikrosızıntı ve kök kanal dolum materyali ile diş yapıları arasında oluşabilecek kalıntıları elimine etmede etkili bir yaklaşımdır (15, 16).

Son zamanlarda üretilen biyoseramik esaslı kanal dolgu patlarından biri ise Well Root ST'dir. Üretici firmanın açıklamalarına göre Well Root ST (Vericom Co., Gangwon-Do, Korea) yüksek antibakteriyel özelliğe sahip, dentine kimyasal bağlanma yeteneği gösteren, sertleşme sırasında büzülme, sertleşme sırasında ve sonrasında yüzeyinde hidroksiapatit kristalleri oluşan ve biyoyumlu bir materyaldir (17). Materyal yeni üretilip piyasaya sunulduğu için literatürde materyalin örtücülük ve tıkama kabiliyetinin değerlendirildiği bir çalışma henüz yayınlanmamıştır.

Çalışmamızda AH Plus, MTA Fillapex ve Well Root ST patları ile doldurulmuş kanallarda ortaya çıkan ara yüzey boşluklarının üç boyutlu mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro BT) ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilerek, patların örtücülük ve tıkama kabiliyetlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızın sonucunda, AH Plus gibi kliniklerde genel olarak tercih edilen patlara alternatif olarak sunulmuş MTA Fillapex ve Well Root ST patlarının; tıkama ve örtücülük kabiliyeti açısından avantajlı sonuçlar sergilemeleri beklenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Kök kanal tedavisinin başarısında kök kanalının şekillendirilmesi, temizlenmesi ve ardından kanal boşluğunun sızdırmaz bir şekilde doldurulması gibi faktörler rol oynamaktadır (18). Kök kanal boşluğunun çalışma boyuna kadar üç boyutlu olarak doldurulmasıyla sağlanan (19) örtücülük ile kök kanal boşluğunda şekillendirme ve yıkama sonrasında arda kalan irritanların izolasyonu, oral kavite ve periradikuler dokulardan gelecek mikrosızıntının engellenmesi için en önemli bileşenler olarak tanımlanmıştır (18). Kök kanal sisteminde kanal dolumu sonrası ortaya çıkan ara yüzey boşlukları, ileri dönemde yeni enfeksiyonların gelişmesi yönünden hazırlayıcı etken olarak değerlendirilmektedir. Sonuç olarak kullanılan kanal dolgu materyalinin etkili tıkama kabiliyeti, oluşabilecek boşlukların minimal seviyede kalmasını sağlayacaktır (20).

2.1.Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Kök kanal tedavisi, kron ve kökteki pulpa dokusunun çıkartılarak kök kanallarının şekillendirilmesini takiben oluşan boşluğun kontaminasyon riskine karşı biyouyumlu bir materyalle kök ucuna kadar doldurulması işlemidir (21). Kök kanal preparasyon metodları ve kullanılan enstrümanlar kanal tedavisinin sonuçlarını etkilemektedir (22).

Literatürde kök kanallarını şekillendirmek amacıyla çeşitli yöntemler önerilmiştir. Bu yöntemler üç grup altında toplanabilir (23) :

1. Manuel olarak yapılan şekillendirme teknikleri (Step-Back Tekniği, Standart Genişletme Tekniği, Balanslı Kuvvet (Roane) Tekniği, Crown-Down Tekniği, Step-Down Tekniği)
2. Döner aletlerin kullanıldığı şekillendirme teknikleri
3. Hibrit teknik: Yukarıda yer alan tekniklerin bir kaçının bir arada kullanılmasıyla geliştirilen teknikler.

2.1.1. Manuel Teknik

- a. Step-back Tekniği: Bu teknikte apikal sonlanmada sıkışan en kk numaralı kanal eğesi başlangıç kanal eğesidir. Çalışma boyu belirlendikten sonra en az üç büyük alete kadar kanallar genişletilir. Genişletme sırasında kullanılan nc eğeye apikal ana eğe denir. Bu eğeden sonra kullanılan her kanal eğesi sırayla çalışma boyundan 1 mm kısa olacak şekilde koronale doğru şekillendirme yapılır (21).
- b. Standart Genişletme Tekniği: Çalışma boyu belirlendikten sonra standart kanal eğeleri ile numara sırasına göre kanalların genişletilmesi işlemidir. Bu teknik kullanılarak standart şekle ve taper açısına sahip kanal preparasyonları elde edilmiş olacaktır (24).
- c. Balanslı Kuvvet Tekniği (Roane yöntemi): Balanslı kuvvet tekniği 1985 yılında tanımlanmıştır (25). Bu teknikte kurvatrn olumsuz etkileri ortadan kaldırılarak daha büyük enstrümanların kullanılabilmesi için saat dönüşü yönünde ve tersi yönde ufak hareketlerle preparasyon yapılır. Bu yöntemle aşırı eğri kanallarda ideal bir preparasyon yapılabilir fakat preparasyonlar çok geniştir ve aletler kırılmaya yatkındır (21).
- d. Crown-down Tekniği: Bu teknikte öncelikli olarak kanalın koronal kısmı genişletilmektedir, kanal eğeleri büyükten kge doğru kullanılır (26).

Günümüzde kullanılan birçok döner kanal aleti, üretici firma nerileri dahilinde bu şekillendirme yöntemi esas alınarak kullanılmaktadır. Öncelikli olarak kök kanalının koronal üçte bir bölgesi şekillendirilir ve bu amaçla sırasıyla 0.10, 0.08 ve 0.06 konisiteye sahip eğeler kullanılır, sonrasında orta üçte birlik kısma geçilir ve 0.04 konisitede çapları giderek küçülen eğeler kullanılarak bu bölge şekillendirilir. Son olarak 0.02 veya 0.04 konisitede eğeler ile apikal üçte bir

şekillendirilerek işlem tamamlanır (27). Kullanılan aletler apikal bölgeye ulaşmadan önce koronal alandaki debris ve mikroorganizmalar temizlendiği için apikal foramenden taşma riski ortadan kalkmıştır (24).

- e. Step-down Tekniği: Bu teknikte öncelikli olarak koronal bölüm genişletilir, bu sebeple aletler apikal bölgede daha rahat hareket etmektedir ve irrigasyon solüsyonlarının etkinliği artmaktadır. Ek olarak koronal bölgedeki enfekte dokuların ve mikroorganizmaların apikale taşması bu teknikle önlenmektedir. Ancak step-down tekniğinde dar kanallarda basamak oluşumu, apikal bölgede tıkanma ve perforasyon gibi riskler mevcuttur (21).

Kök kanallarının şekillendirilmesinde kullanılan aletlerin sınıflandırılması şu şekilde yapılabilir (29) :

1. Elle kullanılan kök kanal eğeleri
 - a) Kerr (K) ve Hedström (H) tipi paslanmaz çelik eğeler, K tipi reamerlar, Rasp (R) tipi eğeler
 - b) Nikel-titanyum el eğeleri
2. Düşük hızda kullanılan döner kök kanal aletleri
 - a) Gates-Glidden frezler ve Peeso Reamerlar
3. Yüksek hızda kullanılan döner aletler:
 - a) ProFile (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, İsviçre), ProTaper (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Lightspeed (Lightspeed Technology Inc., San Antonio, Teksas, A.B.D.), Mtwo (VDW, Münih, Almanya), K3 (SybronEndo, West Collins, CA, A.B.D.), RaCe (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre), GT Files (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, İsviçre), HERO 642 (Micromega, Besançon, Fransa), Quantec (Analytic Endodontics, Meksika), FlexMaster (VDW, Münih, Almanya), Twisted Files (Sybron Endo, Orange, CA, A.B.D.), Endosequence (Brasseler, Savannah,

GA), Revo-S (Micro-Mega, Besançon, Fransa), NiTi Tee (Sjöding Sendoline, Kista, İsveç), v.b.

4. Düzlemsel bir hareket ile çalışan kanalın şekline uyum gösteren Ni-Ti eğe:
 - a) Self-Adjusting File (SAF, ReDent-Nova, Raanana, İsrail)
5. Motorla çalışan resiprokasyon yapan aletler
 - a) Giromatic adlı başlığa yerleştirilen Endo-Eze (Ultradent, South Jordan, Utah, A.B.D.) eğe sistemi
6. Sonik ve ultrasonik aletler
 - a) Ultrasonikler: Cavi-Endo (Caulk/Dentsply, Milford, DE), Enac (Osada, Tokyo, Japonya), EMS Piezon Master 400 (Electro medical Systems [EMS], Vallée de Joux, İsviçre)
 - b) Sonikler: Sonic Air MM 1500 (Micro Mega, Prodonta, Geneva, İsviçre), Megasonic 1400 (Megasonic corp, House Springs, MO), Endostar (Syntex Dental Products, Valley Forge, PA).

2.1.2. Geleneksel paslanmaz çelik kök kanal eğeleri

Geleneksel paslanmaz çelik kök kanal eğeleri, kanalların genişletilmesi ve şekillendirilmesinde en çok kullanılan aletlerdir. Tellerin burulması veya aşındırılmasıyla imal edilmektedirler (21).

K tipi enstrümanlar: 1915 yılında ilk kez üretilen eğeler imalatçı firmanın adıyla Kerr eğeleri; K-tipi eğeler olarak adlandırılmışlardır (28). K-tipi eğeler saat yönünde çeyrek dönüş yaptırılıp kanaldan geri çekilerek kullanılır (29). Ayrıca artan spiral sayısı ile aletin esnekliği de arttırılmaktadır (21).

Hedström (H-tipi) enstrümanlar: Yuvarlak kesitli çubuğun makine ile kesilmesiyle oluşturulmuştur. Konik kesici kenarları dentine dik açı yaparak çekme hareketi ile dentin duvarlarında etkili bir kesme yapar ancak itme hareketi sırasında abrasiv etkisi yoktur (30).

2.1.3. Nikel Titanyum Döner Aletler

2.1.3.1. Protaper sistemi (Dentsply / Maillefer, Ballaigues, Switzerland)

Protaper sistemi crown-down tekniğiyle kullanılır. 3 adet şekillendirici eğe (S1, S2, Sx) ve preparasyonun derin formu ile apikal şekillendirmeyi sağlayan 3 adet bitirici eğe (F1, F2, F3) den oluşur. S1 mor halkaya sahiptir ve uç kısmının çapı 0.185 mm'dir, kanalın koronal kısmını genişletmek için tasarlanmıştır. S2 ise beyaz halkaya sahiptir, uç kısmının çapı 0,2 mm'dir, kanalın orta üçlüsünü genişletmek üzere tasarlanmıştır. Sx ise 0.19 mm uç kısma sahiptir. Şekillendirici ilk 3 eğe, preparasyonun yapıldığı kök kanalının özel bölümlerinde kontrollü bir kesme etkinliği gösteren, kesici kısım boyunca artan taper açısıyla karakterizedir. Bitirici eğerler F1, F2, F3; sarı, kırmızı, mavi halkalarla belirlenmişlerdir. 0.20 mm, 0.25 mm, 0.30 mm olarak sıralanan D0 çaplarına sahip olup apikal preparasyonun tamamlanabilmesi için apikal 3 mm'de sabit bir tapera sahiptir (31).

Protaper sistemiyle preparasyon tekniği (32):

Shaping File Sx : Çok kısa kanallarda şekillendirme için, uzun kanallarda ise koronal üçlünün prepare edilmesi için kullanılır.

Shaping File S1: Koronal üçlünün genişletilmesinde kullanılır.

Shaping File S2: Orta üçlünün genişletilmesinde kullanılır.

Finishing File (F1, F2, F3) : Apikal üçlünün preparasyonu için kullanılır.

Shaper tipi eğerler kök kanalının koronal ve orta üçlüsünü genişletmek için dizayn edildiklerinden artan taper açısına sahiptirler, fakat Finisher tipi eğerler kök kanalının apikal üçlüsünü genişletmek ve kanala son şeklini vermek için dizayn edildiklerinden azalan taper açılara sahiptirler. Azalan taper nedeniyle eğerlerin apikal üçlüsü daha geniştir (32).

Preparasyon basamakları (32) ;

- 1) 10 numaralı K-tipi eğe ile rehber yol oluşturulur.
- 2) Sx ile koronal preparasyon yapılır. (Kısa kanallarda tahmini kanal boyunun $\frac{3}{4}$ 'ünü geğmeyecek şekilde, uzun kanallarda ise direnęle karşılaşıncaya kadar ilerletilerek preparasyon yapılmalıdır)
- 3) Kanal uzunluğu tespit edilip ęalıřma boyu hesaplanır.
- 4) S1 ve S2 ęalıřma boyuna kadar ilerletilerek kullanılır.
- 5) F1 ęalıřma boyuna kadar kullanılır.
- 6) Standart el aletleriyle apikal foramenin genişliği tespit edilir. Eğer apikal foramen 20 nolu eğeden daha geniş ise F2 ve F3 kullanılır.

F1 ęalıřma boyunda kullanıldıktan sonra 20 numaralı el eğesi apikale kadar ilerliyor fakat 25 numaralı eğe ilerlemiyor ise kanal preparasyonu tamamlanmış demektir. Eğer 25 no.lu eğe apikale kadar ilerliyorsa F2 ęalıřma boyunda kullanılmalıdır. Preperasyon sonrasında 25 no.lu eğe apikale kadar ilerliyor fakat 30 no.lu eğe ilerlemiyorsa preparasyon tamamlanmış demektir. Eğer 30 no.lu kanal eğesi de apikale kadar ilerliyorsa F3 ile preparasyon tamamlanır (32).

2.2. Smear Tabakası ve Debris

Smear tabakası, ilk kez 1975'te McComb ve ark. (33) tarafından tanımlanmıştır, kök kanal sisteminin temizlenmesi ve şekillendirilmesi sırasında, mikroorganizma ve artıklarından, organik pulpa artıklarından ve inorganik dentin yapısından oluşan amorf, düzensiz, ęamurumsu bir yapıdır. Smear tabakası yüzeyel ve derin olmak üzere iki kısımdan oluşur (34). Yüzeyel smear tabakası dentin yüzeyine gevřekęe tutunur. İntertbler dentini ve dentin tübüllerinin üzerini örter. Bu tabakanın kalınlığı 1-2 μm 'dir. Derin smear tabakası dentin tübüllerinin içerisine doğru ilerler, kalınlığı 1-40 μm arasında değişir (35). Debris ise dentin talaşlarını, canlı/cansız pulpa artıklarını içeren ve genellikle enfekte olup kök kanal duvarına yapışan bir tabakadır (36).

Araştırmacılar, kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında oluşan smear tabakasının uzaklaştırılması için değişik işlemler önermektedirler. Smear tabakasının uzaklaştırılması gerektiğini savunan araştırmacılar, irrigasyon solüsyonunun etkinliğini azaltmasının yanısıra, bakterilerin kolay bir şekilde üremeleri açısından konak olması ve dentin tübüllerine geçişlerini kolaylaştırması nedenleriyle bu tabakanın kaldırılması gerektiğini savunmuşlardır (37-39). Diğer taraftan, bazı araştırmacılar ise, smear tabakasının dentin tübüllerine bakterilerin geçişini engellediği ve metabolitlere karşı bariyer oluşturması nedeni ile bu tabakanın kaldırılmaması gerektiğini savunmuşlardır (40, 41).

Smear tabakasının kendisinin de geçişgen olduğu ve albumin gibi daha büyük moleküllerin smear tabakasına penetre olabildikleri bildirilmiştir. Bu nedenle bu tabaka bakteriler için kesin bir engel değildir. Bazı bakterilerle oluşturulan proteolitik enzimlerin smear tabakayı parçalaması sonucu, dolgu materyali ve kanal duvarları arasında bir aralık oluşabilmektedir. Bunun da diğer bakterilerin sızmasına ve ürünlerinin lateral kanallara ve periapikal dokulara geçmesine neden olabileceği ileri sürülmüştür (42).

White ve ark. (43) tarafından yapılan bir çalışmada SEM analizi sonuçlarına göre; smear tabakası varlığında kök kanal dolgu maddelerinin dentin tübüllerine penetrasyonunun engellendiği sonucuna varılmıştır. Kök kanal duvarlarındaki smear tabakası, patların adezyonu ve penetrasyonuna engel oluşturarak fiziksel bir bariyer meydana getirir. Okşan ve ark. (44) smear tabakası kaldırılmadığında kullanılan kanal dolgu maddesinin dentin tübüllerine penetrasyonunu saptayamazken, smear tabakasının kaldırıldığı grupta 40-60 μm ' lik penetrasyonlar tespit etmişlerdir.

Smear tabakasının kök kanal dolgu maddeleri ile dentin yüzeyi arasında zaman içerisinde sızıntıya sebep olması nedeniyle endodontik tedavi tamamlanmadan bu tabakanın uzaklaştırılması gerektiği bildirilmiştir. Buna ilave olarak, smear tabakası tamamen uzaklaştırılabilirse kök kanal dolgu maddelerinin tübüllere penetrasyonunun artması sebebiyle mikrosızıntının da minimuma ineceği öne sürülmüştür (45,46).

Shahravan ve ark. (47)'lerinin yaptığı, smear tabakasının kaldırılması ve mikrosızıntı arasındaki ilişkinin değerlendirildiği 26 çalışmayı (1975-2005) içeren derlemede, çalışmaların %53,8'inde smear tabakasının kaldırılmasının fark yaratmadığı, %41,7'sinde smear tabakasının kaldırılmasının olumlu sonuçlar verdiği ve %4,7'sinde ise bu tabakanın uzaklaştırılmaması gerektiğine dair sonuçların rapor edildiği bildirilmiştir. Bununla birlikte Saleh ve ark. (48) kök kanal patlarının açığa çıkmış dentin tübüllerine penetrasyon göstermedikleri ve tübüler penetrasyon gösteren tüm patların da bağlanma dayanımlarının yüksek olmadığını bildirmişlerdir.

Smear tabakasının uzaklaştırılması için sadece mekanik şekillendirme yapılması yetersizdir, uzaklaştırılması için irrigasyon solüsyonları da kullanılmalıdır. Smear tabakasında, NaOCI organik kısmı uzaklaştırabilmek için tercih edilirken etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) gibi şelasyon ajanları ise inorganik kısmını uzaklaştırabilmek için tercih edilmektedir (49). EDTA dentindeki kalsiyum iyonuna bağlanarak suda çözünebilir kalsiyum şelatları meydana getirir. EDTA'nın kimyasal olarak smear tabakasını kaldırdığı, kanal dentinini yumuşattığı ve dentin geçirgenliğini arttırdığı düşünülmektedir. Smear tabakasının inorganik ve organik komponentlerinin etkin bir şekilde uzaklaştırılması için EDTA ve sodyum hipoklorit (NaOCI)'nin birlikte kullanımı önerilmektedir (50).

2.3. Kök Kanal İrrigasyonu

Kök kanal tedavisi esnasında kanal içerisindeki nekrotik doku artıkları, bakteri ve bakteri ürünlerinin uzaklaştırılabilmesi için mekanik temizleme ile birlikte irrigasyonun da etkin bir şekilde yapılması gerekir (51). İrrigasyon, mekanik temizleme esnasında bakteri ve bakteri toksinlerinin eliminasyonu amacıyla kullanılmaktadır (52).

Kullanılan irrigasyon solüsyonunun birtakım etkileri bulunmaktadır (53):

1. Kök kanal sistemindeki organik ve inorganik yapıları çözer.
2. Kök kanal sistemindeki enfekte yumuşak ve sert doku artıklarını fiziksel ve kimyasal olarak uzaklaştırır.
3. Kanal içi dezenfektanların etkinliğini artırır.

4. Kayganlaştırıcı etki sağlayarak kanal aleti ile çalışmayı kolaylaştırır.
5. Mikroorganizmaların besin kaynağı olan organik debrisleri uzaklaştırarak kök kanallarında bulunan mikroorganizma sayısı ve tipini azaltır.

İrrigasyon konusunda yapılan çalışmalarda, paslanmaz çelik veya NiTi el aletlerinin kullanılıp kullanılmadığına bakılmaksızın, mekanik enstrümantasyonun kök kanallarını yeterince dezenfekte edemediği sonucuna varmıştır (39,54). İrrigasyon solüsyonlarının mikrobiyotayı yok etmesi gerekmektedir ve bu amaçla birçok irrigasyon solüsyonu üretilmiştir (23).

Günümüzde endodontik tedavilerde kullanılan irrigasyon solüsyonları şunlardır (55):

1. Asitler ve şelasyon ajanları
 1. Asitler
 2. Sıvı şelasyon ajanları
 3. Visköz şelasyon ajanları
 4. Tetrasiklinler
 5. MTAD
 6. Tetraclean
2. Alkalin solüsyonlar
 1. Sodyum hipoklorit
 2. Kalsiyum hidroksit
3. Oksitleyici solüsyonlar
 1. Oksijenli su
 2. Karbamid peroksit
4. Klorheksidin
5. Q-Mix

2.3.1. Sodyum Hipoklorit

Sodyum hipoklorit, organik artıklara karşı iyi bir çözücü etki göstermesi (53), düşük yüzey gerilimi nedeniyle dentin tübüllerine nüfuz edebilmesi (56), kolay temin edilebilmesi ve ucuz olması (57) özellikleri ile kliniklerde kullanımı en çok tercih edilen irrigasyon solüsyonudur (53). NaOCl'in pH değeri 10-12 arasındadır ve bu yüksek pH

değeri bakterilerin sitoplazmik membranında, hücre metabolizması ve lipid peroksidasyonunda bozulmalara yol açmaktadır (58).

NaOCl'nin antibakteriyel ve doku çözücü etkinliğinden sorumlu olan klorin, stabil değildir ve doku çözünmesinin ilk fazında ortalama ilk 2. dakikada hızlı bir şekilde metabolize olur. Bu nedenle irrigasyonun sürekli olarak yenilenmesi gereklidir (59). NaOCl, nekrotik dokular üzerinde etkili bir çözücü özelliğe sahip olup, keratinize epitel dışındaki tüm canlı dokuları eritme özelliğine sahiptir (60). NaOCl'in kanaldaki artıkları ve mikroorganizmaları etkili bir şekilde uzaklaştırabilmesi için direkt temasta olması gerekmektedir (61).

Estrela ve ark. (58)'lerinin raporuna göre NaOCl şu şekilde reaksiyon gösterir:



(Sodyum Hipoklorit + Su ↔ Sodyum Hidroksit + Hipokloröz asit ↔ Sodyum iyonu + Hidroksit iyonu + Hidrojen iyonu + Hipoklorit)

Sodyum hipokloritin organik dokular üzerindeki etkisi bu dengede yer alan hipokloröz aside bağlıdır. Hipokloröz asit çözülemeyen proteinlerle reaksiyona girerek, çözülebilir yapıda polipeptid, amino asit ve diğer yan ürünlerin oluşumunu sağlayarak etkisini göstermektedir (62).

Hand ve ark. (63) tarafından NaOCl'nin değişen konsantrasyonları ile dentin yüzeyindeki organik doku çözme etkinliği arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir çalışmada % 1' lik ve % 0,5' lik NaOCl solüsyonunun organik dokular üzerinde çözücü etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir. Zehnder ve ark. (64) ise, NaOCl'in %1 gibi düşük konsantrasyonlarda bile nekrotik pulpa dokusu üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Haapasalo ve ark. (65) ise dentin artıklarının bulunduğu ortamda %1'lik NaOCl'in *E. faecalis* üzerindeki etkisinin azaldığını rapor etmişlerdir.

Ayhan ve ark. (66), %0,5 ve %5,25'lik NaOCl'in *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli* ve *Candida albicans* üzerindeki antimikrobiyal etkilerini karşılaştırmış ve %5,25'lik

konsantrasyonunun tüm mikroorganizmalara karşı etkili olduğunu, %0,5'lik konsantrasyonun ise belirgin derecede düşük bir etki yarattığını bildirmişlerdir.

Pulpa artıklarının uzaklaştırılması amacıyla kullanılan NaOCl, yüzeye zayıf bağlanan organik ve nekrotik artıkların uzaklaştırılmasında oldukça etkilidir (38). Toksisitesi ile konsantrasyonunun doğru orantılı olarak arttığı bilinen NaOCl kök kanallarında etkili olurken, komşu dokular ile temasta irritasyon oluşturabilir (67).

2.3.2. Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA)

EDTA solüsyonu ilk kez Nygaard-Østby tarafından dentini yumuşatıp kök kanal tedavisini kolaylaştırmak amacıyla önerilmiştir (68). Günümüzde kemomekanik işlemleri etkili kılmak, smear tabakasını uzaklaştırmak, dentin duvarlarının dezenfeksiyonunu artırmak amacıyla kullanılmaktadır (55). Kök kanal yüzeyine bir dakika veya daha kısa süre EDTA solüsyonu uygulandığında, smear tabakasının uzaklaştırılabildiği bildirilmiştir. Etkisinin uzun süre devam ettirilebilmesi amacıyla, yavaş irrigasyon önerilmektedir (69). EDTA'nın % 10 - % 17 arasındaki konsantrasyonlarının kullanımı bildirilmiş olmasına karşın en sık kullanılan konsantrasyonu % 17'dir (70).

EDTA, dentin yapısındaki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girerek çözünebilir kalsiyum şelatları oluşturur (55), peritübüler ve intertübüler dentini dekalsifiye ederek kollajeni açığa çıkarır, açığa çıkan kollajen ise NaOCl uygulaması sonrası çözülür ve dentin tübüllerinin ağzı genişler (71).

Smear tabakasının kaldırılabilmesi amacıyla genel olarak tavsiye edilen metot, %17'lik EDTA'nın 1 dk boyunca kök kanal sistemine uygulanmasının ardından son irrigasyon olarak %5'lik NaOCl kullanımınıdır (71-73). Bunun nedeni smear tabakasının hem organik hem de inorganik debrisleri içermesi ve EDTA'nın inorganik dokuları çözmesinin ardından ortamda kalan organik artıkların NaOCl ile çözülerek uzaklaştırılması gerektiğidir (73).

2.4. Kök Kanallarının Doldurulması

Kök kanal tedavisinde güncel görüş kanalların mekanik olarak temizlenmesinin ardından irritan özellik taşımayan bakterisid ilaçlarla yıkanması ve yine toksik olmayan dolgu ve patlarla üç boyutlu olarak doldurulmasıdır (21). Kök kanal dolumu için seçilen materyal, tedavinin başarısını ve başarısızlığını belirleyen en önemli faktörlerden biridir (74).

Kök kanal boşluğunun doldurulması amacıyla günümüze kadar pek çok farklı materyal önerilmiştir. Kök kanal sisteminin doldurulması işleminde ise genel olarak bir kor materyal ve kanal dolgu patı beraber kullanılmaktadır. Kor materyalin dışında kullanılan patlar her teknik için gereklidir ve sızdırmazlığın kazanılmasına yardımcı olurlar (20). Patlar, kor materyal ile duvarlar arasında kalan boşlukları ve kanal düzensizliklerini dolduran; bu sayede başarılı bir iyileşmede önemli bir rolü üstlenen materyallerdir. Kanal dolgu patları sağladıkları bu avantajlar nedeni ile katı kanal dolgu maddeleri ile beraber kullanımları kuvvetle önerilen materyallerdir (21).

2.4.1. Kök Kanal Dolum Yöntemleri

Kök kanal sisteminin doldurulması amacıyla günümüze kadar pek çok farklı yöntem önerilmiştir. Kanal dolumu amacıyla kullanılan her bir tekniğin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Kök kanallarının doldurulması için günümüze kadar önerilen farklı yöntemler arasında en çok tercih edilen yöntemlerden biri soğuk lateral kondenzasyon tekniğidir (21).

Kök kanal dolgu yöntemleri dolgu materyali olarak GP kullanıldığında şu şekilde sınıflandırılabilir (20) :

- 1) Soğuk güta-perkanın kullanıldığı teknikler
 - a) Soğuk Lateral Kondenzasyon Tekniği
 - b) Tek kon tekniği
- 2) Kimyasal olarak yumuşatılmış güta-perkanın kullanıldığı teknik
 - a) Kloroform, okalptol, halotan (Kişisel konlar)

- 3) Isı ile yumuşatılmış gütta-perkanın kullanıldığı teknikler
 - a) Vertikal sıkıştırma tekniği (Schilder tekniği)
 - b) Sistem B devamlı dalga sıkıştırma tekniği
 - c) Lateral/vertikal sıkıştırma
 - i) EndotecII (Medidenta International Inc. 39-23, 62nd St Flushing, NY)
 - ii) Inject-R-Fill (Miltex Corporation)
 - d) Parçalı sıkıştırma tekniği
 - e) McSpadden termomekanik sıkıştırma tekniği
 - f) Termoplastik enjeksiyon teknikleri
 - i) Obtura II (Sybron Endo)
 - ii) Ultrafil 3D (Coltene/Whaledent, Inc.)
 - iii) Ultrasonik plastisizasyon
 - g) Taşıyıcı esaslı teknik
 - i) Thermafil (Dentsply, Tulsa Dental Products, Tulsa, OK)
 - ii) Herofill (MicroMega, Besançon, Fransa)
 - iii) Simplifill (Lightspeed Technology Inc. San Antonio, TX)
 - iv) Successfill (Coltene/Whaledent, Inc.)

2.4.1.1. Soğuk Lateral Kondenzasyon Tekniği

Soğuk lateral kondenzasyon tekniğinde, çalışma boyuna kadar uzanan standart üretim ana kon kök kanalı içine yerleştirildikten sonra yardımcı konlar, spreader ile kanal duvarlarına doğru olacak şekilde basınçla sıkıştırılır (75). Bu işlem sırasında sadece hafif bir basınç uygulanmalıdır. Kon sıkıştırılabilir bir materyal değildir ve 1,5 kg'dan az olan basınçlar kök kırığına neden olabilirler (20). Spreader ana kon yerleştirildikten sonra uygulandığında çalışma boyundan 2 mm daha geride olacak şekilde yerleştirilmelidir (76). Bu tekniğin kullanılmasından önce kanallar konik formda şekillendirilmeli ve kanal ucunda belirgin bir apikal bariyer olmalıdır (28). Kanal ağzından taşan kon fazlalıkları ön dişlerde mine-sement birleşimi seviyesinde, arka dişlerde kanal ağzının 1 mm altında olacak şekilde ısıyla uzaklaştırılır ve koronal kısımdaki kon uygun bir plugger ile vertikal olarak sıkıştırılır (77). Bu teknikle kolaylıkla çalışma boyu kontrolü sağlanabilir (78). Bu tekniğin dezavantajları, kök kanalındaki düzensizliklerin ideal seviyede doldurulamaması (79), uygulandığında

kök kanalında homojen bir dolgu oluşmaması ve kullanılan konların arasındaki boşluğun pat ile dolmasının beklenmesidir (20).

2.4.2. Kor Materyaller

Kök kanal sisteminin doldurulması amacıyla çeşitli kor materyalleri önerilmiş olsa da GP kullanımı hala güncelliğini korumaktadır. Grossman tarafından belirtilen ideal kor materyalin özellikleri şu şekilde sıralanmıştır (80) :

1. Kolay manipüle edilmeli ve geniş bir çalışma zamanı olmalı
2. Yerleştirildikten sonra büzülmemeli, boyutsal olarak stabil olmalı
3. Apikal ve koronal olarak kanalı örtmeli, kompleks kanal içi anatomiye uymalı
4. Periapikal dokuları irrite etmemeli
5. Nemden etkilenmemeli ve gözeneksiz olmalı
6. Doku sıvılarından etkilenmemeli, korozyona ve oksidasyona uğramamalı
7. Bakteri gelişimini engellemeli
8. Radyopak olmalı ve radyografide kolayca ayırt edilmeli
9. Diş dokularını renklendirmemeli
10. Steril olmalı
11. Gerekli olduğunda kanaldan kolayca uzaklaştırılabilmeli

Bununla birlikte Grossman tarafından belirtilen ideal kor materyali özelliklerini günümüze kadar hiçbir kor materyali tamamıyla karşılayamamıştır (20).

Günümüze kadar klinik kullanıma sunulmuş kor materyaller üç grup altında toplanabilir (81):

- 1-Gümüş Koni
- 2-Güta-perka
- 3-Sentetik Polimerler
 - Resilion
 - RealSeal

- SimpliFill
- InnoEndo
- Resinate

Bu materyallerin arasında en yaygın olarak kullanılan ise GP'dır (81).

2.4.2.1.Güta-Perka (GP)

GP kök kanal dolgu materyali olarak tanıtıldığı günden bu yana endodontide "Altın Standart" olarak kabul edilmektedir (5). Pek çok araştırmacıya göre iyi adapte edilmiş GP ve kanal dolgu patı ile oluşturulmuş etkili tıkama başarı için optimum şans yaratmaktadır (3). Günümüze kadar GP'dan daha iyi özelliklere sahip olması amacıyla sayısız ürün geliştirilmiş veya GP'nın özellikleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Fakat hiçbir materyal GP kadar başarılı olmamış veya tercih edilmemiştir (82).

İçeriğinde yaklaşık %20 GP, %65 çinko oksit, %10 radyoopasite sağlayıcı (metal tuzu) ve %5 plastize edici (mum, rezin) maddeler vardır (20). GP'nın alfa ve beta fazı olmak üzere iki kristal fazı olduğu belirtilmiştir (83). GP ısıtılmamış beta fazındayken katı ve sıkıştırılabilir. Ancak materyal ısıtıldığında alfa fazına geçer ve bu sayede esneklik özelliğini kazanarak basınç uygulandığında akışkan hale geçebilir. Alfa fazının dezavantajı bu faza geçen materyalin sertleşme sırasında büzülmesidir (84). Beta fazındaki gutta-perka 42-44°C'de alfa fazına dönüşürken, 56-64°C'de amorf hale gelir (85). GP'nın yumuşama derecesi 64°C, erime derecesi 100°C, parçalanma derecesi ise 150°C'dir (86).

GP, toksisitesinin düşük olması nedeniyle biyoyumlu bir materyal olarak kabul edilmektedir (87). GP'nın en önemli avantajları plastisite, kolay manipülasyon, minimal toksisite, radyoopasite ve ısı ya da solventlerle kolayca yerleştirildiği yerden çıkartılabilmesidir. Dezavantajları ise dentine adezyon eksikliği ve ısıtıldığı zaman soğurken büzülmesidir (20). GP'nın dentin duvarına adezyon kabiliyeti olmaması nedeniyle kanal dolgu işlemlerinde her zaman bir kanal dolgu patına ihtiyaç duyulmuştur (88). Evans ve ark. (89), kök kanal sisteminin hangi yöntemle doldurulmuş olduğu farketmeksizin, GP ile dentin dokusu arasında adezyon

oluşmadığını bildirmişlerdir. GP'nin adezyon yeteneğinin olmaması sonucu potansiyel doldurulamamış boşluklar koronal sızıntı ve kök kanal sisteminin enfekte olması gibi sonuçlar doğurarak endodontik tedavinin başarısız olmasına neden olmaktadır (90).

GP konlar standart ve standart olmayan şekillerde üretilir (83). Konlar, üretici firmalar tarafından farklı ölçülerde (uzunluk, boyut, açı) hazırlanmaktadır. Renk kodlaması ile hazırlanmış ve enstrümanların şekillerine uyum göstererek, 10 numaradan 140 numaraya kadar standardize edilmiş konlar günümüzde sıkça kullanılmaktadır (91). Kök kanallarının şekillendirilmesinde kullanılan, farklı koniklik gösteren döner aletlere uyum sağlayacak şekilde GP'lar da üretilmektedir. Firmalar kendi genişletme sistemleri ile uyumlu GP konlar veya obturasyon sistemlerini de beraberce sunmaktadır (21).

GP konları ısı ile sterilize edilememesine rağmen bu konu ile ilgili yapılan bir çalışmada GP kullanımı öncesi % 5,25 NaOCI içinde 1 dakika bekletilmesi ile yeterli sterilizasyonun elde edilebileceği belirtilmiştir (61).

GP konlarının hem birbirleri ile hem de dentin duvarı ile bağlantı oluşturamamaları nedeniyle bu konların kök kanal patları ile kombine edilerek kullanılmaları gerekmektedir (20). Günümüze kadar; çinko oksit öjenol, paraformaldehit, cam iyonomer, kalsiyum hidroksit ve polimer içerikli pek çok kanal dolgu patı piyasaya sürülmüştür (21,92) Ancak günümüze kadar üretilmiş kanal dolgu patlarının hiçbiri istenilen özelliklerin hepsini birden sağlayamamış ve her birinin kendine ait avantaj ve dezavantajları olmuştur (21,92).

2.4.3. Kök Kanal Dolgu Patları

Kök kanal dolgu patları, dentin duvarları ve kullanılan kor materyali arasında oluşan boşlukların doldurulması ve kor materyalin dentin duvarına bağlanması amacıyla kullanılmaktadır. Patlar ayrıca kök kanal sisteminde yer alan düzensizlikleri, lateral ve aksesuar kanalları doldurur. Bu işlevi ile birlikte kök kanal patları dolum

sırasında kayganlık sağlar (20). Kor materyallerinde olduğu gibi kök kanal patları için de farklı alternatifler kliniklerde kullanım amacıyla sunulmuştur.

Grosman (1988) ideal pat özelliklerini şu şekilde belirtmiştir (80):

1. Kor materyal ve dentin duvarları arasında iyi bir adezyon oluşturabilmesi için karıştırıldığında yapışkan özellik sergilemeli
2. Hermetik örtücülük sağlamalı
3. Radyopak olmalı
4. Likit ile kolayca karışabilmesi için toz yapısı ince olmalı
5. Uygulama sırasında büzülmemeli
6. Diş yapısını renklendirmemeli
7. Bakterisit, bakteriyostatik özellik göstermeli
8. Yavaş sertleşmeli
9. Doku sıvılarında çözülmemeli
10. Doku uyumu olmalı, periapikal dokuları irrite etmemeli
11. Kök kanal dolununun kaldırılması gerekirse solventler içerisinde çözünebilmeli ve kolayca uzaklaştırılabilmeli

Kök kanal dolgu patları aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (81) :

- 1) Çinko Oksit Esaslılar
 - a) Çinko Oksit öjenol
 - b) İlaçlı Olanlar
 - i) Paraformaldehit içerenler
 - ii) Paraformaldehit içermeyenler
 - c) Öjenolsüz Çinko Oksit
- 2) Polimerler
 - a) Epoksi Rezin
 - b) Metakrilat Rezin
 - c) Poliketon (polivinil) polimer
 - d) Silikon Polimer

- 3) Kalsiyum Hidroksit Esaslılar
- 4) Cam İyonomer Esaslılar
- 5) Biyoseramik Esaslılar
 - a) Kalsiyum-silikat-fosfat içerenler
 - b) Mineral Trioksit Agregat İçerenler

2.4.3.1. Polimerler

Boyutsal olarak stabil, kolay hazırlanan, uzun çalışma zamanına sahip polimer yapıdaki patların tıkama ve adezyon özellikleri de oldukça iyidir. Çözünürlükleri az olan bu patlar radyopak ve biyouyumludurlar. Epoksi rezin, metakrilat rezin, poliketon (polivinil) polimer ve silikon polimer olmak üzere polimer yapıdaki patlar temel olarak dört alt bölümde incelenebilirler (81). AH Plus kanal dolgu patı, polimer esaslı patlar içerisinde klinik kullanım amacıyla genel olarak tercih edilen ve hala güncelliğini koruyan bir pattır (93).

2.4.3.1.1. AH Plus

AH Plus kanal dolgu patı, A ve B patı olmak üzere iki pattan oluşan rezin esaslı bir kanal dolgu maddesi olarak sunulmuştur. A patı içerisinde epoksi reçine, kalsiyum tungstat, zirkonyum oksit, aerosil, demir oksit bulunur. B patı ise adamantan amin, N-dibenzil-5-oksanon-diamin-1,9, TCD-diamin, kalsiyum tungstat, zirkonyum oksit, aerosil ve silikon yağı içermektedir. Kısaca A Patı epoksi rezin içerirken, B Patı amin türevidir. Daha önce üretilmiş olan AH 26'dan farklı olarak bu patta aminler karışırken formaldehit gazı açığa çıkmaz (27).

Çift patlı sistem olarak sunulmasının nedeni çabuk ve kolay karıştırma açısından AH 26'daki toz/likit sisteme göre avantaj sağlamaktır. A ve B patları eşit hacimde kullanılır. Çalışma süresi 23°C ortamda minimum 4 saattir (21). AH Plus'ın sertleşme süresinin 37 °C ve % 100 nemli ortamda 500 dk. olduğu rapor edilmiştir (94). AH Plus'un radyoapasitesi AH26 ile kıyaslandığında daha fazladır (95).

AH Plus sertleşirken formaldehit açığa çıkarmadığı için kısa ve uzun dönemdeki toksisitesi AH 26'ya göre daha azdır (96). Kanala kolay yerleştirilmesi amacıyla hafif tiksotropik olarak hazırlanmıştır (21). Çalışmalarda kısa dönemde ideal doku cevabına neden olmadığı gösterilse de biyouyumluluk açısından altın standart olarak kabul edilmesi gerektiği öne sürülmüştür (97). Yapılan mikrosızıntı çalışmalarında (98, 99), AH Plus kanal dolgu patının örtücülük özelliğinin başarılı sonuçlar ortaya koyduğu rapor edilmiştir. Buna ilave olarak, AH Plus'dan sonra piyasaya sürülmüş rezin esaslı Resilon Epiphany veya EndoRez gibi kök kanal patlarına göre üstün örtücülük sergilediği de vurgulanmıştır (99). Zemin esaslı patların smear tabakası varlığında kök kanal dentinine adaptasyonunun yetersiz olabileceği bildirilmiş olsa da (100), AH Plus'ın smear tabakası varlığında yeterli sayılabilecek bir örtücülük sergileyebildiği yapılan bir çalışmada belirtilmiştir (101).

2.4.3.2. Biyoseramik Esaslı Patlar

Biyoseramikler medikal ve dental kullanım için spesifik olarak tasarlanmış seramik materyallerdir. Alümina, zirkonya, bioaktif cam, cam seramik, hidroksiapatit ve kalsiyum fosfat içerirler. Biyoseramikler çoğunlukla eklem ya da doku replasmanı ve biyouyumluluğu geliştirmek için metal implantları kaplama gibi ortopedik tedavilerde kullanılır. Ek olarak, kalsiyum fosfat bazlı materyaller gibi pöröz seramikler kemik grefti yerine kullanılırlar. Biyoseramik teknolojisinin diş hekimliğinde ve tıpta popüler hale gelmesi ile biyoseramik esaslı patların önemi de giderek artmıştır (14).

Biyoseramik materyaller, bioaktif ya da bioinert olarak sınıflandırılırlar ve bu sınıflandırmanın nedeni materyalin etrafındaki canlı dokularla olan etkileşim fonksiyonudur (102). Cam ve kalsiyum fosfat gibi bioaktif materyaller daha dayanıklı dokuların oluşmasını teşvik etmek için çevre dokularla etkileşime geçerken (103), zirkonya ve alümina gibi bioinert materyaller çevre dokularda göz ardı edilebilir bir cevap oluştururlar. Ancak oluşan bu cevabın efektif biyolojik ya da fiziksel bir etkisi yoktur (102). Bioaktif materyaller stabilite özelliklerine göre kendi içlerinde doku yıkımına uğrayan ya da uğramayanlar olarak iki alt grupta sınıflandırılırlar (104).

Kalsiyum fosfat içeren biyoseramik esaslı patların apikal tıkama, adaptasyon, dentin tübüllerini tıkama, adezyon, kohezyon ve morfolojik görünüm açısından başarılı olduğu öne sürülmüştür (105). Buna ilave olarak, bu patların etkili bir dentin duvar adaptasyonu sağladıkları bildirilmiştir (106). Sağladığı avantajlar nedeni ile kalsiyum fosfat içeren biyoseramik esaslı patların, pulpa kaplaması (107), apikal bariyer oluşumu, periapikal defekt tamiri (108) ve bifurkasyon perforasyon onarımı (109) amacıyla endodontik tedavilerde kullanımı önerilmiştir.

Kök kanal patı olarak biyoseramik materyallerin kullanımı ile ilişkili iki önemli avantaj vardır. Birincisi, biyoyumlulukları ile çevre dokularda muhtemel oluşabilecek olumsuz reaksiyonları önlemektedir (103). İkincisi, biyoseramik malzemeler, sertleşme özelliklerini arttıran kalsiyum fosfat içermektedir. Bu sayede kök dentini ile temasa geçen pat yapısında diş ve kemik apatit malzemelerine benzer bir kimyasal bileşim gerçekleşerek patın kök dentinine bağlanması gelişmektedir (16). Bununla birlikte, bu materyallerin önemli dezavantajı ise sertleştikten sonra, geç retreatment veya post yeri hazırlığı için kök kanal sisteminden uzaklaştırılmalarının zor olmasıdır (110).

Biyoseramik esaslı patların kök dentinine bağlanma mekanizması bilinmemektedir; bununla birlikte, kalsiyum silikat esaslı patlar için aşağıdaki mekanizmalar ortaya atılmıştır:

(1) Mekanik kenetlenme için pat parçacıklarının dentin tübüllerine difüzyonu (tubuler difüzyon) gerçekleşir (111).

(2) Patın mineral içeriğinin intertübüler dentinin içine infiltrasyonu gerçekleşir (112,113).

(3) Dentin nemi varlığında kalsiyum silikatların reaksiyonuyla üretilen kalsiyum silikat hidrojel ve kalsiyum hidroksit ile fosfatın kısmi reaksiyonu sonucu mineral infiltrasyon bölgesi boyunca hidroksiapatit oluşumu gerçekleşir (114).

Piyasaya farklı markalarda biyoseramik esaslı kök kanal patları sunulmuş olsa da bu patların etkinliklerinin değerlendirilmesi amacıyla etkinliklerinin saptanması ileri laboratuvar ve klinik testlerin yapılmasını gerektirmektedir. Temel bileşenlerine göre sınıflandırılmış, ticari olarak bulunabilen biyolojik kökenli bir dizi kök kanal patı Tablo 1’de tanımlanmaktadır (104).

Tablo 1. Biyoseramik esaslı kanal patlarına örnekler.

Tip	Ürün Adı	Üretici	İçerik
Kalsiyum Silikat Esaslı Patlar	iRoot SP	Innovative BioCeramix Inc., Vancouver, Canada	Zirkonyum oksit, kalsiyum silikat, kalsiyum fosfat, kalsiyum hidroksit, doldurucular, kalınlaştırıcı ajanlar
	EndoSequence BC Sealer	Brasseler USA, Savannah, GA, USA	
MTA Esaslı Patlar	MTA Fillapex	Angelus, Londrina, PR, Brazil	Salisilate rezin, dilue edici rezin, doğal rezin, bizmut trioksit, nano partiküllü silika, MTA, ve renklendiriciler
	Endo CPM Sealer	Egeo, Buenos Aires, Argentina	propilen glycol aljinat, sodyum sitrat, kalsiyum klorit ve aktif içerikler
	MTA Angelus	Angelus, Londrina, PR, Brazil	Trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, trikalsiyum aluminat, tetrakalsiyum aluminoferrit, bizmut oksit, demir oksit, kalsiyum karbonat, magnezyum oksit, kristalize silika, ve kalıntılar (kalsiyum oksit, serbest magnezyum oksit ve potasyum ve sodyum sulfat içerikleri)
	ProRoot Endo Sealer	DENTSPLY Tulsa Dental Specialties	Toz: trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, kalsiyum sulfat, bizmut oksit ve az miktarda trikalsiyum aluminat Likit: visköz sulu solüsyon-Çözülebilir polimer
Kalsiyum Fosfat Esaslı Patlar	Sankin apatite root canal sealer (I, II ve III)	Sankin Kogyo, Tokyo, Japan	Toz: Sankin apatit tip I’in içinde alfa-trikalsiyum fosfat ve hidroksi, tip II

			(30%) ve tip III (5%) tozuna iodoform eklenmiştir Likit: poliakrilik asit ve su
Kalsiyum Fosfat Esaslı Patlar	Capseal (I ve II)	Deneyisel	Toz: tetrakalsiyum fosfat (TTCP) ve dikalsiyum fosfat anhidroz (DCPA), Portland çimentosu (gri çimento tip I'de ve beyaz çimento type II'de), zirkonyum oksit, ve diğerleri Likit: sodyum fosfat solüsyonunda hidroksipropil metil selüloz

2.4.3.2.1. MTA Fillapex

MTA biyouyumlu bir materyaldir (115) MTA bazlı patın içeriğinde, salisilat rezin, seyreltilmiş rezin, natürel rezin, bizmut trioksit, nano tanecikli silis, MTA ve pigmentler bulunmaktadır (116).

Kısa bir süre önce piyasaya MTA tabanlı kök kanal patı olarak tanıtılan MTA Fillapex sentetik Portland Çimento'su olarak bilinir, yaklaşık 1400-1500 °C'lik bir sıcaklıkta öğütülmüş kireç taşı ve kilin ısıtılmasıyla elde edilir, koyu gri ve nodüler yapıdadır. Üretici firmaya göre çalışma süresi 35 dakika, sertleşme süresi 130 dakika, akış kapasitesi, 27,66 mm; optik yoğunluğu % 77 ve çözünürlüğü % 0,1'dir. Ek olarak kolayca manipüle edilebilirdir (117). Materyalin sertleşmesi için dentin tübüllerindeki ve periapikal dokulardaki neme ihtiyacı vardır (118). MTA Fillapex üretici firmaya göre uzun dönem sızdırmazlık kapasitesine sahiptir, içeriğindeki MTA sebebiyle apeks ve perforasyon bölgelerindeki sert doku oluşumlarını geliştirir, sertleşmesi süresince genişleme düşüktür ve doku sıvıları ile temas halinde düşük çözünürlük gösterir (11).

2.4.3.2.2. Well Root ST

Well Root ST, kök kanallarının daimi olarak kapatılması için geliştirilmiş, kullanıma hazır, enjekte edilebilir biyoaktif kalsiyum silikat kökenli bir kanal patıdır. Well Root ST, sertleşmesi için suyun varlığını gerektiren kalsiyum silikat içeriğe

sahiptir. Sertleşme sırasında büzülmez ve sertleşme zamanı ISO6876:2012'ye göre %100 nemli ortamda 25 dakika olarak ölçülmüştür fakat kök kanallarında 2,5 saatten fazla olabilir. Dentine kimyasal bağlantı gösterir. Sertleşme sırasında ve sonrasında yüzeyinde hidroksiapatit kristalleri oluşur. Sertleşme sırasında pH'sı 12'nin üstüne çıkar. Bu yüzden yüksek antibakteriyel özelliğe sahiptir. Önceden hazırlanmış bir preparat olduğu için karıştırma gerekmez ve enjekte edilebilir şırınga içinde sunulur. Açılı tek kon ve soğuk lateral kondenzasyon teknikleri ile kullanımı uygundur (17).

2.5. Kök Kanal Sisteminde Oluşan Ara Yüzey Boşluklarını Değerlendirme Yöntemleri

Kök kanal dolgusu, kök kanal boşluğu içerisine periapikal eksudanın mikrosızıntısını önler ve bu sayede apikal forameni ve diğer bağlantı yollarını tamamen tıkayarak enfeksiyonu engeller. Kök kanal sisteminde sağlanan etkili tıkama, meydana gelecek iyileşme için uygun bir çevre yaratır (119). Kök kanallarının etkin şekilde doldurulması için çok çeşitli teknikler ve kök kanal dolgu maddeleri geliştirilmiştir. Farklı fizikokimyasal ve biyolojik özelliklere sahip olan bu maddelerin etkinlikleri yapılan çeşitli testlerle incelenmekte ve klinik kullanıma uygunlukları hakkında fikir edinilmeye çalışılmaktadır.

Kök kanal dolgu maddelerinin özelliklerini değerlendirme yöntemleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (120) :

A. Fiziksel testler

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

B. Biyolojik testler

1. Doku içi implantlar
2. Kemik içi implantlar
3. Sitotoksiste çalışmaları

4. İn vivo periradiküler reaksiyon çalışmaları
5. Antibakteriyel testler
6. Nörotoksisite, mutajenite çalışmaları

C. Fonksiyonel laboratuvar testleri

1. Sızıntı çalışmaları
2. Kökte dayanıklılık çalışmaları
3. Elektron Mikroskobu çalışmaları
4. Dentine bağlanma (Adezyon) dayanımı
5. Adaptasyon testleri
 - Histolojik kesitler
 - Şeffaflaştırma
 - Spreader penetrasyonu
 - Biyoluminesens bakteriler
 - Bilgisayarlı tomografi
 - SEM görüntüleri
 - Radyolojik yöntemler
 - Stereolojik yöntemler
6. Boyama etkisi
7. Radyoopasite çalışmaları

D. Klinik Testler

Kök kanal sisteminde doludan sonra kalan ara yüzey boşlukları, klinik açıdan önemli bir konudur. Kök kanal patlarının % 1'den daha az bir büzülme göstermesi, bakterilerin ve zararlı ürünlerinin penetrasyonu için yeterince büyük boşluklara neden olabilir (121). Doldurulmuş kanallardaki ara yüzey boşlukları ve pat penetrasyonun kontrolü için yıkıcı ve yıkıcı olmayan yöntemler kullanılmıştır (18). Yıkıcı yöntemler, doldurulmuş kanalları keserek ışık mikroskobunda inceleme, konfokal lazer tarama elektron mikroskopu ve tarama elektron mikroskopunu içerir (18). Işık mikroskopu ve lazer konfokal tarama mikroskopu; dentin tübüllerine penetre olan pat miktarı, geniş boşluklar, GP ve pat ile dolu alanların yüzdesini saptamada kullanışlı olmasına rağmen (122), bu morfolojik değerlendirme teknikleri dolun ve intraradikuler dentin arasındaki ince ara yüzey boşluklarını ölçmek için gerekli çözünürlüğe sahip değildir.

Ayrılmış dolu kanal dilimlerinin tarama elektron mikroskopisi, kanal patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunu değerlendirmede de kullanılabilir. Tarama elektron mikroskopunun avantajı, ara yüzeyleri incelemede yüksek kaliteli çözünürlük sunmasıdır. Temel dezavantajları ise parçanın hazırlanması sırasında artefaktların oluşabilmesi, laboratuvar sürecinde parçanın dehidrate olabilmesi ve yüksek vakumlu ortamın parçaların artefaktiyel ara yüzey boşluğuna sebep olabilmesidir (18).

Mikro bilgisayarlı tomografi, endodontide kök kanal dolumlarında ara yüzey kalitesinin incelenmesinde kullanılan yıkıcı olmayan üç boyutlu inceleme yöntemidir. Mikro BT görüntülemesi invaziv olmadığı için, parçalar inceleme sırasında bütün olarak kalır ve sonrasında tarama elektron mikroskopuyla sonuçların kontrol edilebilmesi için tekrardan incelenebilir (18).

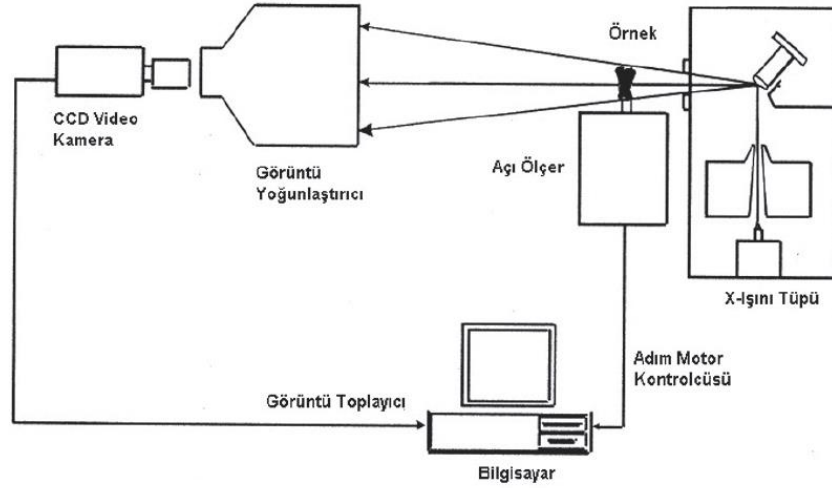
2.6. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro BT)

Bilgisayarlı tomografi, kelime anlamıyla eski yunanca kelimeler olan TOMO (Kesit) ve GRAPHY (Görüntü)'den oluşmuştur. Anlamı bilgisayarlı kesit görüntüsüdür. Nesnelerin sınırlarını açıkça ortaya koyar (123). Mikro BT genel yapı olarak bilgisayarlı tomografiye benzemektedir. Mikro BT cihazının ana parçaları X-ışını tüpü, üzerine sabitlenen örneği belli aralıklar ile çeviren bilgisayar kontrollü bir adım motoru, ortamdaki X-ışınını kamera sensörü üzerine yoğunlaştıran görüntü yoğunlaştırıcı, üzerine düşen X-ışınlarını görüntüye çeviren bir CCD (Charge-Coupled Devices) kamera, görüntü toplayıcısı ve tüm bunları kontrol eden bir bilgisayardan oluşmaktadır (Şekil) (124).

Bilgisayarlı tomografi vücudu kesitler halinde görüntülenmektedir. Kesitler tarayıcılar ile 1-2 mm kalınlıkta alınabilmektedir. Örnekten alınan kesit kalınlığının ince olması yani kesit sayısının çok olması örnekten daha fazla bilgi alınmasını sağlayarak elde edilen görüntünün çözünürlüğünün artmasını sağlamaktadır (125). Çözünürlüğün artırılmasını sağlamak için kesitsel kalınlığı mikrometre (μm) cinsinden ifade edilen mikrotomografi cihazları geliştirilmiştir. Mikrotomografi tarayıcıları 5-50 μm kalınlıkta kesit olarak yüksek çözünürlüklü taramaları olanaklı kılmaktadır (126).

Görüntüleme için x ışını nesnenin içinden geçirildiğinde ışınlar saçılır veya absorbe edilir. Bir bilgisayarlı tomografi kesitindeki grilik derecesi x-ray attenüasyonuna (zayıflama katsayısı) karşılık gelir ve her bir vokselde geçen saçılan veya soğurulan X-ışını oranını yansıtır. Birçok yönden kesit düzleminde gönderilen x ışınının yoğunluğundaki azalma ölçülerek BT görüntüsü oluşturulur. Bu kesit düzeninde X-ışını dağılımının düzenlenmesi için özel bir algoritma kullanılmaktadır. Ardışık BT görüntüleri kullanılarak bütün hacmi tanımlayan bir bilgi elde edilir (127).

Bilgisayarlı tomografide VOI'yi (nesneden alınan kesitlerin üst üste konularak üç boyutlu görüntüsünün elde edilmesi) 3 boyutlu olarak tanımlayan yapılardan birisi segmentasyon işlemidir. Hangi yapıların analiz içerisine katılacağı veya dışlanacağına kontrolü amacıyla data kümesinin manipülasyon işlemine tabi tutulmasına kurgulama denir. 3D imajda kalmasını istediğimiz görüntülere pozitif editing, kalmasını istemediğimiz analizi yapılmayacak olan kısımlara ise negatif editing denilmektedir (128).



Şekil 1. Mikro bilgisayarlı tomografi şematik diagramı (124)

2.6.1. Görüntü Rekonstrüksiyonu

Cihaz içerisine numune yerleştirildikten sonra nesne 180 veya 360 derece döndürülmektedir. Her açı pozisyonunda bir gölge görüntüsü ve geçiş görüntüsü oluşturulur. Görüntüler diske 16 bit TIFF dosyaları şeklinde kaydedilir. Tarama

bittikten sonra bir dizi X-ışını görüntüsü oluşur. Oluşan görüntü sayısı, cihazın seçilen döndürme hızına ve toplam dönüş sayısına bağlı olarak farklılıklar gösterir. Tüm bu işlemlerden sonra rekonstrüksiyona başlanabilir. Elde edilen 16 bit TIFF görüntüler, nesnenin tamamı boyunca sanal dilimlerin rekonstrüksiyonu için kullanılmaktadır. Rekonstrüksiyon sonrasında ham veri kesitleri oluşturulur. Rekonstrüksiyon yapılan kesitteki absorpsiyon değerini sağlayan şey kayan nokta matriksidir. Matriks boyutu bir kesitteki piksel sayısı gibidir (127).

2.6.2. CTAn Software Programı

CT-Analizatörü (CTAn) nicel parametreleri türetmek ve Skyscan Mikro BT araçlar ile elde edilen, taranan veri setlerinden görsel oluşturmak için kullanılan bir uygulamadır. CTAn gerçek zamanlı işlenmiş hacim modeli görüntülemeyi sağlar. Yüzeyi işlenmiş modeller CT- hacimli görüntüleme için CTAn tarafından başka bir program oluşturulur. Nicel ölçüm, hem dansitometresi (voksel zayıflama katsayısı veya kalibre yoğunluğu) yapılmış hem de morfometresi (büyüklük ve şekil analizi) yapılmış ikinci bir segmente dayalı (siyah ve beyaz) görüntüdür (127).

Thresholding (eşikleme veya segmentasyon) basit global veya uyarlamalı yöntemlerle yapılır. Araçlar, yapısal görülecek olan tüm 3D nicel analiz, temel başlangıç noktasına göreli konumlandırma dahil olmak üzere, ilgili kesit görüntülerinin tamamı (VOI) tariflendirilmesinin veri dizinleri ile sınırlandırılır. CTAn'dan yeni veri dizini olarak yazılabilir. CT-analizatörü; 3D modeli görüntüler ve mikro-CT tarama veri setlerinden nicel veriler elde etmek için kapsamlı bir ortam oluşturmaktadır (127).

2.6.3. Mikro bilgisayarlı tomografinin kullanım alanları

Son yıllarda diş hekimliğinde, kafa yüz iskeleti gelişiminin incelenmesi (129), mine kalınlığının ölçülmesi (130), dişlerin mineral konsantrasyonunun belirlenmesi (131), kök kanal morfolojisinin analizi (132), kök kanal şekillendirmesinin değerlendirilmesi (133), kök kanal dolgusunun değerlendirilmesi (19) ve kanal dolgusu uzaklaştırılmasından sonra kök kanalında kalan dolgu maddesinin

incelenmesi (134) amacıyla mikro bilgisayarlı tomografi kullanımı popülarlık kazanmıştır (135).

Bu yöntem örneklerde geri dönüşümsüz değişikliklere sebep olmaz, bu nedenle kök kanal dolgusunun değerlendirilmesinde kullanılan diğer yöntemlerden daha üstündür (136). Mikro BT yöntemiyle elde edilen verilerden, kök kanal dolguları içerisindeki boşluklar, temizleme ve şekillendirme sırasında uzaklaştırılan dentin miktarı ve tekrarlayan kök kanal tedavisinden sonra kalan dolgu miktarı niteliksel ve niceliksel olarak değerlendirilebilmektedir (126).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı'nda planlanmış ve Bülent Ecevit Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nden 2015-40069393-01 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Ayrıca çalışmamız Kocaeli Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 29/09/2015 tarihli toplantısında, KOÜ KAEK 2015/295 protokol numarası ile etik kurul onayı almıştır (Ek 1).

Çalışma dört aşamada gerçekleştirilmiştir;

1. Örneklerin hazırlanması
2. Hazırlanan örneklerin Mikro BT cihazı ile taranması
3. Mikro BT ile taranan örneklerin ara yüzey boşluklarının ölçülmesi ve verilerin elde edilmesi
4. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi

3.1. Örneklerin Hazırlanması

3.1.1. Dişlerin Seçilmesi

Çalışmamızda Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda çürük veya periodontal doku hastalığına bağlı kemik kaybı gibi nedenlerle çekilmiş 36 adet üst çene tek köklü ve tek kanallı insan daimi keser dişi kullanılmıştır. Çekim sonrasında dişler diş fırçası ile temizlenmiş ve kök yüzeylerindeki yumuşak dokular bir periodontal kretuar yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Çekilen dişler çalışmanın başlangıcına kadar steril salin solüsyonu içerisinde bekletilmiştir. Tüm dişlerin mezio-distal yönde ve bucco-lingual yönde radyografileri çekilmiştir, radyografi incelemesinden sonra çatlak, kırık veya kök kısmında çürük bulunan, iç ya da dış kök rezorpsiyonu bulgusuna sahip, kök kanalında kalsifikasyon olan, kök ucu açık ve kök kanal eğimi 20° 'nin üzerinde olan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir.

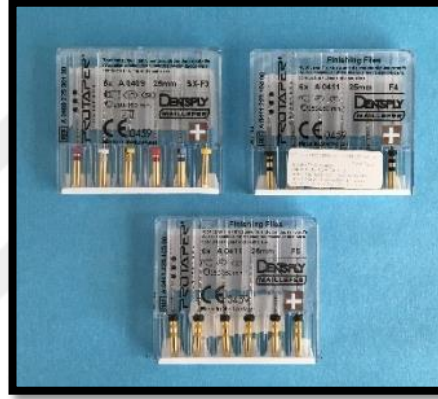
3.1.2. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Kök kanallarının hazırlanması ve şekillendirilmesi işlemi tek bir operatör tarafından yapılmıştır. Standardizasyon amacıyla her bir kök örneğinin uzunluğu 13 mm olacak şekilde dişlerin kron kısmı su soğutmalı elmas separe (Horico, Diamond Instruments, Germany) ve piyasemen (Ultimate 500 K, NSK, Japan) ile kesilerek uzaklaştırılmıştır. Dişler tüm işlemler sırasında nemli gazlı bez ile sarılı halde tutularak kök yüzeyindeki dehidratasyon önlenmiştir.

Her bir örnekte kanalın genişliğine göre 10 nolu K-tipi eğeler (Dentsply-Maillefer Instruments SA, Ballaigues, Switzerland) (Şekil 2) kullanılarak anatomik kök ucundan 1 mm kısa olacak şekilde çalışma boyu belirlenmiştir. Daha sonra 10, 15 ve 20 numara K tipi eğeler kullanılarak step-back tekniği ile manuel olarak kök kanalları genişletilmiştir. Manuel genişletme tamamlandıktan sonra Protaper Nikel Titanyum döner aletler (Dentsply-Maillefer Instruments SA, Ballaigues, Switzerland) (Şekil 3) üretici firmanın önerileri dikkate alınarak Sx, S1, S2, F1, F2, F3, F4 ve son kullanılan alet F5 (50/.06) olacak şekilde sırasıyla kullanılıp genişletme yapılarak kanal preparasyonları tamamlanmıştır. Şekillendirme sonrasında her bir dişin kök ucu kapalı kanal sistemini simüle edebilmek için mum ile kapatılmıştır. Örneklerde, preparasyon amacıyla kullanılan her aletin değişiminde, kök kanalları 30 gauge kalınlığında enjektör (Hayat Tıbbi Aletler, İstanbul, Türkiye) kullanılarak, çalışma boyundan 1 mm koronalde olacak şekilde hizalanıp kök ucunda sıkışmadığına emin olunarak 2 ml %5,25'lik sodyum hipoklorit (NaOCI, ImidentMed, Imicryl A.Ş., Konya, Türkiye) ve ardından 5 ml steril salin ile yıkanmıştır. Tüm örneklerde preparasyon işlemi tamamlanınca kanallar sırasıyla 5 ml % 5,25'lik NaOCI + 10 ml steril salin + 2 ml % 17'lik etilen diamin tetra asetik asit (EDTA, ImidentMed, Imicryl A.Ş., Konya, Türkiye) ile 1 dakika + 5 ml % 5,25'lik NaOCI + 5 ml steril salin ile yıkanmış ve irrigasyonu işlemi tamamlanmıştır. Daha sonra tüm kanallar kağıt konlar (Dentplus, Choonchong, Korea) (Şekil 4) ile kurulanmış ve dolun işlemine hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2. Şekillendirme sırasında kullanılan paslanmaz çelik el eğeleri



Şekil 3. Şekillendirme sırasında kullanılan Protaper Nikel Titanyum Asorti set, F4 ve F5 eğeler



Şekil 4. Şekillendirme sonrasında kullanılan kağıt konlar



Şekil 5. Dolum sırasında kullanılan GP (#45-#80) Asorti Set

3.1.3. Kök Kanal Sisteminin Doldurulması

Kanal dolumu işlemi amacıyla hazırlanan 36 örnek eşit sayıda olmak üzere rastgele üç gruba ayrılmıştır. Kanal dolum yöntemi olarak soğuk lateral kondenzasyon tekniği tercih edilmiş ve her grupta ortak olarak 0.02 konik açılı 50 numaralı GP konlar (DiaDent-Dentplus, Seoul, South Korea) ana kon, 15-25 nolu GP konlar (DiaDent-Dentplus, Seoul, South Korea) ise yardımcı kon olarak kullanılmıştır. Ana kon, ilgili gruba ait kök kanal patı kullanılarak üretici firmanın önerileri doğrultusunda çalışma uzunluğuna kadar kök kanalına yerleştirilmiştir. Daha sonra spreader yardımıyla yardımcı konlar kanala yerleştirilip dolum tamamlanmıştır. Her bir grupta sadece bir kök kanal dolgu patı kullanılarak üç ayrı deney grubu oluşturulmuştur (Tablo 2) (Şekil 6,7,8).

Tablo 2. Çalışmada kullanılan gruplar, örnek sayısı, şekillendirme eğesi ve kanal patları

Gruplar	Örnek sayısı (n)	Şekillendirme	Kanal Dolgu Patı
Grup 1 (AHP)	12	El eğesi #10/#15/#20 K File, Dentsply Protaper Nikel Titanyum F1-F5	AH Plus
Grup 2 (MTAF)	12	El eğesi #10/#15/#20 K File, Dentsply Protaper Nikel Titanyum F1-F5	MTA Fillapex
Grup 3 (WRST)	12	El eğesi #10/#15/#20 K File, Dentsply Protaper Nikel Titanyum F1-F5	Well Root ST

GP fazlalıkları, kök kanalı hizasından aynı ısı kaynağı ile eşit sürede ısıtılmış el aleti ile tek hamlede kesilmiş ve koronalde kalan açık kök yüzeyi cam iyonomer siman (3M, Espe, Seefeld, Germany) (Şekil 9) ile örtülerek kapatılmıştır. Bu işlemi takiben kök ucuna yerleştirilmiş olan mum tabaka uzaklaştırılarak her bir örneğin kök yüzeyi tek kat tırnak cilası ile kaplanmıştır. Dolum işlemlerinin tamamlanmasının ardından örnekler patların sertleşmelerinin tamamlanması amacıyla 37°C sıcaklıktaki etüvde salin solüsyonu içerisinde 48 saat süre ile bekletilmiştir. Bu sürenin ardından tüm örnekler Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile incelenmiştir.



Şekil 6. AH Plus kanal patı



Şekil 7. MTA Fillapex kanal patı



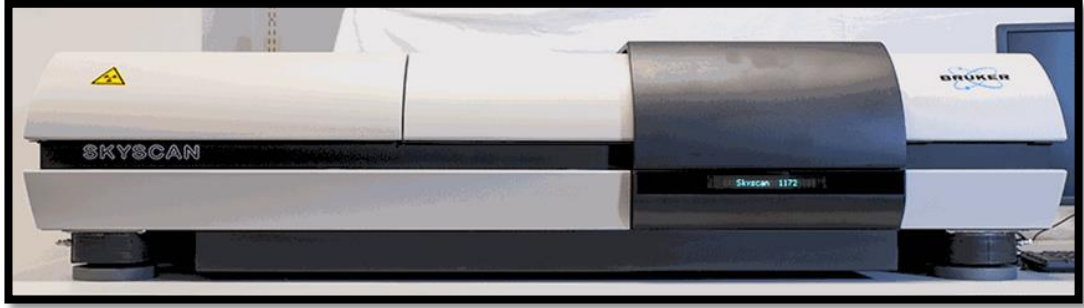
Şekil 8. Well Root ST kanal patı



Şekil 9. Cam İyonomer siman

3.2. Mikro Bilgisayarlı Tomografi Analizi

Çalışma için hazırlanan tüm örnekler İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezi Fizik Laboratuvarında Mikro BT (SkyScan 1172; Bruker-microCT, Kontich, Belçika) (Şekil 10) cihazı kullanılarak 13,6 µm kesit kalınlığında, rekonstrüktör dönme açısı 360 derece, dönme açısı 2 derece olarak ayarlanıp taranmıştır. X-ray tüpü AL 0,5 mm filtre kullanılarak 100 kV ve 100 µA' de çalıştırılmıştır. Her bir örneğe ait ham veriler Mikro BT CTAn Software Program (Versiyon 1.6.4.8, Bruker-microCT, Kontich, Belgium, 2011) kullanılarak rekonstrükte edilmiş ve görüntü haline getirilmiştir. Her örnekten 13,6 µm kesit kalınlığında 1192 adet Mikro BT tarama görüntüsü elde edilmiştir. Mikro BT ile taranan numunelerin ara yüzey boşluklarının ölçülmesi ve verilerin elde edilmesi Fırat Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi'nde yapılmıştır.

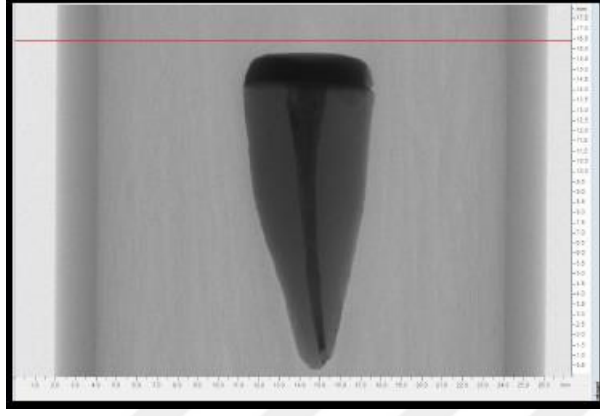


Şekil 10. Mikro BT cihazı

3.3. Mikro BT ile taranan numunelerin ara yüzey boşluklarının ölçülmesi ve verilerin elde edilmesi:

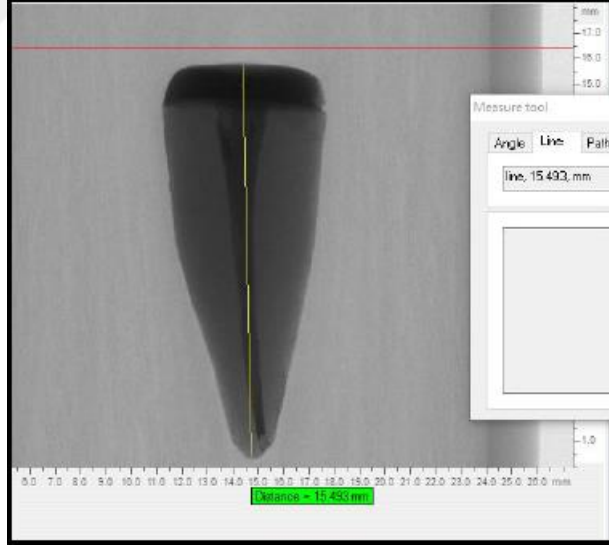
Mikro bilgisayarlı tomografi ile taranmış her örneğin ara yüzey boşluk hacmi yüzdesinin hesaplama yöntemi aşağıda anlatılmıştır.

1. **Aşama:** Örnekler Mikro bilgisayarlı tomografi ile üç boyutlu olarak taranmıştır. (Şekil 11)

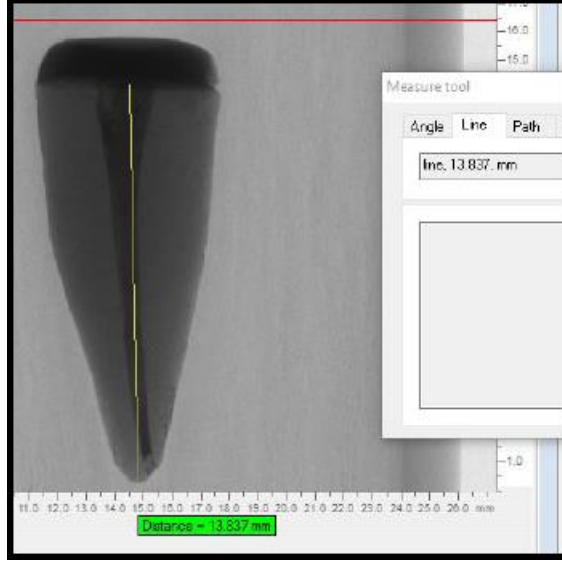


Şekil 11. Taranmış olan örnek

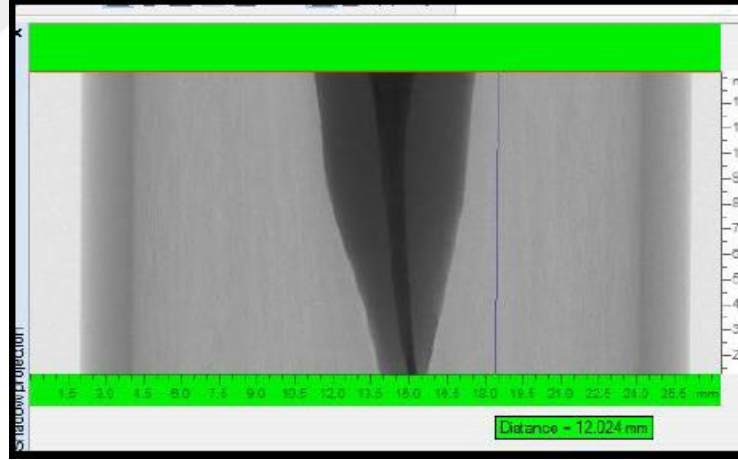
2. **Aşama:** Örneğin çalışmada kullanılacak boyu ölçülmüştür. (Şekil 12-14)



Şekil 12. Hazırlamış olduğumuz örneğin boyutu ortalama olarak 15.493 mm'dir

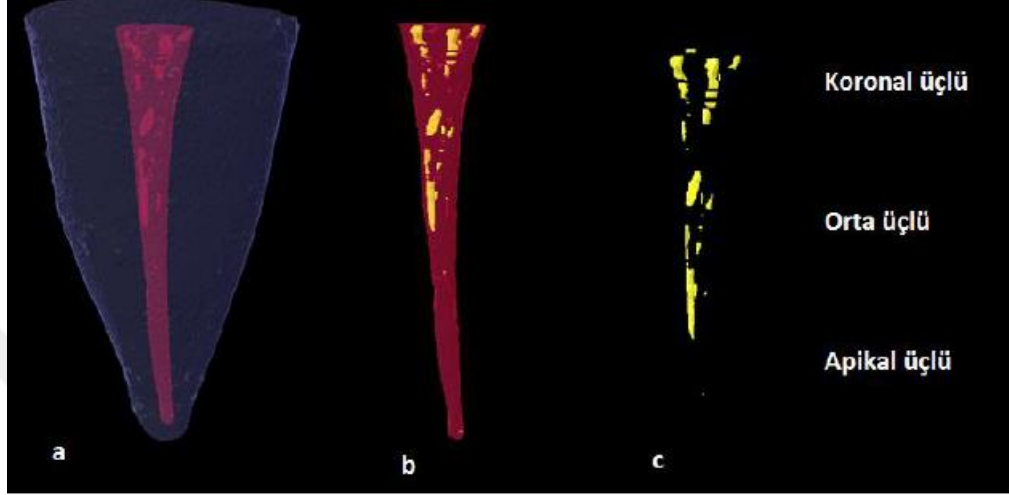


Şekil 13. Çalışmamızda mine-sement çizgisinden apikale kadar olan bölüm olan ortalama 13.837 mm'lik kısımda analiz yapılmıştır.



Şekil 14. Çalışma yaptığımız alan analiz programi ile değerlendirildiğinde boyutsal değeri 12.204 mm çıkmıştır, yani ortalama değeri 12 mm'dir. Tüm numunelerde standardizasyonun yakalanabilmesi için bu değeri ortalama 12 mm alınmıştır.

3. **Aşama:** Kök kanalının toplam iç hacmi ve dolum sonrasında oluşan ara yüzey boşluk hacmi ayrı ayrı hesaplanmıştır. (Şekil 15,16)



- a. Ortalama 12 mm uzunluğundaki diş kökü
b. Kök kanalının üç boyutlu olarak çıkartılmış hali
c. Doldurulmuş kök kanalı içerisinde kalan ara yüzey boşluklarının üç boyutlu görünümü

Şekil 15. İncelenen örneğe ait kök kanal sistemi ve kanal dolununun renklendirilmiş üç boyutlu görüntüsü



Kesit sayısı: 438
Piksel büyüklüğü: 27.37064 um
Kök kanalının toplam hacmi : 7,5 mm³



Kesit sayısı: 438
Piksel büyüklüğü: 27.37064 um
Doldurulmuş kök kanalı içerisindeki boşluk hacmi: 0,2 mm³

Şekil 16. İncelenen örneğe ait toplam kanal hacminin ve boşluk hacminin renklendirilmiş üç boyutlu görüntüsü. Yapılan analiz sonuçlarında; kök kanalının toplam iç hacmi : 7,5 mm³ ve kanal tedavisi içerisindeki boşluklar: 0,2 mm³ olarak bulunmuştur. Yani kökün iç hacmi, $x = \frac{100 \times 0,2}{7,5}$ oranında boşluk içermektedir. Bu örnek için boşluk yüzdesi %2,66'dır.

Yukarıdaki örnekte gösterildiği şekilde her bir örnekte tüm kök kanal sisteminin bütün halinde, sonra da koronal, orta ve apikal üçlü olarak arayüz boşluk hacimleri ölçülmüştür. Her bir örneğe ait veriler Excel programı (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) üzerinde kaydedilmiştir.

3.4. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizde deney grupları kendi aralarında arayüz boşluk oluşumu açısından tüm kök kanal sistemi, koronal, orta ve apikal üçlü olmak üzere dört ayrı parametrede karşılaştırılmıştır. Ayrıca her bir deney grubu içerisinde koronal, orta ve

apikal üçlü bölgeleri oluşan ara yüzey boşluğu açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

İstatistiksel değerlendirme SPSS 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılarak yapılmıştır. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ile incelenmiştir. Değişkenler için tanımlayıcı istatistikler aritmetik ortalama±standart sapma olarak ifade edilmiştir. Sayısal değişkenler bakımından grupların karşılaştırılmasında parametrik test varsayımları sağlandığında tek yönlü varyans analizi (ANOVA), sağlanmadığında ise Kruskal-Wallis varyans analizi kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonucunda gruplar arasındaki fark anlamlı bulunduğu grupların ikişerli karşılaştırması Tukey testi ile, Kruskal-Wallis varyans analizinde alt grupların ikişerli karşılaştırılması ise Dunn testi ile yapılmış ve tüm testler için $p < 0.05$ değeri anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. AHP, MTAF ve WRST Gruplarının Tüm Kök Kanal Sistemi, Koronal, Orta ve Apikal Üçlüde Oluşan Ara Yüzey Boşluk Hacmi Yüzdeleri Yönünden Karşılaştırılmasına Ait Bulgular

AHP, MTAF ve WRST gruplarının kendi aralarında tüm kök kanal sistemi, koronal, orta ve apikal üçlüde oluşan ara yüzey boşluk hacmi yüzdeleri yönünden karşılaştırılmasına ait veriler Tablo 3’de gösterilmiştir.

- Gruplarda toplam ara yüzey boşluk hacmi yüzdesi değerlendirildiğinde, AHP grubunun en az boşluk hacmi yüzdesine sahip olduğu gözlenmiş ($1,72 \pm 1,14$), en fazla boşluk hacminin ise MTAF grubunda ($2,38 \pm 1,72$) olduğu saptanmıştır. WRST grubunun ($1,77 \pm 1,64$) ise AHP grubundan daha fazla boşluk hacmi yüzdesine sahip olduğu gözlenmiş, ancak bu yüzde değeri MTAF grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Gruplar arasında toplam ara yüzey boşluk hacmi yüzdeleri açısından ortaya çıkan bu farkların istatistiksel analizinde anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$).
- Gruplarda koronal üçlüde oluşan ara yüzey boşluk hacmi yüzdesi değerlendirildiğinde, WRST grubunun en az boşluk hacmi yüzdesine sahip olduğu gözlenmiş ($2,05 \pm 1,93$), en fazla boşluk hacminin ise MTAF grubunda ($3,24 \pm 2,68$) olduğu saptanmıştır. AHP grubunun ($2,26 \pm 1,9$) ise WRST grubundan daha fazla boşluk hacmi yüzdesine sahip olduğu gözlenmiş, ancak bu yüzde değeri MTAF grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Gruplar arasında koronal üçlüde ara yüzey boşluk hacmi yüzdeleri açısından ortaya çıkan bu farkların istatistiksel analizinde anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$).
- Gruplarda orta üçlüde oluşan ara yüzey boşluk hacmi yüzdesi değerlendirildiğinde, AHP grubunun en az boşluk hacmi yüzdesine sahip olduğu gözlenmiş ($0,85 \pm 0,77$), en fazla boşluk hacminin ise WRST grubunda ($1,83 \pm 2,60$) olduğu saptanmıştır. MTAF grubunun ($1,28 \pm 1,19$) ise AHP grubundan daha fazla boşluk hacmi yüzdesine sahip olduğu gözlenmiş, ancak bu yüzde değeri WRST grubuna göre

daha düşük bulunmuştur. Gruplar arasında koronal üçlüde ara yüzey boşluk hacmi yüzdeleri açısından ortaya çıkan bu farkların istatistiksel analizinde anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$).

- Gruplarda apikal üçlüde oluşan ara yüzey boşluk hacmi yüzdesi değerlendirildiğinde, WRST grubunun en az boşluk hacmi yüzdesine sahip olduğu gözlenmiş ($0,63 \pm 0,82$), en fazla boşluk hacminin ise AHP grubunda ($1 \pm 1,01$) olduğu saptanmıştır. MTAF grubunun ($0,99 \pm 0,93$) ise WRST grubundan daha fazla boşluk hacmi yüzdesine sahip olduğu gözlenmiş, ancak bu yüzde değeri AHP grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Gruplar arasında koronal üçlüde ara yüzey boşluk hacmi yüzdeleri açısından ortaya çıkan bu farkların istatistiksel analizinde anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 3: AHP, MTAF ve WRST gruplarında tüm kökte ve kök bölümlerinde oluşan ortalama boşluk hacmi yüzdelerinin dağılımları (BH %=Boşluk Hacmi Yüzde Değeri)

	AHP n=12		MTAF n=12		WRST n=12		p
	Ort±Std.S	Min-max	Ort± Std.S	Min-max	Ort ± Std.S	Min-max	
Toplam BH %	1,72 ± 1,14	0,40-4,17	2,38 ± 1,72	0,91-6,16	1,77 ± 1,64	0,25-5,93	0,371
Koronal Üçlü BH %	2,26 ± 1,9	0,18-6,60	3,24 ± 2,68	0,57-8,31	2,05 ± 1,93	0,30-6-73	0,307
Orta Üçlü BH %	0,85 ± 0,77	0,01-2,18	1,28 ± 1,19	0,17-3,95	1,83 ± 2,60	0,02-7,37	0,671
Apikal Üçlü BH %	1 ± 1,01	0,05-3,35	0,99 ± 0,93	0,03-2,65	0,63 ± 0,82	0,01-2,46	0,333

4.2. Koronal, Orta ve Apikal Üçlü Bölümlerinde Oluşan Ara Yüzey Boşluk Hacmi Yüzdelerinin Her Bir Deney Grubu İçerisinde Birbirleriyle Karşılaştırılmasına Ait Bulgular

AHP, MTAF ve WRST gruplarının kendi içlerinde koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri arasında yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçları Tablo 4 ve Grafik 1’de gösterilmiştir.

AHP grubunda koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri oluşan boşluk hacmi yüzdesi açısından karşılaştırıldığında bölgeler arasından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0.076$). AHP grubu oluşan ara yüzey boşluk hacmi yüzdesi açısından incelendiğinde, ara yüzey boşluk hacmi yüzdesi en yüksek koronal üçlüde ($2,26 \pm 1,90$) görülürken en az orta üçlüde ($0,85 \pm 0,77$) görülmüştür.

MTAF grubunda koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri oluşan boşluk hacmi yüzdesi açısından karşılaştırıldığında apikal ve koronal üçlü bölgeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,013$). MTAF grubu oluşan ara yüzey boşluk hacmi yüzdesi açısından incelendiğinde, ara yüzey boşluk hacmi yüzdesi en yüksek koronal üçlüde ($3,24 \pm 2,6$) görülürken en düşük apikal üçlüde ($0,99 \pm 0,93$) görülmüştür.

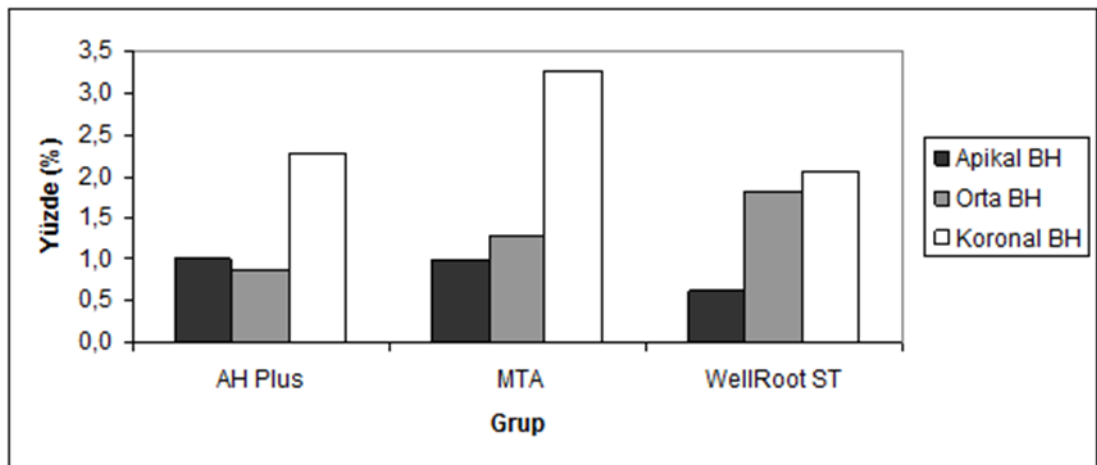
WRST grubunda koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri oluşan boşluk hacmi yüzdesi açısından karşılaştırıldığında apikal ile koronal üçlü bölgeleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p=0,024$). WRST grubu oluşan ara yüzey boşluk hacmi yüzdesi açısından incelendiğinde, ara yüzey boşluk hacmi yüzdesi en yüksek koronal üçlüde ($2,05 \pm 1,93$) görülürken en düşük apikal üçlüde ($0,63 \pm 0,82$) görülmüştür.

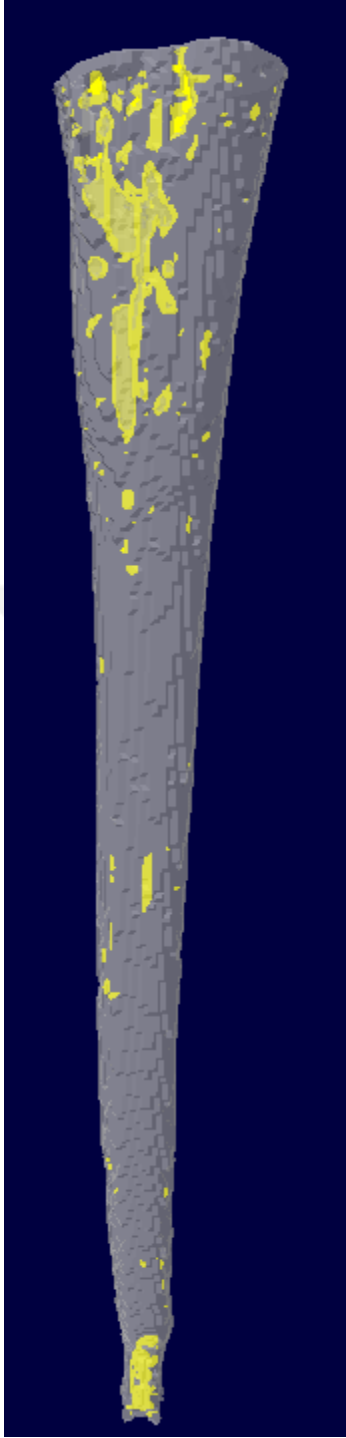
AHP, MTAF ve WRST gruplarına ait örneklerin mikro bilgisayarlı tomografi ile taranmış ve rekonstrükte edilmiş görüntüleri Şekil 17, 18 ve 19’da gösterilmiştir.

Tablo 4: AHP, MTAF ve WRST gruplarının kendi içlerinde koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri arasında yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçları

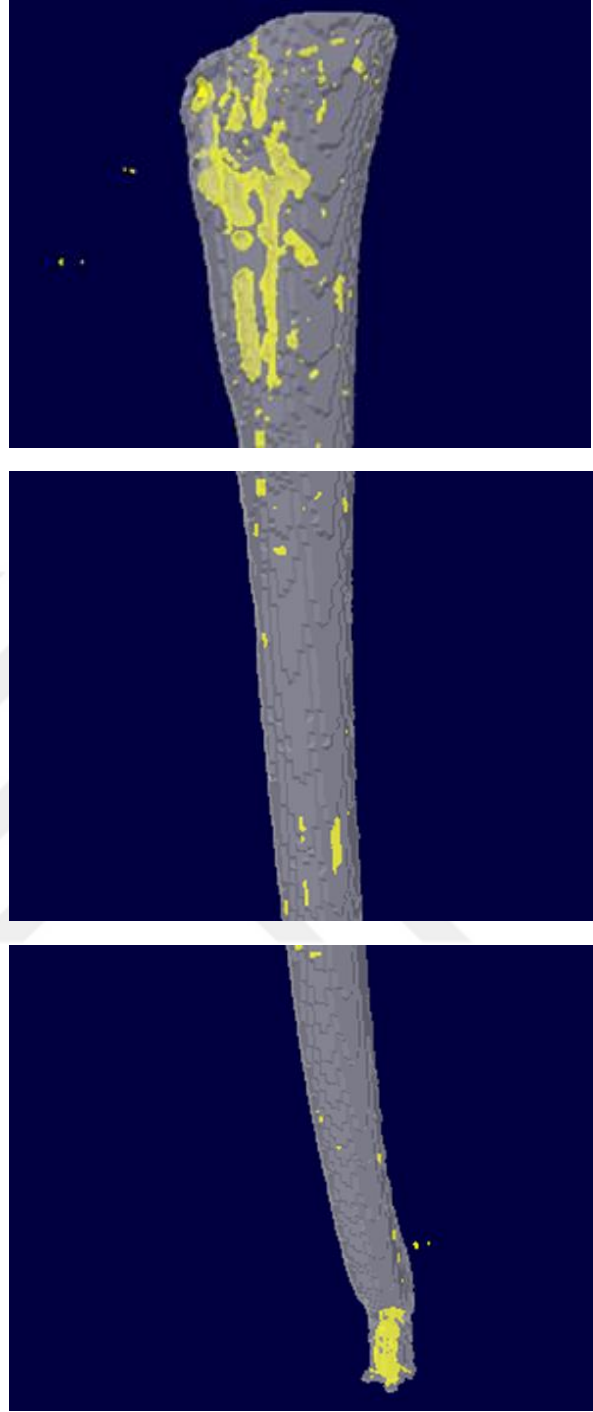
	Apikal BH % n=12		Orta BH % n=12		Koronal BH % n=12		p
	Ort±Std.S	Min-max	Ort±Std.S	Min-max	Ort±Std.S	Min-max	
AHP	1 ± 1,01	0,05-3,35	0,85 ± 0,77	0,01-2,18	2,26 ± 1,90	0,18-6,60	0,076
MTAF	0,99 ± 0,93	0,03-2,65	1,28 ± 1,19	0,17-3,95	3,24 ± 2,68	0,57-8,31	0,013
			*				
WRST	0,63 ± 0,82	0,01-2,46	1,83 ± 2,60	0,02-7,37	2,05 ± 1,93	0,30-6,73	0,028
			**				
* istatistiksel olarak anlamlı farkı ifade etmektedir p=0,013							
** istatistiksel olarak anlamlı farkı ifade etmektedir p=0,024							

Grafik 1: AHP, MTAF ve WRST gruplarının kendi içlerinde koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri arasında yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçlarını gösteren grafik.



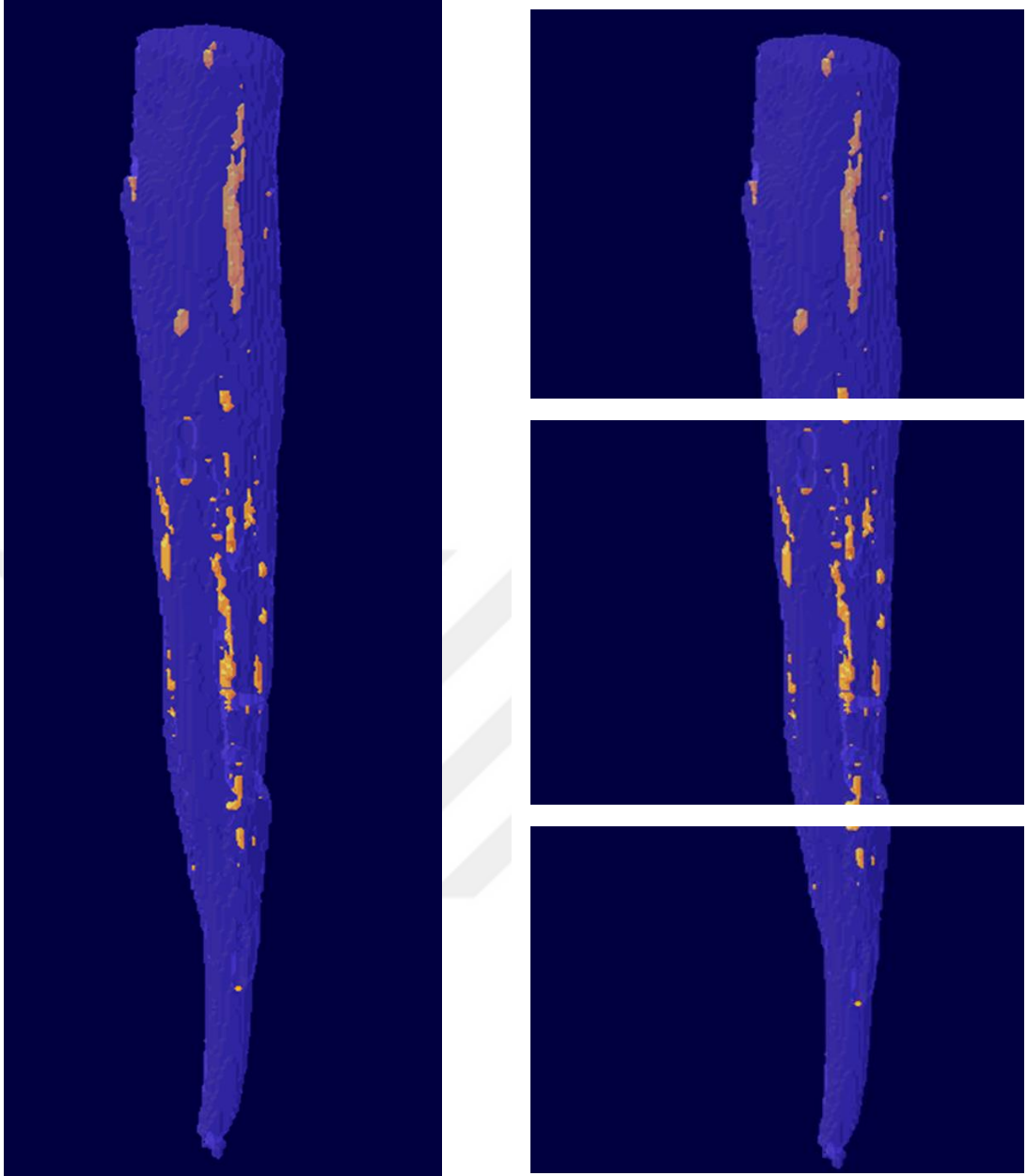


Kök kanalının üç boyutlu görüntüsü



Koronal, apikal ve orta üçlüde oluşan boşlukların görüntüsü

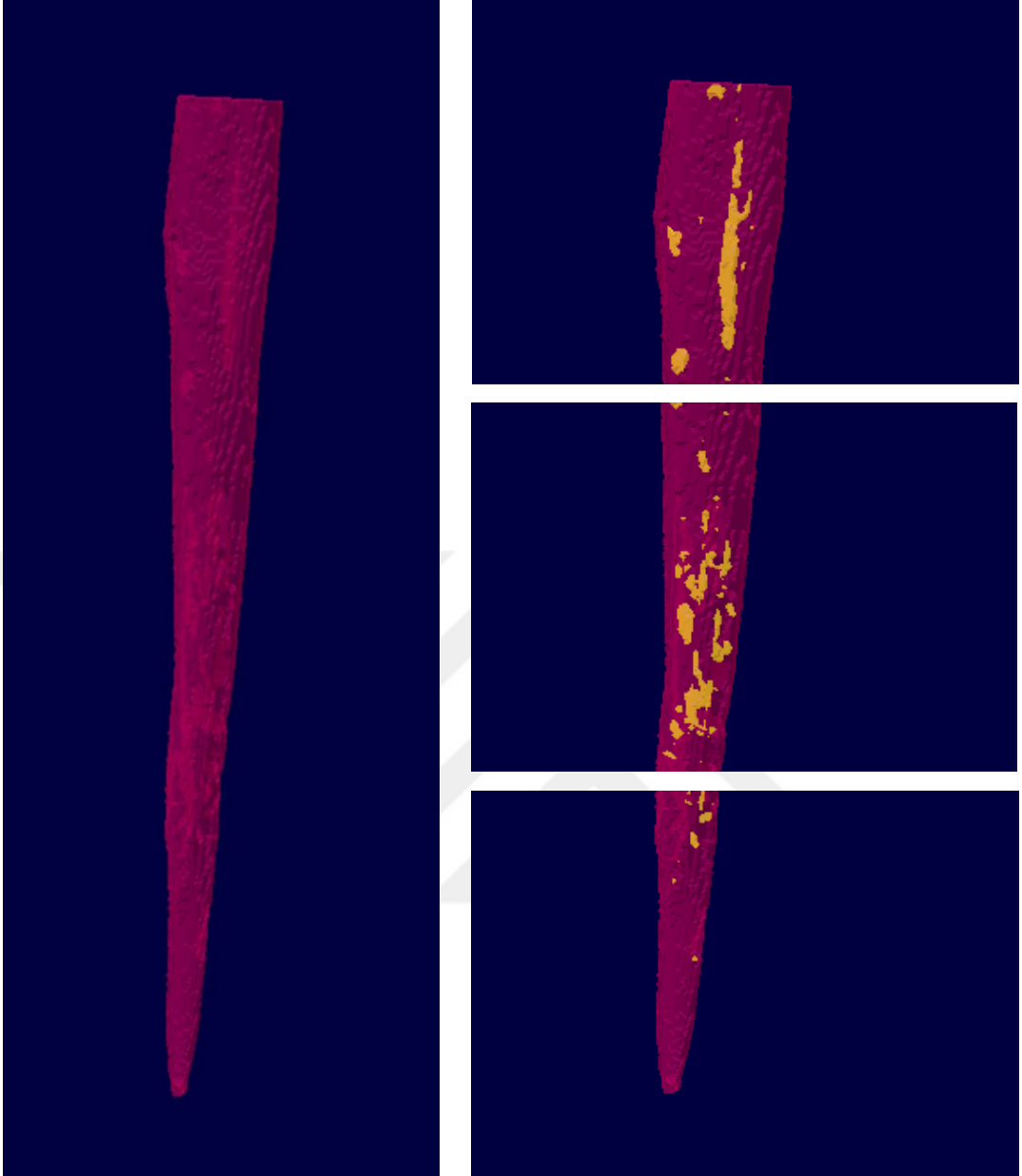
Şekil 17. AHP grubuna ait bir örneğin taranmış ve rekonstrükte edilmiş görüntüsü
(Sarı renk oluşmuş ara yüzey boşluklarını temsil etmektedir.)



Kök kanalının üç boyutlu görüntüsü

Koronal, apikal ve orta üçlüde oluşan boşlukların görüntüsü

Şekil 18. MTAF grubuna ait bir örneğin taranmış ve rekonstrükte edilmiş görüntüsü
(Sarı renk oluşmuş ara yüzey boşluklarını temsil etmektedir.)



Kök kanalının üç boyutlu görüntüsü

Koronal, apikal ve orta üçlüde oluşan boşlukların görüntüsü

Şekil 19. WRST grubuna ait bir örneğin taranmış ve rekonstrükte edilmiş görüntüsü
(Sarı renk oluşmuş ara yüzey boşluklarını temsil etmektedir.)

5.TARTIŞMA

Kök kanal patlarının kanal dolum işlemi sırasında kullanımlarındaki temel amaçlarından biri ana materyal ile kanal dentin duvarları arasında oluşan boşlukların, aksesuar kanalların ve çoklu foramenlerin örtülmesi ile kök kanal sistemi içerisinde bakterilerin periapikal bölgeye geçişini engelleyecek etkili bir tıkaç oluşturulmasıdır. (137). Bu amaçla günümüze kadar birbirinden farklı pek çok kanal dolgu patı önerilmiş; bu patlar içerisinde GP ile birlikte klinik açıdan en çok başarı sağlayanlar, rezin esaslı kanal dolgu patları olmuştur (138-143).

AH Plus, düşük sitotoksite (144), biyouyumluluk ve iyi doku toleransı (145), kolay hazırlanma, uzun çalışma süresi (21), etkili adaptasyon ve örtücülük (3,138,139) gibi nedenlerle endodontide sıklıkla tercih edilen rezin esaslı bir kanal patıdır (145). Ancak, tüm bu olumlu özelliklere rağmen AH Plus patının kök kanal sisteminde ideal bir tıkama oluşturamadığı ve bakterilerin kök kanal sisteminden periapikal bölgeye geçişini tam olarak engelleyemediği bildirilmiştir (4-6). Nitekim, tam olarak doldurulamamış ve bu nedenle etkili tıkaç oluşturulamamış kanal dolgularının; bakteri, bakteri ürünleri ve doku sıvılarının diş dokusu ve dolgu arasındaki mikro aralıktan geçişi olarak tanımlanan mikrosızıntıyı engelleyemediği ve endodontik tedavinin bu nedenle başarısızlıkla sonuçlandığı genel olarak kabul edilen bir görüş olmuştur (146).

Rezin esaslı kanal patlarında ideal sonuçların tam olarak alınamaması, bu materyaller dışında temelini başka materyallerden alan kök kanal patlarının üretilmesine, önerilmesine ve ideal örtücülük sağlayan kanal patlarının arayışının devam etmesine neden olmuştur (147,148). Biyoseramik esaslı kanal patları, son yıllarda rezin esaslı kanal dolgu patlarına alternatif olarak sunulan ve giderek popülerite kazanan kanal dolgu materyalleridir (149). Biyoseramik esaslı kök kanal dolgu patları nanoboyutta ve partiküler özellik taşıyan patlardır. Kalsiyum ve hidroksit iyonlarının çökmesi sonucu hidroksi apatit tabakası oluşmakta, bu da dolgu ile dentin duvarı arasında kimyasal bağlantı sağlamaktadır. Ayrıca, yüksek hidrofilik özelliği ve düşük yüzey gerilimi sayesinde kök kanal sistemine ve aksesuar kanallara kolayca yayılma göstermektedir. Böylece örtücülüğü yüksek bir tıkama sağlamaktadır (150).

Biyoseramik materyallerin kullanımı ile ilişkili iki önemli avantaj vardır. Bu patların biyouyumluluklarının çevre dokular tarafından tolere edilmesinin ilk önemli avantaj olduğu bildirilmiştir (103). Diğer avantaj ise, patların kalsiyum fosfat içermeleridir. Bu sayede, diş ve kemik apatit malzemelerine benzer bir kimyasal bileşim ve kristal yapı oluşumu ile patın kök dentinine bağlanması gerçekleşir (16). Biyoseramik esaslı kanal patlarının kullanımının materyalin osteoindüktif, hidrofilik, adesiv ve kök kanal duvarlarına kimyasal olarak bağlanabilmesi özellikleri sebebiyle, uzun vadede mikrosızıntıyı ve kök kanal dolum materyali ile diş yapıları arasında oluşabilecek kalıntıları elimine etmede etkili bir yaklaşım olduğu savunulmuştur (15).

MTA Fillapex son yıllarda üretilen ve kullanıma sunulan biyoseramik esaslı bir kanal dolgu patıdır (117). MTA bazlı bir biyoseramik kanal dolgu patı olan MTA Fillapex, üretici firmaya göre uzun dönem sızdırmazlık kapasitesine sahiptir, içeriğindeki MTA sayesinde apeks ve perforasyon bölgelerindeki sert doku oluşumlarını geliştirir ve doku sıvıları ile temas halinde düşük çözünürlük gösterir (11). Her ne kadar üretici firma tarafından bu patın etkili bir alternatif olacağı ileri sürülse de yapılan bazı çalışma sonuçlarında MTA Fillapex'in AH Plus gibi rezin esaslı bir pattan daha üstün tıkama ve örtücülük sergilemediği bildirilmiştir (151).

Well Root ST, son zamanlarda üretilen ve biyoseramik esaslı kanal dolgu patları içerisinde başarılı bir alternatif olacağı öne sürülerek piyasaya sunulan bir kanal dolgu materyalidir. Üretici firmanın açıklamalarına göre Well Root ST yüksek antibakteriyel özelliğe sahip, dentine kimyasal bağlanma yeteneği gösteren, sertleşme sırasında büzülmeyen, sertleşme sırasında ve sonrasında yüzeyinde hidroksiapatit kristalleri oluşan biyouyumlu bir materyaldir (17). Materyal yeni üretilip piyasaya sunulduğu için literatürde materyalin örtücülük ve tıkama kabiliyetinin değerlendirildiği bir çalışmaya henüz rastlanılamamıştır. Bu nedenle, çalışmamızın amacı piyasaya yeni sürülmüş olan ve umut vadecici özellikleri ile dikkat çekeceği öne sürülen biyoseramik esaslı kanal dolgu patlarından Well Root ST kanal dolgu patının tıkama özelliğinin değerlendirilmesi ve literatüre hakkında henüz yeterli bilgi ve veri bulunmayan bu pat hakkında değerlendirilebilir veri sağlamaktır.

Araştırmamız sırasında yapısal ve morfolojik özelliklerin aynı olması ve klinik koşullar ile uyumlu sonuçlar alınabilmesi amacıyla çekilmiş insan daimi dişlerinin kullanılması tercih edilmiştir. Araştırmamızda kullanılacak dişlerin tek köklü, tek kanallı ve kök uçlarının kapanmış olması şartı aranmış; bu özellikleri içermeyen dişler ise araştırmamıza dahil edilmemiştir. Ayrıca dişlerde çalışma sonuçlarını değiştirebilecek her hangi bir çürük, kök kırığı, çatlağı ya da kök rezorbsiyonu gibi durumların bulunmamasına dikkat edilmiştir (152-157). Araştırmamızda kullanacağımız çekilmiş dişlerin saklama solüsyonunun belirlenmesi için referans olarak alınan çalışmalarda sıklıkla salin solüsyonunun kullanılması, dişlerin dehidratasyonunun bu şekilde engellenebilmesi ve çalışmamızda bakteri konulu bir parametre bulunmaması nedeniyle, kullandığımız çekilmiş insan dişlerinin salin solüsyonunda bekletilmesi tercih edilmiştir (18,158).

Araştırmamızda örneklerin hazırlanması için kuronlarının uzaklaştırma işlemi Bodrumlu ve ark. (4)'nın yaptıkları çalışmadaki gibi elmas disklerle yapılmıştır. Çalışmada kullanılacak dişlerin kök boyu apeksten yukarıya doğru 13 mm olacak şekilde ayarlanmış ve kalan diş dokuları elmas disklerle uzaklaştırılmıştır. Çalışma boyu #10 numara K tipi eğe benzer çalışmalardaki gibi 12 mm olacak şekilde standardize edilmiştir (18,158). Kök kanal sistemi çalışma boyunun 12 mm seçilmesinin amacı, kökü koronal-orta-apikal olmak üzere eşit uzunlukta üç bölgeye ayırabilmek ve değerlendirebilmektir. Çalışma boyunu foramen apikalenin 1 mm koronalinde bitirmek klinik şartlarda endodontik tedavi için yeterli görülmektedir (21). Araştırmamızda apikal bölgedeki 1 mm'lik kısım klinik koşulları taklit edebilmek, standardize edebilmek ve çalışma sonuçlarını etkilememek amacıyla prepare edilmiştir.

Kök kanal sistemi preparasyon prosedürü Polineni ve ark. (159), Pawar ve ark. (160) ve Zhang ve ark. (111)'nin yaptıkları çalışmalar değerlendirerek üretici firmanın önerileri doğrultusunda hazırlanmıştır.

Kök kanalının ideal olarak hazırlanması, apekte en küçük çap ve kanal girişinde en geniş çapa sahip huni biçimli bir form oluşturularak gerçekleştirilir (161). Bu form geleneksel el aletleri ya da döner aletler ile sağlanabilir. Çocuk hastalarda

geleneksel el aletleri ile kullanılan teknikler zaman alıcı olabilir ve özellikle genç daimi dişlerde olduğu gibi geniş hacimli kanallarda eksik preperasyona neden olabilir. Glosson ve ark. (162) 'na göre rotary sistemler, geleneksel paslanmaz çelik el aletleri ile karşılaştırıldığında daha iyi merkezlenmiş ve daha yuvarlak bir kanal preperasyonu ortaya çıkarmaktadır. Nitekim çalışmamızda da standart kanalların elde edilmesi amacıyla Ni-Ti döner aletler kullanılmış ve aynı boy ile hacime sahip kanalların oluşturulması amaçlanmıştır. Ancak kök kanal sisteminin hacmi düşünüldüğünde çocuk hastalarda genel olarak karşılaşılan genç daimi dişler göz önünde bulundurulmuş (163) ve kök kanal sisteminin preperasyonu bu amaçla F5 nolu eğe ile bitirilmiştir.

Dentin yüzeyinde oluşan ve smear olarak adlandırılan (33,164-167) debris tabakasının kanal dolumu öncesi uzaklaştırılması hala tartışılmaya devam eden bir konudur. Bazı araştırmacılar, smear tabakasının dentin tübüllerine bakterilerin geçişini engellediği ve metabolitlere karşı bariyer oluşturduğunu öne sürerek bu tabakanın kaldırılmaması gerektiğini savunmuşlardır (40,41). Bunun tam tersini düşünen araştırmacılar ise, irrigasyon solüsyonunun etkinliğini azaltmasının yanısıra, bakterilerin kolay bir şekilde üremeleri açısından konak olması ve dentin tübüllerine geçişlerini kolaylaştırması nedenleriyle bu tabakanın kaldırılması gerektiğini savunmuşlardır (37-39). Buna ilave olarak, smear tabakasının kanal patı ile dentin duvarı arasında gerçekleşen mikrosızıntının oluşumunda etken faktör olduğu bildirilmiştir (146). Bunda esas neden olarak, smear tabakasının zaman içerisinde bakteri ürünleri veya toksinleri ile çözünmesi ve kök kanal sistemi içerisinde boşlukların oluşması gösterilmiştir (168-170). Bodrumlu ve ark. (13) tarafından farklı irrigasyon solüsyonlarının biyoseramik esaslı patların apikal örtücülüğü üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, en az sızıntının şelasyon ajanlarıyla yıkanmış kanallarda olduğu tespit edilmiştir ve biyoseramik esaslı kök kanal patının örtücülüğünün artırılması amacıyla şelasyon ajanının kullanılması önerilmiştir. Smear tabakası için belirtilen olumsuz durumların eliminasyonu amacıyla çalışmamızda bu tabakanın kaldırılması tercih edilmiştir.

Yapılan çeşitli araştırmaların neticesinde smear tabakasının uzaklaştırılması için %5,25'lik NaOCl ve %17'lik EDTA solüsyonlarının sırayla kullanımı tavsiye

edilmiştir (37,43,71,171). Preparasyon sırasında her alet değişiminde irrigasyon amacıyla %0,5, % 1-1,25, % 2,5, % 5-5,25 ve % 6 gibi farklı yüzdelerde ve hacimlerde NaOCl kullanılmış olup bunlar içerisinde en sık tercih edilen NaOCl yüzdesi %5-5,25 olmuştur (4,74,172-174). Johnson ve Noblett (73), smear tabakasının kaldırılabilmesi amacıyla %17'lik EDTA'nın 1 dk boyunca kök kanal sistemine uygulanmasının ardından son irrigasyon olarak NaOCl kullanımını tavsiye etmişlerdir. Buna neden olarak, EDTA'nın inorganik dokuları çözmesinin ardından ortamda kalan organik artıkların NaOCl ile çözülerek uzaklaştırılması gerektiği gösterilmiştir. EDTA solüsyonunun uzun süreli uygulamalarda dentin dokusunda yapısal bozunmaya neden olabileceği uyarısı (175) dikkate alınarak, önerildiği şekilde EDTA ile her bir örnekte sadece 1 dakika boyunca irrigasyon yapılmıştır.

Araştırmamızda; kapalı kök kanal sistemini simüle edilebilmesi, irrigasyon için gereken kapalı sistemin oluşturulması, kanalların çalışma boyuna kadar tam olarak doldurulabilmesi, kanal dolgu malzemelerinin apikalden taşmasının engellenmesi ve kanal dolgu patlarının sertleşmesi için gereken sürede apikal bölgenin izolasyonu için diş köklerinin uçları Li ve ark. (18)'nin yaptıkları in vitro çalışmada uyguladıkları prosedür referans alınarak modelaj mumu ile kapatılmıştır.

Endodontik materyallerdeki güncel gelişmeler ve devam eden araştırmalara rağmen, kök kanal sisteminde tam bir sızdırmazlık sağlayan materyal veya teknik henüz geliştirilememiştir (48). Günümüzde kök kanallarının doldurulmasında birçok araştırmacı tarafından kabul edilen temel bir uygulama, gutta-perka ile bir kanal dolgu patının birlikte kullanılmasıdır (172,176,177). Kanal dentin duvarına kimyasal veya mikromekanik olarak bağlanamaması nedeniyle GP'nın bir pat ile birlikte kullanılması gerektiği bildirilmiştir (178). Çalışmamızda GP ile AH Plus, MTA Fillapex ve Well Root ST patları birlikte kullanılmıştır. Nitekim, üretici firmalar patların bu şekilde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Günümüzde kliniklerde en çok kullanılan kanal doldurma yöntemi soğuk lateral kondenzasyon yöntemidir. GP'nın sıkıştırılabilir olma özelliği, bu yöntemin uygulanmasını sağlamıştır (21,179-185). Soğuk lateral kondenzasyon tekniğinin Soft-core ve Thermafil termoplastize GP tekniklerine göre anlamlı düzeyde daha iyi

örtücülük sağladığı bildirilmiştir (186). De Moor ve ark.ları (187) çalışmalarında AH 26 kanal patı ile birlikte soğuk lateral kondenzasyon, sıcak vertikal kondenzasyon, hibrid kondenzasyon, Thermafil ve Soft-core tekniklerini kullanarak 45 adet tek köklü dişin kanal dolumunu gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda Soft-core grubunda diğer dört gruba göre en yüksek oranda apikal sızıntının olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu konuya benzer olarak yapılan başka bir çalışma sonucunda ise patların ince bir tabaka halinde olması gerektiği vurgulanmıştır (188). Tek kon tekniğinde patın hacmi konun hacmine göre görece olarak daha fazladır ve bu oran kök kanal sistemi içerisinde boşluk oluşumunu teşvik eder ve patın örtücülük kalitesini düşürür (189). Bu bilgiler ışığında ve çocuk diş hekimliğinde sıklıkla karşılaşılabilen geniş kanallı genç daimi dişlerde tek kon tekniği kullanıldığında uyumsuzluk sebebiyle konun etrafında oluşabilecek boşlukların önüne geçilebilmesi amacıyla araştırmamızdaki tüm örneklerin kanal dolumu işleminde soğuk lateral kondensasyon tekniği kullanılmıştır.

Kök kanal sisteminin doldurulmasının ardından kanal içerisinde kalan boşluklar ve aralıklar kullanılan patların örtücülük kabiliyetini azaltarak korondan apikale doğru bakteri ve sıvı sızıntısına uygun koşullar oluşturur (190-194). Bu durumda kullanılan kanal dolgu patlarının dolum sırasında kanal içerisindeki boşluklara ilerleyebilme ve tam bir örtücülük sağlayabilme yeteneği ön plana çıkmaktadır (21). Çalışmalarda kök kanal dolgusunun örtücülük kalitesini değerlendirmek için çeşitli yöntemler kullanılmış ve bu amaçla genellikle boyalar veya alternatif izleyicilerden faydalanılmıştır (195). Ancak bazı çalışmalarda, bu konvansiyonel yöntemlerin dezavantajlarının olduğu belirtilmiştir. Belirtilen bu dezavantajlar: uygulamaların oldukça önemli bir zaman gerektirmesi ve standardizasyon eksikliğidir (196-198). Buna ek olarak, boya penetrasyonu testi, kök kanal dolgusu boyunca mevcut boşluklara hava girmesinin sıvı hareketini engelleyebilmesi sebebiyle gerçek klinik koşulları taklit edememektedir (198). Kök kanal dolgu patlarının örtücülüğünün değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer yöntem ise Scanning Elektron Mikroskop (SEM) ile görüntülemedir. Her ne kadar bu yöntem ile ayrıntılı bir değerlendirme gerçekleştirilse de örneklerin incelenmesi amacıyla yapılan kırma işlemi kök kanal sisteminde çalışmanın verilerinin etkileyebilecek düzeyde yapay boşlukların oluşmasına neden olabilmektedir (199).

Son yıllarda, objektif değişkenlerin Mikro BT analizi ile noninvaziv olarak değerlendirilmesi oldukça popöler hale gelmiştir. Bu teknikle hacimler hesaplanabilir ve nitel görsel görüntü analizi yapılabilmektedir. Mikro BT restoratif malzemeleri, boşlukları ve diş yapılarını ayırt etme potansiyeline sahiptir (136). Kök kanal dolgularının analizi amacıyla Mikro BT kullanımının tekrarlanabilirliği ve doğruluğu birçok çalışmada gösterilmiştir (124,136,148,200-204). Çalışma için hazırlanmış örneğe hasar vermeyen bu teknik kök kanal sisteminde yer alan boşlukların hızlı bir şekilde görüntülenebilmesini sağlar ve kanal içinde oluşan boşlukların yöneliminin ve sürekliliğinin üç boyutlu görüntüsünü oluşturur (18). Yöntemin oluşturmuş olduğu avantajlar göz önünde bulundurularak çalışmamızda patların örtücülük kalitesinin Mikro BT ile değerlendirilmesi tercih edilmiştir. Mikro BT ile incelenen tüm örnekler çeşitli derinliklerde görülebilmis, örneklere zarar verilmemiş ve istenen veriler elde edilebilmiştir (205).

Bu çalışmada, 13,6 µm kesit kalınlığında olacak şekilde her bir örnekten 1192 adet Mikro BT tarama görüntüsü elde edilerek kör gözenekler ve geçiş boşlukları (sürekli gözenekler) tespit edilmiştir. Üç boyutlu görüntüler, koronal ile apikal bölge arasında uzanan boşlukları göstermiştir. Çalışmamızda test edilen örnekler, farklı kök kanal patları kullanılarak doldurulan kök kanal sistemlerinde koronal ve apikal bölge arasında uzanan bir dizi birbirine bağlı boşlukların varlığını ortaya çıkarmıştır. Kök kanal sisteminde mevcut boşluklar ve aralıklar, lateral kanallarla ve mikroorganizmaları barındıran dentin tübülleri ile bağlanabildiği gibi (190), kör boşluk olarak da nitelendirilen ve sıvılar ile mikroorganizmaların difüzyonunun gerçekleşemeyeceği şekilde bağlantısız da olabilirler (192,194). Burada üzerinde önemle durulması gereken nokta, mevcut boşlukların bakterilerin geçişi için yeterli bölgeyi (bakteri boyutu yaklaşık 2 µ) sağlayarak kanal dolgusunun başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olabilmeleridir (190).

Araştırmamızda incelenen tüm gruplarda kök kanal sisteminin bütünü değerlendirildiğinde pat ile GP arasında ve pat ile dentin duvarı arasında arayüz boşluklarının oluştuğu tespit edilmiştir. Ara yüzey boşluk oluşumu açısından yapılan karşılaştırmada ise gruplar arasından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Her ne kadar üretici firmalar tarafından AH Plus, MTA Fillapex ve Well

Root ST kanal dolgu patlarının etkili bir adaptasyon ve tübül penetrasyonu oluşturabildikleri ne sürülse de (11,206), çalışma sonuçlarımız boşluk oluşumunun tüm kanal patlarında gerçekleşebildiğini göstermiştir.

Endodontik alışmalarda, AH Plus gibi epoksi rezin içerikli patlar, azalmış çözünürlük, uzun süreli boyutsal stabilite ve dentine yeterli mikroretansiyon özellikleri sebebiyle (207-211) sıklıkla kontrol materyali olarak tercih edilirler (120). AH Plus kanal patı, düşük boşluk yüzdesi ve daha önce yapılan çalışmalarda bildirilen özelliklerinden dolayı diğer yeni patlarla karşılaştırma amacıyla çalışmamızda kullanılmıştır (212,213). Resin esaslı materyallerin en önemli sorunu, sertleşme reaksiyonları sırasında meydana gelen polimerizasyon büzülmesi sonucu boyutsal stabilitelerini koruyamamalarıdır (214,215)

Bununla birlikte AH Plus'ın örtücülük yeteneği içeriğindeki silikon yağı ve diğer içerikler sebebiyle de etkilenmiş olabilir. Kurulama protokolü sırasında yapılan hatalar nedeniyle nemli dentin yapısı AH Plus gibi yağ içerikli bir materyalin kök kanal duvarlarını tamamen ıslatmasını engellemiş ve patın adezyon kabiliyetini olumsuz etkilemiş olabilir (215). Bu durum da materyalin kök kanal duvarlarına zayıf adaptasyonuna ve boşluk oluşumuna neden olmuş olabilir. AH Plus grubunda ara yüzey boşluklarının oluşmasında bir diğer etken olarak patın sertleşme reaksiyonun hızlı bir şekilde gerçekleşmesi de düşünülebilir. Üretici firma tarafından, epoksi-amin reçinelerine dayanan ve pat-pat şeklinde sunulan AH Plus kanal dolgu patının, geleneksel AH26'ya göre daha hızlı sertleşme süresine sahip olduğu bildirilmiştir. Ancak sertleşme reaksiyonun hızlı gelişmesinin patın polimerizasyonu sırasında oluşan büzülme miktarını da arttırabileceği vurgulanmıştır (215). Yang ve ark. (216) biri biyoseramik, diğer i se resin esaslı olan kanal dolgu patlarının apikal bölgede oluşturdukları sızıntıyı incelemişler ve AH Plus'a oranla biyoseramik esaslı patın daha iyi örtücülük sergilediğini bildirmişlerdir. Diğer yandan, AH Plus ile biyoseramik içerikli bir kanal patının oluşturduğu sızıntının karşılaştırıldığı benzer çalışmalarda patlar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (217,218). Çalışma sonuçlarımız bu değerlendirmelerle uyumlu bulunmuş ve AH Plus grubunun ara yüzey boşluk oluşumu açısından çalışmamızdaki diğer pat gruplarıyla benzer sonuçlar oluşturduğu gözlenmiştir. Farklı olarak, AH Plus patının örtücülük ve dentine bağlanma açısından

MTA Fillapex patından daha başarılı olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (11,148,219). AH Plus'ın dentine bağlanma kapasitesinin daha iyi olduğunu rapor eden çalışmalarda elde edilen bu sonuçlar, patın polimerizasyonu sırasında oluşan kovalent bağ ile açıklanmıştır. Kovalent bağlantının patın uzun dönemde boyutsal stabilitesini korumasına ve polimerizasyon büzülmesi sırasında oluşan streslerin azalmasına yardımcı olduğu belirtilmektedir (93,173,208).

MTA Fillapex, MTA içerikli bir biyoseramik esaslı kanal patı olarak sunulsa da bu patın içeriğinde MTA ile birlikte salisilat rezin de bulunmaktadır. Üretici firma, patın sertleşme reaksiyonu sırasında düşük genişleme gösterdiğini öne sürse de, Orstavik ve ark. (220), bileşiminde salisilat rezin içeren patların, sertleşme reaksiyonu sırasında hacimsel küçülme gösterdiklerini, böylece büzülmenin de arttığını bildirmişlerdir. Bu durum da MTA Fillapex açısından bir dezavantaj olarak düşünülebilir ve patın kullanımı sonrasında oluşan ara yüzey boşluklarını açıklayabilir niteliktedir. Günümüzde, MTA Fillapex'in kök kanal duvarlarına adaptasyon kabiliyeti hakkında sınırlı sayıda literatür yer alsa da (221) bu konuda yapılan bir çalışmada, çeşitli nem koşullarında MTA Fillapex'in dentin yüzeyine neredeyse hiç adezyonunun olmadığı bildirilmiştir (12). MTA Fillapex ile AH Plus'ın karşılaştırıldığı bu çalışmada AH Plus'ın örtücülük oranının daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu olumsuz tablo MTA Fillapex'in örtücülük kabiliyeti açısından AH Plus'dan üstün olmadığını göstermiş ve çalışma sonuçlarımız bu değerlendirmelerle uyumlu bulunmuştur. Diğer yandan, MTA Fillapex'in AH Plus ve Well Root ST ile benzer örtücülük sağlayabilmesinin temel etkenlerinden biri olarak materyalin içeriğindeki MTA gösterilebilir. Nitekim biyoyumluluk (222), antimikrobiyal aktivite (223), etkili tıkama ve örtücülük (224) özelliklerine sahip olduğu gayet iyi bilinen bir materyal olan MTA'nın avantajlarından faydalanılması MTA Fillapex patının üretimindeki temel amaçlardan biri olmuştur. MTA içermesine ek olarak, MTA Fillapex'in viskozitesinin AH Plus'a göre daha düşük olmasının dentin yüzeyine penetrasyon açısından MTA Fillapex'e daha fazla avantaj sağladığı da vurgulanmıştır (147,225,226).

Biyoseramik esaslı malzemeler endodontide tamir materyali (227,228) ve kök kanal patı (229-231) olarak tanıtılmış; fiziksel ve biyolojik özellikleriyle kök kanal tedavisinde başarılı sonuçlar alınması konusunda avantaj sağladığı vurgulanmıştır

(114,231). Well Root ST biyoseramik esaslı bir kanal patı olmasına rağmen çalışmamızda AH Plus ve MTA Fillapex ile karşılaştırıldığında benzer bir örtücülük sergilemiştir. Bu sonuç AH Plus ile biyoseramik esaslı kanal patları arasında örtücülük açısından her hangi bir farkın olmadığını bildiren çalışma sonuçları (217,218) ile uyumludur. Biyoseramik esaslı patların örtücülük kabiliyetini olumsuz etkilediği öne sürülen faktörlerden dentin nemliliğinin, çalışmamızda Well Root ST patı için de etkili olduğu düşünülebilir. Nitekim, kök kanal sistemi paper pointlerle kurulmasına rağmen dentin dokusu belli bir süre nemli kalabilmektedir. Her ne kadar biyoseramik esaslı bir patın sertleşebilmesi için neme ihtiyacı olsa da, dentin tübülleri içerisinde bulunan fazla nemin sertleşme reaksiyonu sırasında patın homojenliğini olumsuz etkileyebileceği ve poröziteye neden olabileceği bildirilmiştir (231).

Bir kanal patının intraradikuler dentine mikromekanik retansiyon ile bağlanma yeteneği diş hareketleri, operatif prosedürler ya da preperasyon sırasında oluşabilecek mekanik stresler karşısında, pat-dentin birleşmesinin bütünlüğünün sağlanmasında avantaj sağlar (48,232,233). Kalsiyum silikat içeren patların en önemli avantajlarından biri olarak dentin dokusuna kimyasal bağlanabilme yeteneklerine sahip olmaları gösterilmiştir (234). Kalsiyum silikat içerikli olan Well Root ST kanal patının da dentine kimyasal olarak bağlanma potansiyeline sahip olduğu bildirilmiştir. Bir diğer avantaj olarak biyoseramik esaslı kanal patlarının sertleşme reaksiyonu sırasında boyutsal stabiliteyi korumaları gösterilmiş, aynı zamanda kalsiyum silikat içeriği sayesinde sertleşmesi sırasında büzülmedikleri de bildirilmiştir (11). Çalışmamızda aralarında anlamlı bir fark ortaya çıkmasa da Well Root ST'nin AH Plus ve MTA Fillapex ile benzer örtücülük sergileyebilmesinde patın dentin dokusuna kimyasal olarak bağlanabilmesi ve boyutsal stabilitesini koruyabilmesinin etkili olduğu düşüncesindeyiz.

Patların kök kanal dentinine penetrasyon yeteneği; smear tabakasının varlığı (43), tercih edilen kanal dolun tekniği (235) ve patların fizikokimyasal özelliği (236,237) gibi birçok faktöre bağlıdır. Bunların dışında, dentin tübül sayısı ve boyutunun da patın penetrasyonunu etkileyen önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir (238). Servikal dentinde oldukça fazla dentin tübülü vardır. Ancak kök dentininde bu sayı giderek azalır ve bu sebeple apikal bölgedeki dentinde orta ve koronal bölgeye

kıyasla çok daha az tübül penetrasyonu görülür. Dahası bazı alanlarda dentin tübülüne hiç rastlanmayabilir (227). Bu konu ile ilgili yapılan bir çalışmada dentin tübüllerinin çapı koronalde 3.50 ± 0.08 μm , orta kısımda 3.45 ± 0.30 μm ve apikal kısımda 3.42 ± 0.33 μm olarak bulunmuştur (239). Üretici firmaya göre AH Plus'ın partikül büyüklüğü 8 μm 'dir. Yapılan bir çalışmada MTA Fillapex'in partikül büyüklüğü 10-30 μm arasında bildirilmiştir (240). Biyoseramik içerikli patlar ise, dentin tübüllerine ve dentinde bulunan nemle etkileşime girmesine izin veren ancak partikül büyüklüğü 5-30 μm olan nanoküre partiküllerden oluşur (17). Çalışmamızda kullanılan üç patın da partikül büyüklüğü dentin tübüllerinin çaplarından daha büyüktür. Partikül büyüklüğünün dentin tübül çapından daha geniş olması durumunda penetrasyonun etkilenmesinin (238) çalışmamızda tüm gruplarda boşluk oluşumunun görülmesinde etkili nedenlerden biri olabileceği düşünülmektedir.

Soğuk lateral kondenzasyon tekniği endodontide genel olarak kullanılan kanal doldurma tekniği olmuştur (180,181,183-185). Bu tekniğin başarısı GP'nin etkinliğinden çok GP ile birlikte kullanılan kanal dolgu patının kök kanal sistemi içerisindeki düzensizlikleri doldurup dolduramamasına bağlıdır (78,241,242). Ancak, soğuk lateral kondenzasyon yönteminin uygulanması sırasında kullanılan kanal dolgu patlarının kök kanal sistemi içerisinde bulunan düzensiz bölgeleri tam olarak dolduramadıkları ve oluşan boşluklar nedeniyle bakteri sızıntısının engellenemediği bildirilmiştir (243-245). Araştırmamızda farklı kök bölgelerinde görülen istatistiksel farkın kullandığımız dolum yöntemi olan soğuk lateral kondenzasyon tekniği ile ilişkili olabileceği düşüncesindeyiz. Soğuk lateral kondenzasyon tekniği, GP konilerinin kısmen adaptasyonuna, yüzey uyumu düzensizliklerine, patın büzülmesine ve sonuç olarak kök kanal dolgularında boşluklara neden olabilir (204,245).

Soğuk lateral kondenzasyon tekniğinde spreaderlar dolun sırasında düz bir çizgiyi takip etme eğilimindedirler. Spreaderlar GP üzerinde bir girinti bırakabilirler ve GP veya pat tarafından doldurulmuş bir alanda boşluk yaratabilirler. Bu nedenle, araştırmamızın sonuçları, önceden varsayılmış olduğu gibi, GP konilerinin eksik adaptasyonu, yüzey adaptasyonu eksikliği ya da pat büzülmesinden ziyade, spreader yolların varlığı ile daha fazla ilişkili olabilir (19,246,247). Çelikten ve ark. (158) tarafından Mikro BT kullanılarak gerçekleştirilen ve tek kon, lateral kondenzasyon ve

Thermafil tekniğinin değerlendirildiği bir çalışmada, kök kanalının farklı bölümlerinde oluşan boşlukların oranı açısından her hangi bir anlamlı fark bulunmamıştır. Diğer yandan, tüm tekniklerde apikalde bulunan ortalama boşluk miktarının koronalde bulunan ortalama boşluk miktarından daha az olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarımızda benzer şekilde MTA Fillapex ve WellRoot ST gruplarında, apikal ve koronal bölgeler arasında çıkan fark anlamlı bulunmuştur. Koronal bölgeye kıyasla apikal bölgede daha az boşluk oluşmasının, lateral kondenzasyon sırasında apikal üçlü bölgesinde daha çok baskı olması ile elde edilen daha etkili tıkama olabileceği düşüncesindeyiz. AH Plus grubunda, farklı kök seviyelerinde oluşan ara yüzey boşluk hacmi yüzdeleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. MTA Fillapex ve WellRoot ST gruplarında apikal ve koronal arasında çıkan anlamlı farkın AH Plus grubunda görülmemesinin sebebi olarak, apikal ve koronal bölgede oluşan boşluk hacmi yüzde değerlerinin birbirine daha yakın olması düşünülebilir. Ayrıca apikal üçlüde oluşan boşluk hacmi yüzdesi açısından en yüksek boşluk yüzde değeri AH Plus grubunda görülmüştür. Bu durumun ortaya çıkmasında AH Plus patının rezin içeriği sebebiyle gerçekleşen polimerizasyon büzülmesinin etkili olabileceği düşüncesindeyiz.

6. SONUÇLAR

AH Plus, MTA Fillapex ve Well Root ST patları ile doldurulmuş kanallarda ortaya çıkan *ara yüzey boşluklarını* 3D Mikro Bilgisayarlı Tomografi ile karşılaştırmalı olarak değerlendirdiğimiz çalışmamızda;

- Tüm kök kanal sisteminde ve koronal, orta ve apikal üçlüde oluşan ara yüzey boşluk hacmi yüzdeleri açısından;
- Gruplar arasında, tüm kök kanal sisteminde ($p=0,371$), koronal üçlüde ($p=0,307$), orta üçlüde ($p=0,67109$ ve apikal üçlüde ($p=0,933$) ara yüzey boşluk hacmi yüzdeleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.
- Her grup kendi içinde değerlendirildiğinde;
- AHP grubunda koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri oluşan boşluk hacmi yüzdesi açısından karşılaştırıldığında bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,076$).
- MTAF grubunda farklı kök seviyelerinde oluşan ara yüzey boşluk hacmi yüzdeleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur($p=0.013$). İkili karşılaştırmalar sonucunda, apikal ile koronal üçlü arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p=0.013$); koronal ile orta bölge arasındaki ($p=0.124$) ve orta ile apikal bölge arasındaki ($p=1.000$) fark anlamlı bulunmamıştır.
- WRST grubunda farklı kök seviyelerinde oluşan ara yüzey boşluk hacmi yüzdeleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.028$). İkili karşılaştırmalar sonucunda, apikal ile koronal üçlü arasındaki fark anlamlı bulunurken ($p=0.024$); koronal ile orta bölge arasındaki ($p=0.307$) ve orta ile apikal bölge arasındaki ($p=0.922$) fark anlamlı bulunmamıştır. bişey

Sonuç olarak, AH Plus gibi klinik başarısı pek çok farklı çalışmada gösterilmiş olan bir pat ile benzer düzeyde örtücülük gösteren Well Root ST patının AH Plus'a alternatif olabileceği düşünülmektedir. Boşluk oluşumu açısından her ne kadar diğer iki pattan daha yüksek ortalama değer sergilese de MTA Fillapex patının istatistiksel olarak benzer etkinlik gösterdiği de gözlenmiştir. Çalışmamızda biyoseramik esaslı farklı kanal patlarının tıkama kabiliyetleri laboratuvar koşullarında yapılan incelemelerle değerlendirilmiştir. Ancak iyi bilinmektedir ki, klinik koşullar hiçbir zaman laboratuvar ortamında birebir oluşturulamamaktadır. Bu nedenle, çalışma sonuçlarımızı destekleyen uzun dönem takipli klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.



7. KAYNAKLAR

1. Haapasalo, M., Endal, U., Zandi, H., Coil, J. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endod Topics* 10(1):77-102, 2005.
2. Gogos C, Economides N, Stavrianos C, Kolokouris I, Kokorikos I. Adhesion of a new methacrylate resin-based sealer to human dentin. *J Endod* 30:238-40, 2004.
3. Kardon BP, Kuttler S, Hardigan P, Dorn SO. An in vitro evaluation of the sealing ability of a new root canal obturation system. *J Endod* 29:658-661, 2003.
4. Bodrumlu E, Tunga U. Apical leakage of Resilon™ obturation material. *The J Contemp Dent Pract* 7: 45-52, 2006.
5. Stratton RK, Apicella MJ, Mines P. A fluid filtration comparison of gutta-percha versus Resilon, a new soft resin endodontic obturation system. *J Endod* 32:642-645, 2006.
6. Verissimo DM, Vale MS, Monteiro AJ. Comparison of apical leakage between canals filled with Gutta-percha/AH-Plus and the Resilon/Epiphany system when submitted to two filling techniques. *J Endod* 33: 291-294, 2007.
7. Demiriz, L., Koçak, M. M., Koçak, S., Sağlam, B. C., Türker, S. A. (2016). Evaluation of the dentinal wall adaptation ability of MTA Fillapex using stereo electron microscope. *J Conserv Dent* 19(3):220, 2016.
8. Lolayekar N, Bhat SS, Hegde S. Sealing ability of ProRoot MTA and MTA-Angelus simulating a one-step apical barrier technique - An in vitro study. *J Clin Pediatr Dent* 33:305-10, 2009.
9. de Leimburg ML, Angeretti A, Ceruti P, Lendini M, Pasqualini D, Berutti E. MTA obturation of pulpless teeth with open apices: Bacterial leakage as detected by polymerase chain reaction assay. *J Endod* 30:883-6, 2004.
10. Giuliani V, Baccetti T, Pace R, Pagavino G. The use of MTA in teeth with necrotic pulps and open apices. *Dent Traumatol* 18:217-21, 2002.
11. Sagsen, B., Ustün, Y., Demirbuga, S., Pala, K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *Int Endod J* 44(12):1088-1091, 2011.

12. Nagas E, Uyanik MO, Eymirli A, Cehreli ZC, Vallittu PK, Lassila LV, Durmaz V. Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *J Endod* 38:240-244, 2012.
13. Bodrumlu, E., Kalyoncuoğlu, E., Göktürk, D. H. 313 Farklı irrigasyon solüsyonlarının biyoseramik esaslı patların apikal örtücülüğü üzerindeki. *J Dent Fac Atatürk Üni* 23(3):313-317, 2013.
14. L. L. Hench. Bioceramics: from concept to clinic. *J Am Ceram Soc* 74(7):1487-1510, 1991.
15. Kossev D., Stefanov V. Ceramics-based sealers as a new alternative to currently used endodontic sealers. *Roots* 1:42-48, 2009.
16. M. P. Ginebra, E. Fernández, E. A. P. De Maeyer et al. Setting reaction and hardening of an apatitic calcium phosphate cement. *J Dent Res* 76(4):905-912, 1997.
17. Reszka, P., Nowicka, A., Lipski, M., Dura, W., Drożdżik, A., Woźniak, K. A Comparative Chemical Study of Calcium Silicate-Containing and Epoxy Resin-Based Root Canal Sealers. *BioMed Res Int* 2016:980843, 2016.
18. Li, G. H., Niu, L. N., Selem, L. C., Eid, A. A., Bergeron, B. E., Chen, J. H., Pashley H. D. Tay, F. R. Quality of obturation achieved by an endodontic core-carrier system with crosslinked gutta-percha carrier in single-rooted canals. *J Dent* 42(9):1124-1134, 2014.
19. Hammad, M., Qualtrough, A., Silikas, N. Evaluation of root canal obturation: a three-dimensional in vitro study. *J Endod* 35(4):541-544, 2009.
20. Johnson, W.T., Gutmann, J.L. Obturation of the Cleaned and Shaped Root Canal System. Ed: K. M. Hargreaves, S. Cohen. *Cohen's Pathways of the Pulp*. pp. 358-399, Mosby Inc. Elsevier, St. Louis, ABD, 2006.
21. Alaçam T. *Endodonti*. 2.Baskı. Barış Yayınları, Ankara, 2000.
22. Tepel J, Schafer E, Hoppe W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 3. Resistance to Bending and fracture. *J Endod* 23:141-145, 1997.
23. Peters, O.A., Peters, C. *Cleaning and Shaping of the Root Canal System*. Ed: K. M. Hargreaves, S. Cohen. *Cohen's Pathways of the Pulp*. pp. 283-348, Mosby Inc, Elsevier, St. Louis, ABD, 2010.

24. Walton RE, Torabinejad M. W. B. Saunders. Pulp and Periradicular Pathosis. Ed.: Walton, R.E., Torabinejad, M. Principles And Practice Of Endodontics. pp:28-48, Company: Philadelphia, 2002.
25. Wu, M. K., Sluis, L. W. M., Wesselink, P. R. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *Int Endod J* 36(3):218-224, 2003.
26. Wu, M. K., Wesselink, P. R. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 79(4):492-496, 1995.
27. Aşçı, S. K. Endodonti. s:385-475, Quintessence yayıncılık, İstanbul, 2014.
28. J.I., Newton, C.W., West, J.D., Gutmann, J.L. , Glickman, G. N., Korzon, B.H., Martin, H. Obturation of the Radicular Space. Ed: J.I. Ingle. Ingle's Endodontics. Pp:571-668, BC Decker Inc.,Hamilton, London, 2002.
29. Metzger, Z., Basrani, B., Goodis, H.E. Instruments, Materials and Devices. Ed: K. M. Hargreaves, S. Cohen. Cohen's Pathways of the Pulp. pp: 223-282, Mosby Inc, Elsevier, St. Louis, ABD, 2010.
30. Darendeliler Y., Endodontide kullanılan kök kanal aletleri, *GÜ Dişhek Fak Derg* 19(1):51-57, 2002.
31. Ruddle, C. J. The Protaper advantage: shaping the future of endodontics. *Dentistry today*, 2001.
32. Schafer E, Vlasis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCE. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod* 37(4):229-238, 2004.
33. McComb, D., Smith, D. C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod* 1(7):238-242, 1975.
34. Lim, T. S., Wee, T. Y., Choi, M. Y., Koh, W. C., Sae-Lim, V. Light and scanning electron microscopic evaluation of Glyde™ File Prep in smear layer removal. *Int Endod J* 36(5):336-343, 2003.
35. Torabinejad, M., Handysides, R., Khademi, A. A., Bakland, L. K. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 94(6):658-666, 2002.

36. Hulsmann, M., Rummelin, C., Schafers, F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *J Endod* 23(5):301-306, 1997.
37. Cengiz T, Aktener BO, Pişkin B. Effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants: A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 23(3):163-71, 1990.
38. Brannström M, Nordenvall KJ, Glantz PO. The effect of EDTA containing surface-active solutions on the morphology of prepared dentin: an in vivo study. *Journal of Dental Research* 31(4):422-30, 1974.
39. Byström A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 18(1):35-40, 1985.
40. Vojinovic O, Nyborg H, Brannström M. Acid treatment of cavities under resin fillings: bacterial growth in dentinal tubules and pulpal reactions. *J Dent Res* 52(6):1189-93, 1973.
41. Michelich VJ, Schuster GS, Pashley DH. Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J Dent Res* 59(8):1398-403, 1980.
42. Mak Yiu-fai. Microbial flora of root canals at the time of obturation and the outcome of treatment. *Airiti Library* 194(27):203-185, 1999.
43. White RR, Goldman M, Lin PS. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. *J Endod* 13(8):369-74, 1987.
44. Okşan T, Aktener BO, Sen BH, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J*, 26(5):301-5, 1993.
45. Karagöz-Küçükay I, Bayırlı G. An apical leakage study in the presence and absence of the smear layer. *Int Endod J* 27(2):87-93, 1994.
46. Kennedy WA, Walker WA, Gough RW. Smear layer removal effects on apical leakage. *J Endod* 12(1):21-7, 1986.
47. Shahravan, A., Haghdoost, A. A., Adl, A., Rahimi, H., Shadifar, F. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *J Endod* 33(2):96-105, 2007.

48. Saleh, I. M., Ruyter, I. E., Haapasalo, M. P., Ørstavik, D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *J Endod*, 29(9):595-601, 2003.
49. Zehnder, M. Root canal irrigants. *J Endod* 32(5):389-398, 2006.
50. Gürel, M., Kivanç, B. H. Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA). *Turkiye Klinikleri J Endod-Special Topics* 1(2):8-14, 2015.
51. Grossman L.I. Sterilization of infected root canals. *J Am Dent Assoc* 85(4):900-905, 1972.
52. Hulsmann M., Heckendorff M., Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* 36 (12):810-830, 2003.
53. Haapasalo M., Shen Y., Qian W., Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am* 54(2):291-312, 2010.
54. Dalton BC, Ørstavik D., Philips C., Pettiete M., Trope M. Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. *J Endod* 24(11):763-767, 1988.
55. Alaçam T, 1. Cilt, 1. Basım, s.529-588, Özyurt Matbaacılık, Ankara, 2012.
56. Clarkson RM., Moule AJ. Sodium hypochloride and its use as an endodontic irrigant. *Aust Dent J* 43(4):250-256, 1998.
57. Fraiss, S., Ng, Y.L., Gulabivala, K. Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *Int Endod J* 34(3):206-215, 2001.
58. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spano JC, Marchesan M, Pecora J. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J* 13:113-7, 2002.
59. Moorer, W.R., Wesselink, P.R. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J* 15(4):187-196, 1982.
60. Pashley, E.L., Birdsong, N.L., Bowman, K., Pashley, D.H. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod* 11(12):525-528, 1985.
61. Siqueira, J.F., Jr., Rocas, I.N., Favieri, A., Lima, K.C. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod* 26(6):331-334, 2000.
62. Wiesman MI. Efficient bleaching procedure for the pulpless tooth. *Dent Dig* 6(9):347, 1963.

63. Hand RE, Smith ML, Harrison JW. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod* 4(2): 60-64, 1978.
64. Zehnder, M., Kosicki, D., Luder, H., Sener, B., Waltimo, T. Tissue dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 94 (6):756-762, 2002.
65. Haapasalo, H.K., Siren, E.K., Waltimo, T.M., Orstavik, D., Haapasalo, M.P. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. *Int Endod J* 33(2):126-131, 2000.
66. Ayhan, H., Sultan, N., Cirak, M., Ruhi, M.Z., Bodur, H. Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. *Int Endod J* 32(2):99-102, 1999.
67. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation-literature review and case reports, *Int Endod J* 33(3):186-193, 2000.
68. Perez, F., Rouqueyrol-Pourcel, N. (2005). Effect of a low-concentration EDTA solution on root canal walls: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 99(3):383-387, 2005.
69. Goldberg F, Spielber C. The effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 5(3):74- 77, 1982.
70. Serper, A., Calt, S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *J Endod* 28(7):501-502, 2002.
71. Goldman, M., Goldman, L.B., Cavaleri, R., Bogis, J., Lin, P.S. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. *J Endod* 8(11):487-492, 1982.
72. Çalt, S., Serper, A. Smear layer removal by EDTA. *J. Endod* 26:459-461, 2000.
73. Johnson, W.T., Noblett, W.C. Cleaning and shaping. Ed.: M. Torabinejad, R.E. Walton. *Endodontics: Principles and practice*. pp. 258-286, Saunders Elsevier, St. Louis, ABD, 2009.
74. Bodrumlu E., Tunga U. Coronal Sealing Ability of a New Root Canal Filling Material, *J Can Dent Assoc* 73:623a-623c, 2007.
75. Qualtrough, A.J., Whitworth, J.M., Dummer, P.M. Preclinical endodontology: an international comparison. *Int Endod J* 32(5):406-414, 1999.

76. Allison DA., Michelich RJ., Walton RE. The influence of master cone adaptation on the quality of the apical seal. *J Endod* 7(2):61-65, 1981.
77. Yared GM., Dagher FB., Machtou P. Influence of the removal of coronal gutta-percha on the seal of root canal obturations. *J Endod* 23(3):146-148, 1997.
78. Gilhooly RM., Hayes SJ., Bryant ST., Dummer PM. Comparison of lateral condensation and thermomechanically compacted warm alpha-phase gutta-percha with a single cone for obturating curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 91(1):89-94, 2001.
79. Wu, M., van der Sluis, L.W., Wesselink, P.R. 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* 35(6):527-535, 2002.
80. Grossman L., Louis I., Seymour O. and Carlos E. Del Rio. *Endodontic Practice*. Lea Febiger, Michigan, 1988.
81. Çalt Tarhan S., Uzunoglu E., *Root Canal Filling Materials, Turkiye Klinikleri J Dental Sci-Special Topics* 1(3):1-15, 2010.
82. James B.L., Brown C.E., Legan J.L., Moore B.K., Vail M.M. An in vitro evaluation of the contents of root canals obturated with gutta-percha and AH-26 sealer or Resilon and Epiphany sealer. *J Endod* 33:1359-1363, 2007.
83. Bunn CW. Molecular structure of rubber-like elasticity, Part I: The crystal structure of gutta-percha, rubber and poly-chloroprene. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 180(980):40-66, 1942.
84. Schilder H., Goodman A., Aldrich W. The thermomechanical properties of guttapercha. V. Volume changes in bulk guttapercha as a function of temperature and its relationship to molecular phase transformation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 59(3):285-296, 1985.
85. Goodman, A., Schilder, H., Aldrich, W. The thermomechanical properties of gutta-percha. II. The history and molecular chemistry of guttapercha. *Oral Surg Oral Med and Oral Pathol* 37(6):954-961, 1974.
86. Goodman, A., Schilder, H., Aldrich, W. The thermomechanical properties of gutta-percha. Part IV. A thermal profile of the warm guttapercha packing procedure. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 51(5):544-551, 1981.
87. Pascon, E.A., Spangberg, L.S. In vitro cytotoxicity of root canal filling materials: 1. Gutta-percha. *J Endod* 16(9):429-433, 1990.

88. Spangberg, L.S.W., Langeland, K. Biologic effects of dental material. 1. Toxicity of root canal filling materials on HeLa cells in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 35:402-414, 1973.
89. Evans J., Simon J.H.S. Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. *J. Endod* 12:101-107, 1986.
90. Torabnejad M., UNG, B., Kettering J.D. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J. Endod* 16:566-569, 1990.
91. Schmalz G. (2003). *Root Canal Filling Materials*. Ed.: G. Bergenholtz, P. Horsted-Bindslev, C. Reit. Blackwell, Textbook of Endodontology. pp. 261-285, Munksgaard: Oxford, 2003.
92. Çalışkan M.K. *Endodontide tanı ve tedaviler*. 1. Baskı. Nobel Yayıncılık. İstanbul, 2006.
93. Lee K.W., Williams M.C., Camps J.J., et al: Adhesion of endodontic sealers to dentine and gutta-percha. *J Endod* 28(10):684-688, 2002.
94. McMichen, F.R., Pearson, G., Rahbaran, S., Gulabivala, K. A comparative study of selected physical properties of five root-canal sealers. *Int Endod J* 36(9):629-635, 2003.
95. Gorduysus, M., Avcu, N. Evaluation of the radiopacity of different root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 108(3):e135-140, 2009.
96. Orlay H.. Overfilling in root canal treatment. Two accidents with N2. *Br Dent J* 120(8):376, 1964.
97. Tavares CO, Böttcher DE, Assman E, Kopper PM, De Figueiredo JA, Grecca FS, Scarparo RK. Tissue reactions to a new mineral trioxide aggregate containing endodontic sealer. *J Endod* 39:653-657, 2013.
98. Oddoni, P. G., Mello, I., Coil, J. M., Antoniazzi, J. H. Coronal and apical leakage analysis of two different root canal obturation systems. *Braz Oral Res* 22(3):211-215, 2008.
99. De-Deus, G., Coutinho-Filho, T., Reis, C., Murad, C., Paciornik, S. Polymicrobial leakage of four root canal sealers at two different thicknesses. *J Endod* 32(10):998-1001, 2006.

- 100.** Pommel, L., About, I., Pashley, D., Camps, J. Apical leakage of four endodontic sealers. *J Endod* 29(3):208-210, 2003.
- 101.** Eldeniz, A. U., Erdemir, A., Belli, S. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *J Endod* 31(4):293-296, 2005.
- 102.** S. M. Best, A. E. Porter, E. S. Thian, and J. Huang. Bioceramics: past, present and for the future. *J Eur Ceram Soc* 28(7):1319-1327, 2008.
- 103.** K. Koch and D. Brave. A new day has dawned: the increased use of bioceramics in endodontics. *Dentaltown* 10:39-43, 2009.
- 104.** AL-Haddad, A., Che Ab Aziz, Z. A. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *International journal of biomaterials*, 2016:ID9753210, 2016.
- 105.** Dorozhkin, S. V. Self-setting calcium orthophosphate formulations. *J Funct Biomater* 4(4):209-311, 2013.
- 106.** Afaf, A. H., Kasım, N. H. A., Ab Aziz, Z. A. C. Interfacial adaptation and thickness of bioceramic-based root canal sealers. *Dent Mater J* 34(4):516-521, 2015.
- 107.** A. Jean, B. Kerebel, L.-M. Kerebel, R. Z. Legeros, and H. Hamel. Effects of various calcium phosphate biomaterials on reparative dentin bridge formation. *J Endod* 14(2):83-87, 1988.
- 108.** E. Pissiotis and L. S. W. Spngberg. Biological evaluation of collagen gels containing calcium hydroxide and hydroxyapatite. *J Endod* 16(10):468-473, 1990.
- 109.** J. Y. M. Chau, J. W. Hutter, T. O. Mork, and B. K. Nicoll. An in vitro study of furcation perforation repair using calcium phosphate cement. *J Endod* 23(9):588-592, 1997
- 110.** A. M. Cherng, L. C. Chow, and S. Takagi. In vitro evaluation of a calcium phosphate cement root canal filler/sealer. *J Endod* 27(10):613-615, 2001.
- 111.** W. Zhang, Z. Li, and B. Peng, Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 107(6):e79-e82, 2009.

- 112.** L. Han and T. Okiji. Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. *Int Endod J* 44(12):1081–1087, 2011.
- 113.** A. R. Atmeh, E. Z. Chong, G. Richard, F. Festy, and T. F. Watson. Dentin-cement interfacial interaction: calcium silicates and polyalkenoates. *J Dent Res* 91(5):454-459, 2012.
- 114.** H. Zhang, Y. Shen, N. D. Ruse, and M. Haapasalo. Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 35(7):1051-1055, 2009.
- 115.** Nair PN, Duncan HF, Pitt Ford TR, Luder HU. Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. *Int Endod J* 41:128-50, 2008.
- 116.** Yoshino, P., Nishiyama, C. K., Modena, K. C. D. S., Santos, C. F., Sipert, C. R. In vitro cytotoxicity of white MTA, MTA Fillapex and Portland cement on human periodontal ligament fibroblasts. *Braz Dent J* 24(2):111-116, 2013.
- 117.** Gomes-Filho, J. E., Watanabe, S., Lodi, C. S., Cintra, L. T. A., Nery, M. J., Dezan, E., Bernabé, P. F. E. Rat tissue reaction to MTA Fillapex. *Dent Traumatol* 28(6):452-456, 2012.
- 118.** Guven, E. P., Yalvac, M. E., Kayahan, M. B., Sunay, H., SahIn, F., Bayirli, G. Human tooth germ stem cell response to calcium-silicate based endodontic cements. *J Appl Oral Sci* 21(4):351-357, 2013.
- 119.** Ricucci, D., Lin, L.M., Spangberg, L.S. Wound healing of apical tissues after root canal therapy: a long-term clinical, radiographic, and histopathologic observation study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 108(4):609-621, 2009.
- 120.** Ørstavik, D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endodontic Topics*, 12 (1):25-38, 2005.
- 121.** Ørstavik D, Nordahl I, Tibballs Je. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent materials* 17:512-9, 2001.

- 122.** Schäfer E, Köster M, Bürklein S. Percentage of gutta-percha-filled areas in canals instrumented with nickel-titanium systems and obturated with marching single cones. *J Endod* 39:924-8, 2013.
- 123.** Duygu Ü., Mustafa K. Tıpta kullanılan görüntüleme teknikleri., Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Fizik Eğitimi Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara, 2008.
- 124.** Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J* 32(3):165-70, 1999.
- 125.** Elliott JC, Dover SD. X-ray microtomography. *J Microsc* 126(Pt 2):211-3, 1982.
- 126.** Ünsal Şahin F., Topuz Ö. Diş hekimliği araştırmalarında mikrobilgisayarlı tomografi uygulamaları. *Acta Odontol Turc* 31(2):114-20, 2014.
- 127.** N.V. SksScan 1172 X-ray mikrotomografi Kullanım klavuzu. Vlunchtenburgstraat: Aartselaar, 2005.
- 128.** Prokop, M., Galanski, M., van der Molen, A. J., Schaefer-Prokop, C. M. Spiral and multislice CT of the body, 2003.
- 129.** Renders GA, Mulder L, van Ruijven LJ, van Eijden TM. Porosity of human mandibular condylar bone. *J Anat* 210(3):239-48, 2007.
- 130.** Spoor CF, Zonneveld FW, Macho GA. Linear measurements of cortical bone and dental enamel by computed tomography: applications and problems. *Am J Phys Anthropol* 91(4):469-84, 1993.
- 131.** Anderson P, Elliott JC, Bose U, Jones SJ. A comparison of the mineral content of enamel and dentine in human premolars and enamel pearls measured by X-ray microtomography. *Arch Oral Biol* 41(3):281-90, 1996.
- 132.** Oi T, Saka H, Ide Y. Three-dimensional observation of pulp cavities in the maxillary first premolar tooth using micro-CT. *Int Endod J* 37(1):46-51, 2004.
- 133.** Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 30(8):559-67, 2004.
- 134.** Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. *J Endod* 34(11):1370-3, 2008.

- 135.** Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci* 1(4):177-88, 2009.
- 136.** Jung M, Lommel D, Klimek J. The imaging of root canal obturation using micro-CT. *Int Endod J* 38(9):617-26, 2005.
- 137.** A. Kaur, N. Shah, A. Logani, and N. Mishra. Biotoxicity of commonly used root canal sealers: a meta-analysis. *J Conserv Dent* 18(2):83–88, 2015.
- 138.** De Almeida, W.A., Leonardo, M.R., Tanomaru Filho, M., Silva, L.A.B. (2000). Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. *Int. Endod. J.*, 33: 25-27.
- 139.** Miletic, I., Ribaric, S.P., Karlovic, Z., Silvana, J., Bosnjac, A., Anic, I. Apical leakage of five root canal sealers after one year of storage. *J Endod* 28:431-432, 2002.
- 140.** Kopper, P.M., Figueiredo J.A., Della Bona, A., Vanni, J.R., Bier, C.A., Bopp, S. Comparative in vivo analysis of the sealing ability of three endodontic sealers in post-prepared root canals. *Int Endod J* 15:857-863, 2003.
- 141.** Mello, I., Robazza, C.R., Antoniazzi, J.H. Influence of Er:Yag laser irradiation on apical sealing of four different sealers. *Braz Dent J* 15:190-193, 2004.
- 142.** Kayaoğlu, G., Erten, H., Alaçam, T., Orstavik, D. Short-term antibacterial activity of root canal sealers towards *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 38:483-488, 2005.
- 143.** Sevimay, S., Kalaycı, A. Evaluation of apical sealing ability and adaptation of two resin-based sealers. *J Oral Rehabil* 32:105-110, 2005.
- 144.** Leyhausen, G., Heil, J., Reifferscheid, G., Waldmann, P., Geurtsen, W. Genotoxicity and cytotoxicity of the epoxy resin-based root canal sealer AH Plus. *J Endod* 25:109-113, 1999.
- 145.** Leonardo, M.R. Da Silva L.A., Almeida W.A., Utrilla L.S. Tissue response to an epoxy resin-based root canal sealer. *Endod Dent Traumatol* 15: 28-32, 1999b.
- 146.** Saunders W.P. Apical and coronal leakage Ed.: G. Bergenholtz, P. Horsted-Bindslev, C. Reit. Blackwell, Munksgaard. *Textbook of endodontology*. pp. 192-198, Oxford, 2007.

- 147.** Kuçi, A., Alaçam, T., Yavaş, Ö., Ergul-Ulger, Z., Kayaoglu, G. Sealer penetration into dentinal tubules in the presence or absence of smear layer: A confocal laser scanning microscopic study. *J Endod* 40(10):1627-1631, 2014.
- 148.** Gandolfi, M. G., Parrilli, A. P., Fini, M., Prati, C., Dummer, P. M. H. 3D micro-CT analysis of the interface voids associated with Thermafil root fillings used with AH Plus or a flowable MTA sealer. *Int Endod J* 46(3), 253-263, 2013.
- 149.** Weine FS. *Endodontic therapy*. 5th ed. pp. 303-34 CV Mosby Co, St.Louis, ABD, 1996.
- 150.** Koch DK, Brave D, Nasseh AA. A review of bioceramic technology in endodontics. *Roots*, 1:6-13, 2013.
- 151.** Razavian H, Barekatin B, Shadmehr E, Khatami M, Bagheri F, Heidari F. Bacterial leakage in root canals filled with resin-based and mineral trioxide aggregate-based sealers. *Dent Res J* 11:599-603, 2014.
- 152.** Andreasen, J.O., Munksgaard, E.C., Bakland, L.K. Comparison of fracture resistance in root canals of immature sheep teeth after filling with calcium hydroxide or MTA. *Dent Traumatol.*, 22:154-156, 2006.
- 153.** Hitabovic-Kofman, S., Raimundo, L., Chong, L., Moreno, J., Zheng, L. Mineral trioxide aggregate in endodontic treatment for immature teeth. *EMBS Annual International Conference*, New York, USA, Aug., 2094-2097, 2006.
- 154.** Stuart, C.H., Schwarts, S.A., Beeson, T.J. Reinforcement of immature roots with a new resin material. *J Endod* 32: 350-353, 2006.
- 155.** Bortoluzzi, E.A., Souza, E.M., Reis, J.M.S.N., Esberard, R.M., Tanomuro-Filho, M. Fracture strength of bovine incisors after intra-radicular treatment with MTA in an experimental immature tooth model. *Int Endod J* 40: 684-691, 2007.
- 156.** Wilkinson, K.L., Beeson, T.J., Kirkpatrick, T.C. Fracture resistance of simulated immature teeth filled with Resilon, gutta-percha, or composite. *J Endod* 33: 480-483, 2007.
- 157.** Hemalatha, H., Sandeep, M., Kulkarni, S., Yakub, S.S. Evaluation of fracture resistance in simulated immature teeth using Resilon and ribbond as root reinforcements-An in vitro study. *Dent Traumatol* 25: 433-438, 2009.

- 158.** Celikten, B., F. Uzuntas, C., I. Orhan, A., Tufenkci, P., Misirli, M., O. Demiralp, K., Orhan, K. Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques. *J Oral Sci* 57(4):361-366, 2015.
- 159.** Polineni, S., Bolla, N., Mandava, P., Vemuri, S., Mallela, M., Gandham, V. M. Marginal adaptation of newer root canal sealers to dentin: A SEM study. *J Conserv Dent* 19(4):360, 2016.
- 160.** Pawar, S. S., Pujar, M. A., Makandar, S. D. Evaluation of the apical sealing ability of bioceramic sealer, AH plus epiphany: An in vitro study. *J Conserv Dent* 17(6):579, 2014.
- 161.** Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin oNorth Am* 18:269-96, 1974.
- 162.** Glosson CR, Haller RH, Dove SB, Del Rio CE A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven and K-Flex endodontic instruments. *J Endod* 21:146-51,1995.
- 163.** Andreasen, J. O., Farik, B., Munksgaard, E. C. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol* 18(3), 134-137, 2002.
- 164.** Boyde, A. Advances of fluorine research and dental caries prevention. In: An assessment of two new physical methods applied to the study of dental tissues. Oxford, U.K.: Pergamon Press, 185-193,1963.
- 165.** Southard, D., Rooney, T. Effective one-visit therapy for the acute apical abscess. *J Endod* 10: 580-583, 1984.
- 166.** Peak, J.D., Hatydes, S.J., Bryant, S.T., Dummer, P.M. The outcome of root canal treatment: a retrospective study within the armed forces (Royal Air Force). *Braz Dent J* 190: 140-144, 2001.
- 167.** Mickel, A.K., Nguyen, T.H., Chogle, S. Antimicrobial activity of endodontic sealers on *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 29:257-258, 2003.
- 168.** Meryon, S.D., Jakeman, K.J., Browne, R.M. Penetration in vitro of human and ferret dentine by three bacterial species in relation to their potential role in pulpal inflammation. *Int Endod J* 19:213-220, 1986.

- 169.** Meryon, S.D., Brook, A.M. Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *Int Endod J* 23:196-202, 1990.
- 170.** Pitt Ford, T.R., Roberts, G.J. Tissue response to glass ionomer retrograde root fillings. *Int Endod J* 23:233-238, 1990.
- 171.** Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 13:147-157, 1987.
- 172.** Pitout, E., Oberholzer, T.G., Blignaut, E., Molepo, J. Coronal leakage of teeth root-filled with gutta-percha or resilon root canal filling material. *J Endod* 32: 879-881, 2006.
- 173.** Fisher, M.A., Berzins, D.W., Bahcall, J.K. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod* 33:856-858, 2007.
- 174.** Sly, M.M., Moore, B.K., Platt, J.A. Brown C.E. Push-out bond strength of a new endodontic obturation system (Resilon/Epiphany). *J Endod* 33:160-162, 2007.
- 175.** Çalt, S., Serper, A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod* 28(1):17-19, 2002.
- 176.** Shipper, G., Orstavik, D., Teixeira, F.B., Trope, M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod* 30(5):342-347, 2004
- 177.** Shemesh, H., Wu, M.K., Wesselink, P.R. 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* 39(12):968-976, 2006.
- 178.** Skinner, R.L., Himel, V.T. The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha with and without the use of sealers. *J Endod* 13 (7):315-317, 1987.
- 179.** Walia, H., Costas, J., Brantley, W., Gerstein, H. Torsional ductility and cutting efficiency of the nickel-titanium file. *J Endod* 15: 174-176, 1989.
- 180.** Dummer, P.M.H. Comparison of undergraduate endodontic teaching programmes in the United Kingdom and in some dental schools in Europe and the United States. *Int Endod J* 24:169-177, 1991.

- 181.** Wu, M.K., De Gee, A.J., Wesselink, P.R., Moorer, W.R. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *Int Endod J* 27:233-238, 1994.
- 182.** Cailleateau, J.G., Mullaney, T.P. Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in United States dental schools. *J Endod* 23: 394-396, 1997.
- 183.** Qualtrough, A.J.E., Dummer, P.M.H. Undergraduate endodontic teaching in the United Kingdom: an update. *Int Endod J* 30:234-240, 1997.
- 184.** Deniz, H., Gorgül, G., Türköz, E., Bayraktar, A. Lateral kondansasyon, Nd:YAG lazer kullanılarak yumuşatılmış GP ve microseal teknikleri kullanılarak doldurulmuş kök kanallarının apikal sızdırmazlık yönünden değerlendirilmesi. *G.Ü. Dişhek. Fak. Derg.*, 18:69-73, 2001.
- 185.** Alaçam, T., Topuz, O., Genc, O. Yapay kök kanallarında soğuk lateral kondenzasyon ve farklılaştırılmış devamlı ısıyla dolgu yöntemi ile yapılan GP dolguların ağırlık olarak değerlendirilmesi. *G.Ü. Dişhek. Fak. Derg.*, 22:105-109, 2005.
- 186.** De Moor, R.J., Hommez, G.M. The long-term sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta percha obturation techniques. *Int Endod J* 35: 275-282, 2002.
- 187.** De Moor, R. J. G., Boever, J. G. The sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta-percha obturation techniques. *Dent Traumatol* 16(6):291-297, 2000.
- 188.** F.R. Tay, R.J. Loushine, P. Lambrechts, R.N. Weller, D.H. Pashley. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod* 31:584-589, 2005.
- 189.** E.G. Kontakiotis, M.K. Wu, P.R. Wesselink. Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2-year follow-up study. *Int Endod J* 30:307-312, 1997.
- 190.** Love RM, Jenkinson HF. Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. *Critical Review in Oral Pathology and Biology and Medicine* 13:171-83, 2002.
- 191.** Wu MK, Fan B, Wesselink PR. Diminished leakage along root canals filled with gutta-percha without sealer over time: a laboratory study. *Int Endod J* 33:121-5, 2000.

- 192.** Wu MK, van der Sluis LWM, Ardila CN, Wesselink PR. Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques. *Int Endod J* 36, 533-40, 2003.
- 193.** Vasiliadis L, Kodonas K, Economides N, Gogos C, Stavrianos C. Short and long-term sealing ability of Gutta-flow and AH-Plus using an ex vivo fluid transport model. *Int Endod J* 43:377-81, 2010.
- 194.** De Bruyne MAA, De Bruyne RJE, Rosiers L, De Moor RJG. Longitudinal study on microleakage of three root-end filling materials by the fluid transport method and by capillary flow porometry. *Int Endod J* 38:129-36, 2005.
- 195.** Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J* 26:37-43, 1993.
- 196.** Siqueira JF, Rôças IN, Favieri A, Abad EC, Castro AJ, Gahyva SM. Bacterial leakage in coronally unsealed root canals obturated with 3 different techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 90:647-650, 2000.
- 197.** Pommel L, Camps J. Effects of pressure and measurement time on the fluid filtration method in endodontics. *J Endod* 27:256-258, 2001.
- 198.** Veríssimo DM, do Vale MS. Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *J Oral Sci* 48:93-98, 2006.
- 199.** Ho, S. T., Huttmacher, D. W. A comparison of micro CT with other techniques used in the characterization of scaffolds. *Biomaterials*, 27(8):1362-1376, 2006.
- 200.** Z. Metzger, R. Zary, R. Cohen, E. Teperovich, F. 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* 36:1569-1573, 2010.
- 201.** P. Zaslansky, P. Fratzl, A. Rack, M.K. Wu, P.R. Wesselink, H. Shemesh. Identification of root filling interfaces by microscopy and tomography methods. *Int Endod J* 44:395-401, 2011.
- 202.** A.M. El-Ma'aita, A.J. Qualtrough, D.C. Watts. A micro-computed tomography evaluation of mineral trioxide aggregate root canal fillings. *J Endod* 38: 670-672, 2012.

- 203.** L. Moeller, A. Wenzel, A.M. Wegge-Larsen, M. Ding, L.L. Kirkevang. Quality of root fillings performed with two root filling techniques. An in vitro study using micro-CT. *Acta Odontol Scandina* 71:689-696, 2013.
- 204.** Keleş, A., Alcin, H., Kamalak, A., Versiani, M. A. Micro-CT evaluation of root filling quality in oval-shaped canals. *Int Endod J* 47(12):1177-1184, 2014.
- 205.** Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Graeff MS, del Carpio Perochena A, Vivan RR, Camargo EJ, Garcia RB, Bernardineli N, Gutmann JL, de Moraes IG. Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 108:450-457, 2009.
- 206.** Azar NG, Heidari M, Bahrami ZS, Shokri F. In vitro cytotoxicity of a new epoxy resin root canal sealer. *J Endod* 26:462-5, 2000.
- 207.** Carneiro SM, Sousa-Neto MD, Rached FA Jr, et al. Push-out strength of root fillings with or without thermomechanical compaction. *Int Endod J* 45:821-8, 2013.
- 208.** Vilanova WV, Carvalho-Junior JR, Alfredo E, et al. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J* 45:42-8, 2011.
- 209.** Teixeira CS, Alfredo E, Thome LH, et al. Adhesion of an endodontic sealer to dentin and gutta-percha: shear and push-out bond strength measurements and SEM analysis. *J Appl Oral Sci* 17:129-35, 2009.
- 210.** Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, et al. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. *Int Endod J* 45:419-28, 2012.
- 211.** Resende LM, Rached-Junior FJ, Versiani MA, et al. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. *Int Endod J* 42:785-93, 2009.
- 212.** De-Deus G, Reis C, Di Giorgi K, Brandao MC, Audi C, Fidel RA. Interfacial adaptation of the Epiphany self-adhesive sealer to root dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 111:381-386,2011.

- 213.** Marciano MA, Guimaraes BM, Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Cavenago BC, Garcia RB, Bernardineli N, Andrade FB, Moraes IG, Duarte MA. Physical properties and interfacial adaptation of three epoxy resin-based sealers. *J Endod* 37:1417-1421, 2011.
- 214.** Bergmans L, Moisiadis P, De Munck J, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Effect of polymerization shrinkage on the sealing capacity of resin fillers for endodontic use. *J Adhes Dent* 7:321-329, 2005.
- 215.** Zmener, O., Spielberg, C., Lamberghini, F., Rucci, M. (1997). Sealing properties of a new epoxy resin-based root-canal sealer. *Int Endod J* 30(5):332-334, 1997.
- 216.** Yang, S. E., Baek, S. H., Lee, W., Kum, K. Y., Bae, K. S. In vitro evaluation of the sealing ability of newly developed calcium phosphate-based root canal sealer. *J Endod* 33(8):978-981, 2007.
- 217.** S. Ersahan and C. Aydin. Dislocation resistance of iRoot SP, a calcium silicate-based sealer, from radicular dentine. *Journal of Endodontics*, 36(12):2000-2002, 2010.
- 218.** Zhanxg, W., Li, Z., Peng, B. Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathol Oral Radiol Endod* 107(6):e79-e82, 2009.
- 219.** Amin, S. A. W., Seyam, R. S., El-Samman, M. A. The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate-based and an epoxy resin-based endodontic sealer. *J Endod* 38(5):696-699, 2012.
- 220.** Orstavik D, Nordahl I, Tibballs JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater* 17(6):512-519, 2001.
- 221.** Amoroso-Silva, P. A., Guimarães, B. M., Marciano, M. A., Duarte, M. A. H., Cavenago, B. C., Ordinola-Zapata, R., De Moraes, I. G. Microscopic analysis of the quality of obturation and physical properties of MTA Fillapex. *Microsc Res Tech* 77(12), 1031-1036, 2014.
- 222.** Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-Part II: leakage and biocompatibility investigations. *Int Endod J* 36(2):190-202, 2010.

- 223.** Parirokh M, Torabinejad M Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod* 36(1):16-27, 2010a.
- 224.** Bates, C. F., Carnes, D. L., Carlos, E. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 22(11):575-578, 1996.
- 225.** Zhou H.M., Shen Y., Zheng W. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod* 39(10):1281-1286, 2013.
- 226.** Silva E.J., Rosa T.P., Herrera D.R. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. *J Endod* 39(2):274-277, 2013.
- 227.** Damas B.A., Wheater M.A., Bringas J.S., and Hoen M.M.: Cytotoxicity comparison of mineral trioxide aggregates and EndoSequence bioceramic root repair materials. *J Endod* 37(3):372-375, 2011.
- 228.** Leal F., De-Deus G., Brandão C., Luna A.S., Fidel S.R., and Souza E.M. Comparison of the root-end seal provided by bioceramic repair cements and White MTA. *Int Endod J* 44(7):662-668, 2011.
- 229.** Koch K., and Brave D.: Bioceramic technology: the game changer in endodontics. *Endodontic Practice US*, 12:7-11, 2009.
- 230.** Hess D., Solomon E., Spears R., and He J. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. *J Endod* 37(11):1547-1549, 2011.
- 231.** Loushine B.A., Bryan T.E., Looney S.W., et al: Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Endod* 37(5):673-677, 2011.
- 232.** Huffman BP, Mai S, Pinna L et al. Dislocation resistance of ProRoot Endo Sealer, a calcium silicate-based root canal sealer, from radicular dentine. *Int Endod J* 42(1):34-46, 2009.
- 233.** Rached-Junior FJ, Souza-Gabriel AE, Alfredo E, Miranda CE, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD. Bond strength of Epiphany sealer prepared with resinous solvent. *J Endod* 35(2):251-5, 2009.

- 234.** Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 31(2):97-100, 2005.
- 235.** De Deus G, Gurgel-Filho ED, Maniglia-Ferreira C, Coutinho Filho T. The influence of filling technique on depth of tubule penetration by root canal sealer: a study using light microscopy and digital image processing. *Aust Endod J* 30(1):23-28, 2004.
- 236.** Okşan T, Aktener BO, Sen BH, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 26(5):301-305, 1993.
- 237.** Mamootil K, Messer HH. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *Int Endod J* 40(11):873–881, 2007.
- 238.** Bird DC, Komabayashi T, Guo L, Opperman LA, Spears R. In vitro evaluation of dentinal tubule penetration and biomineralization ability of a new root-end filling material. *J Endod* 38(8):1093–1096, 2012.
- 239.** Costa, B. M., Iwamoto, A. S., Puppim-Rontani, R. M., Pascon, F. M. Comparative Analysis of Root Dentin Morphology and Structure of Human Versus Bovine Primary Teeth. *Microscopy and Microanalysis*, 21(03):689-694, 2015.
- 240.** Marciano, M. A., Duarte, M. A. H., Camilleri, J. Calcium silicate-based sealers: Assessment of physicochemical properties, porosity and hydration. *Dental Materials* 32(2):e30-e40, 2016.
- 241.** Brayton, S.M., Davis, S.R., Goldman, M.. Gutta-percha root fillings: an in vitro analysis, part I. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 35(2):226-231, 1973.
- 242.** Sundqvist, G., Figdor, D. Endodontic treatment of apical periodontitis. Ed.: D. Orstavik, T.R. Pitt Ford TR. *Essential Endodontology*. pp. 242-277, Oxford, Blacwell, 1998.
- 243.** Wu, M.K., Wesseling, P.R. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J* 34(2):137-141, 2001.

- 244.** Rossetto, D. B., Fernandes, S. L., Cavenago, B. C., Duarte, M. A. H., Ordinola-Zapata, R., Andrade, F. B. D. Influence of the method in root canal filling using active lateral compaction techniques. *Braz Dent J* 25(4):295-301, 2014.
- 245.** Naseri M, Kangarlou A, Khavid A, Goodini M Evaluation of the quality of four root canal obturation techniques using micro-computed tomography. *Iran Endod J* 8(3):89-93, 2013.
- 246.** Zogheib C, Naaman A, Medioni E, Arbab-Chirani R Influence of apical taper on the quality of thermoplasticized root fillings assessed by micro-computed tomography. *Clin Oral Investig* 16(5):1493–8, 2011.
- 247.** Wolf M, Kupper K, Reimann S, Bourauel C, Frentzen M 3D analyses of interface voids in root canals filled with different sealer materials in combination with warm gutta-percha technique. *Clin Oral Investig* 18(1):155–61, 2014.

8. EKLER

Ek 1: Etik Kurul Onayı



KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMA ETİK KURUL DEĞERLENDİRME FORMU

ETİK KURULUN ADI	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
AÇIK ADRES	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Birimi Umuttepe Yerleşkesi /KOCAELİ
TELEFON	0262 303 71 64 – 74 50
FAKS	0262 303 74 63
E-POSTA	etikkurul@kocaeli.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı kanal patlarıyla doldurulmuş kök kanallarında oluşan ara yüzey boşluklarının 3D Mikro BT ile değerlendirilmesi			
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜNÜN KODU	KOU KAİK 2015/295			
	EUDRACT NUMARASI				
	KOORDİNATÖRÜN ÜNVANI/ADI/SOYADI	Yrd. Doç. Dr. Levent Demiriz			
	KOORDİNATÖRÜN UZMANLIK ALANI	Pedodonti			
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI	Araş. Gör. Tuğba Nale			
	SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Pedodonti			
	ARAŞTIRMA MERKEZİ	Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti ABD			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-			
	ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ	-			
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	İLAÇ DIŞI ARAŞTIRMA (UZMANLIK TEZİ)			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ	ÇOK MERKEZLİ	ULUSAL	ULUSLARARASI

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI	29.09.2015		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	29.09.2015		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama
	TÜRKÇE ETİKET ÖRNEĞİ	<input type="checkbox"/>	
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>	Bülent Ecevit Üniversitesi BAP
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>	
	HASTA KARTI/GÜNLÜKLERİ	<input type="checkbox"/>	
	İLAN	<input type="checkbox"/>	
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>	
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>	
DİĞER	<input type="checkbox"/>		

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 18/16	Proje No: KOU KA EK 2015/295	Tarih : 29.09.2015
	Yrd. Doç. Dr. Levent Demiriz sorumluluğunda yapılan ve yukarıda bilgileri verilen Klinik araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan Etik Kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.		

ETİK KURUL BİLGİLERİ

ÇALIŞMA ESASI	Hasta Hakları Yönetmeliği (01.08.1998/23420), Hasta Hakları Yönetmeliği Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (8 Mayıs 2014/ 28994), Helsinki Bildirgesi (2008), İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu (Nisan 2013),ICH/GCP-Guideline for Good Clinical Practice (10 Haziran 1996)İnsan Denekleri İçeren Biyomedikal Araştırmaların Uluslar arası Rehber Kuralları (CIOMS, 2002), Biyotıp Araştırmalarına İlişkin İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesine Ek Protokolün Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun (10 Mart 2011/6212), Biyoloji ve Tıbbın Uygulanması Bakımından İnsan Hakları ve İnsan Haysiyetinin Korunması Sözleşmesi: İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesi (4 Nisan 1997), Ek Madde - 10 (6 Nisan 2011, 6225)) Resmi Gazetede 13.04.2013 tarih ve 28617 sayı ile yayınlanan Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik (25 Haziran 2014/29041)
----------------------	--

ETİK KURUL BAŞKANI UNVANI/ADI/SOYADI: PROF. DR. NERMİN ERSOY
ETİK KURUL ÜYELERİ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
			E	K	E	H	E	H	
Prof. Dr. Nermin ERSOY Başkan	Tıp Tarihi ve Etik	KOÜ Tıp Fak. Tıp Tarihi ve Etik AD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>N. Ersoy</i>
Prof. Dr. Dilek URAL Başkan Yrd.	Kardiyoloji	KOÜ Tıp Fak. Kardiyoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Katılmış</i>
Prof. Dr. B. Faruk ERDEN Üye	Farmakoloji	KOÜ Tıp Fak. Farmakoloji AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>F. Erden</i>
Prof. Dr. Gülcan TÜRKER Üye	Pediyatri	KOÜ Tıp Fak. Çocuk Sağ. ve Hst.AD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>G. Türker</i>
Prof. Dr. Yavuz GÜRKAN Üye	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	KOÜ TF Anesteziyoloji ve Reanimasyon	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Katılmış</i>
Prof. Dr. Hale M. KIR Üye	Biokimya	KOÜ Tıp Fak. Biokimya AD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>H. Kir</i>
Doç. Dr. Ayşe KARSON Raportör	Fizyoloji	KOÜ Tıp Fak. Fizyoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>A. Karson</i>
Uzm. Dr. Murat GÜVEN Üye	Genel Cerrahi	Kocaeli Derince Eğt. ve Arş. Hastanesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Katılmış</i>
Uzm. Dr. Berna A. ŞERİFİ Üye	Halk Sağlığı	İzmit 1 Nolu AÇSAP	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>B. Şerifi</i>
Ersayın IŞIK Üye	Avukat	Kocaeli Barosu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>E. Işık</i>
Yasemin ÜLSOY Üye	Hasta Hakları Temsilcisi	Ev Hanımı	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Y. Ülsöy</i>
Yrd. Doç. Dr. Önjen TAK	Danışman Diş Hekimi	KOU . Diş Hekimliği Fak.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>O. Tak</i>

* :Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Değerlendirme Formu
28 Nisan 2009 Versiyon No:1

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	Tuğba NALE
Doğum Tarihi Ve Yeri	21.10.1988 Antalya
Telefon/E-Mail	05444117744 tugbanale@gmail.com
Görev Yeri	Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı
Mezun Olduğu Fakülte Ve Tarihi	İstanbul Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi, 2006-2011
Mezun Olduğu Lise Ve Tarihi	Antalya Anadolu Lisesi, 2006
Görev Ünvanı	Araştırma Görevlisi
Yabancı Dil	İngilizce