



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**BİYOSERAMİK ESASLI KANAL PATLARININ
RETREATMENT ESNASINDA KANAL
DUVARLARINDAN SÖKÜLEBİLİRLİĞİNİN
İNCELENMESİ**

Sinem ESEN MUTLU

UZMANLIK TEZİ

Prof. Dr. Tamer TAŞDEMİR

TRABZON-2021



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**BİYOSERAMİK ESASLI KANAL PATLARININ
RETREATMENT ESNASINDA KANAL
DUVARLARINDAN SÖKÜLEBİLİRLİĞİNİN
İNCELENMESİ**

Sinem ESEN MUTLU
ORCID: 0000-0002-2937-4140

UZMANLIK TEZİ

Prof. Dr. Tamer TAŞDEMİR
ORCID: 0000-0001-8512-5280

TRABZON-2021

ONAY SAYFASI

Bu Tez Uzmanlık Tezi Standartlarına Uygun Bulunmuştur.

Dr. Öğr. Üyesi Tuğba KOŞAR

Endodonti Anabilim Dalı Başkanı

Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Anabilim Dalı Uzmanlık öğrencisi Dt. Sinem ESEN MUTLU'nun hazırladığı "Biyoseramik Esaslı Kanal Patlarının Retreatment Esnasından Kanal Duvarlarından Sökülebilirliğinin İncelenmesi" Başlıklı Tez Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca kapsam ve bilimsel kalite yönünden değerlendirilerek oy birliği ile Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Tamer TAŞDEMİR

Jüri üyesi Doç. Dr. Davut ÇELİK

Jüri üyesi Dr. Öğr. Üyesi Ahter ŞANAL ÇIKMAN

Bu tez KTÜ Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nın 03/02/2021 tarih ve 2..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Tamer TAŞDEMİR

DEKAN

ŞUBAT-2021

TRABZON

BEYAN

Bu tez çalışmasının Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kılavuzu standartlarına uygun olarak hazırlanarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eseri olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kullanılan kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, tezimin Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TDH-2019-8094 proje kodu ile desteklendiğini beyan ederim.

2021

Sinem Esen Mutlu

(İmza)

İthaf

Bu uzmanlık tezimi, benim bu günlere gelmem için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve sevgileriyle her zaman yanımda olan canım aileme ithaf ediyorum...

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca büyük bir özveri ile bana her zaman destek olan, akademik deneyimi ve tecrübesi ile her daim yol gösteren, öğrencisi olmaktan büyük gurur ve onur duyduğum danışman hocam Sayın Prof. Dr. Tamer Taşdemir'e,

Uzmanlık sürecimde değerli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, tez süreci boyunca fikir ve önerileri ile destek olup eğitimime büyük katkıda bulunan değerli hocalarım Doç. Dr. Davut Çelik ve Dr. Öğr. Üyesi Tuğba Koşar'a,

Asistanlık hayatımızda birbirimize hep destek olduğumuz, bu şehri ve hastaneyi sevgileri ve varlıkları ile anlamlı kılan canım arkadaşlarım Özlem Kaya, Gizem Ömeroğlu, Beyza Zaim, Esmahan Okur, Merve Salmanlı, İrem Karatepe ve Yusuf Karatepe'ye,

Yardımları ve güler yüzleri ile beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum bölüm personelimiz Yeşim Yılmaz Aydın, Yurdanur Usta, Betül Akçay, Hilal Tandoğan, Seda Albayrak ve Şeyma Karakaş'a,

Mesafelere rağmen her zaman yanımda olduklarını bildiğim canım dostlarım Elif Kışla, Işın Çayır, Gözde Topuz, Merve Elitok, Eren Emren, Sevi Kaderoğlu, Özge Deniz Gül ve Ömer Ankaya'ya,

Yoğun çalışma hayatında birbirimizden yardımlarımızı esirgemediğimiz klinik arkadaşlarım Furkan Özeken, Seren Hacıoğlu, Feyza Bayraktar, Merve Onat, Ayşe Selin Sönmez, Şeyma Nur Ögel, Emirhan Yılmaz, Elif Balkan, Pınar Navruz, Şeyba Doğan ve Yasin Özgenç'e,

Bu noktaya gelmemde en büyük payı olan beni sonsuz sevgi ve şefkatleri ile her zaman destekleyen, canım annem Hatice Esen'e, canım babam Hasan Esen'e, canım ablam Selin Esen'e ve tez çalışmam sırasında beni destekleyen, yüreklendiren, daima yanımda olan yol arkadaşım Turgay Mutlu'ya,

Tüm kalbimle teşekkür ederim...

Arş. Gör. Sinem Esen Mutlu

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK SAYFASI	
ONAY	
BEYAN	
İthaf	
TEŞEKKÜR	
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
RESİMLER DİZİNİ	xiii
KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ	xv
ÖZET	xvii
ABSTRACT	xviii
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Endodontik Tedavisi Sonrası Hastalık	3
2.1.1. Mikrobiyal Faktörler	4
2.1.1.1. İntraradiküler Mikroorganizmalar	5
2.1.1.2. Ekstraradiküler Mikroorganizmalar	5
2.1.2. Mikrobiyal Olmayan Faktörler	6
2.2. Kök Kanal Tedavisinin Sonuçlarının Değerlendirilmesi	7
2.3. Endodontik Tedavi Sonrası Hastalıkta Tedavi Planlaması	9
2.4. Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi	11
2.4.1. Koronal Restorasyonun Uzaklaştırılması	12
2.4.2. Kök Kanal Girişinin Sağlanması	12
2.4.3. Kök Kanal Dolgu Materyalinin Sökülmesi	13
2.4.4. Pat ve Simanların Uzaklaştırılması	13
2.4.4.1. Kanal Dolgusunda Kullanılan Patlar	13
2.4.4.2. Bu Çalışmada İncelenen Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Patları	19

2.4.4.3. Patların Kanal Duvarlarından Uzaklaştırılması	21
2.4.4.4. Güta Perkanın Uzaklaştırılması	21
2.5. Retreatment Yöntemlerinin Etkinliklerinin İncelenmesinde Kullanılan Yöntemler	25
2.5.1. 2 Boyutlu Radyografik Yöntem	25
2.5.2. Dişlerin Şeffaflaştırılması	25
2.5.3. Taramalı Elektron Mikroskobu	25
2.5.4. Dental Operasyon Mikroskobu	26
2.5.5. Konfokal Lazer Tarama Mikroskobu	26
2.5.6. Işık Mikroskobu	26
2.5.7. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi	27
2.5.8. Mikro-Bilgisayarlı Tomografi	27
2.5.9. Stereomikroskop	28
3. GEREÇ ve YÖNTEM	29
3.1. Örneklerin Seçilmesi ve Saklanması	29
3.2. Örneklerin Hazırlanması	30
3.3. Kök Kanal Dolgusunun Sökülmesi	34
3.4. Prosedürel Hatalar	36
3.5. Retreatment Sonrası Kanalda Kalan Artık Materyalin İncelenmesi	36
3.6. Örneklerin Analizi	37
3.6.1. Örneklerin Stereo Mikroskop ile İncelenmesi	37
3.6.2. Örneklerin Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM) ile İncelenmesi	41
3.7. İstatiksel analiz	42
4. BULGULAR	43
4.1. Kök Kanal Dolgusunun Sökümü Sırasında Geçen Süre	43
4.1.1. Çalışma Boyuna Ulaşma Süresi (s1)	43
4.1.2. Kanal Dolgu Sökümünün Toplam Süresi	44
4.2. Kök Kanal Duvarında Kalan Güta Perka ve Pat Miktarının Değerlendirilmesi	46
4.2.1. Stereomikroskop Analiz	46

4.2.1.1. Koronal, Orta ve Apikal Bölgelerde Kalan Artık Dolgu Materyali Miktarı	46
4.2.1.2. Kök Kanalının Tamamında Kalan Artık Materyal Miktarı	52
4.2.1.3. Kullanılan Kanal Patından Bağımsız Olarak Artık Materyalin Koronal, Orta ve Apikal Üçlü Bölgelere Göre Dağılımı	54
4.2.2. TEM Analizi	57
4.2.2.1. Apikal Üçlüdeki Debris Miktarı	61
4.2.2.2. Apikal Üçlüdeki Smear Tabakası Miktarı	61
4.2.2.3. Orta Üçlüdeki Debris Miktarı	62
4.2.2.4. Orta Üçlüdeki Smear Tabakası Miktarı	63
4.2.2.5. Koronal Üçlüdeki Debris Miktarı	64
4.2.2.6. Koronal Üçlüdeki Smear Tabakası Miktarı	65
4.2.2.2. Kök Kanalının Tamamında Debris ve Smear Tabakası Miktarını	66
4.2.2.3. Kullanılan Kanal Patından Bağımsız Olarak Debris ve Smear Tabakası Miktarının Koronal, Orta ve Apikal Üçlü Bölgelere Göre Dağılımı	68
5. TARTIŞMA	71
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	82
7. KAYNAKLAR	83
EKLER	108
EK 1. Etik Kurul Onay Belgesi	108
ÖZGEÇMİŞ	109

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa
Tablo 1. Çalışmamızda kullanılan kök kanal patlarının içerikleri	34
Tablo 2. Her bir örneğin çalışma boyuna yeniden ulaşınca kadar geçen süre (sn)	43
Tablo 3. Çalışma boyuna ulaşınca kadar geçen sürenin ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (sn)	43
Tablo 4. Her bir örneğin kanal dolgu sökümünün toplam süresi (sn)	45
Tablo 5. Kanal dolgu materyalinin sökümünde geçen toplam sürenin ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (sn)	45
Tablo 6. Apikal üçlüde geriye kalan dolgu maddesi alanının kanal alanına oranı (%)	47
Tablo 7. Apikal üçlüde kalan kanal dolgu miktarının ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (%)	47
Tablo 8. Orta üçlüde geriye kalan dolgu maddesi alanının kanal alanına oranı (%)	49
Tablo 9. Orta üçlüde kalan kanal dolgu miktarının ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (%)	49
Tablo 10. Koronal üçlüde geriye kalan dolgu maddesi alanının kanal alanına oranı (%)	51
Tablo 11. Koronal üçlüde kalan kanal dolgu miktarının ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (%)	51
Tablo 12. Kanalın tamamında kalan artık dolgu materyali alanının kanal alanına oranı (%)	53
Tablo 13. Kanalın tamamında kalan artık kanal dolgu materyalinin ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (%)	53

Tablo 14.	Her bir örneğin koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde kalan pat ve güta perka miktarı (%)	55
Tablo 15.	Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde kalan pat ve güta perka miktarının ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (%)	56
Tablo 16.	Apikal üçlü bölgesinde x100 büyütmedeki debris skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri	61
Tablo 17.	Apikal üçlü bölgesinde x1000 büyütmedeki smear tabakası skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri	62
Tablo 18.	Orta üçlü bölgesinde x100 büyütmedeki debris skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri	62
Tablo 19.	Orta üçlü bölgesinde x1000 büyütmedeki smear tabakası skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri	63
Tablo 20.	Koronal üçlü bölgesinde x100 büyütmedeki debris skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri	64
Tablo 21.	Koronal üçlü bölgesinde x1000 büyütmedeki smear tabakası skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri	65
Tablo 22.	Kök kanalının tamamında x100 büyütmedeki debris skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri	66
Tablo 23.	Kök kanalının tamamında x1000 büyütmedeki smear tabakası skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri	67
Tablo 24.	Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerde x100 büyümede debris skorlarının değerleri	68
Tablo 25.	Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerde x1000 büyümede smear tabakası miktarının skorlarının değerleri	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 1.	Çalışma boyuna yeniden ulaşınca kadar geçen sürenin gruplara göre dağılım yayılım grafiği	44
Şekil 2.	Kanal dolgusunu sökümünde geçen toplam sürenin dağılım yayılım grafiği	46
Şekil 3.	Kanalların apikal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarının dağılım yayılım grafiği	48
Şekil 4.	Kanalların orta üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarının dağılım yayılım grafiği	50
Şekil 5.	Kanalların koronal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarının dağılım yayılım grafiği	52
Şekil 6.	Kanalın tamamında geriye kalan kök kanal dolgu miktarının dağılım yayılım grafiği	54
Şekil 7.	Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerde kalan pat ve gütta perka miktarının dağılım yayılım grafiği	57
Şekil 8.	Apikal üçlü bölgesindeki debris skrolama grafiği	61
Şekil 9.	Apikal üçlü bölgesindeki smear tabakası skrolama grafiği	62
Şekil 10.	Orta üçlü bölgesindeki debris skrolama değerleri	63
Şekil 11.	Orta üçlü bölgesindeki smear tabakası skrolama grafiği	64
Şekil 12.	Koronal üçlü bölgesindeki debris skrolama grafiği	65
Şekil 13.	Koronal üçlü bölgesindeki smear tabakası skrolama grafiği	66
Şekil 14.	Kök kanalının tamamının debris skrolama grafiği	67
Şekil 15.	Kök kanalının tamamının smear tabakası skrolama grafiği	68
Şekil 16.	Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerde kalan debris skrolama grafiği	69
Şekil 17.	Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerde kalan smear tabakası miktarının skrolama grafiği	70

RESİMLER DİZİNİ

Resim No		Sayfa
Resim 1.	Oval kanallı dişlerin İmage J 1.8.0 programı ile belirlenmesi	30
Resim 2.	Örneklerin boylarının 16 mm olarak standardize edilmesi	31
Resim 3.	Örneklerin numaralandırılması	31
Resim 4.	Çalışmamızda kullanılan eğeler	32
Resim 5.	Çalışmamızda kullanılan Coltene CL2 endomotor	32
Resim 6.	Çalışmamızda kullanılan kök kanal patları	33
Resim 7.	Çalışmamızda kullanılan ProTaper Universal Retreatment eğeleri	35
Resim 8.	Örnekler oluk açılması	36
Resim 9.	Bukkolingual yönden ikiye ayrılan örnekler	37
Resim 10.	Koronal, orta ve apikal 1/3'lük kısımları işaretlenen örnekler	37
Resim 11.	Örneklerden Zeiss Axiocam 105 color stereo mikroskobu ile x8 büyütme altında alınan görüntü	38
Resim 12.	Kalan dolgu maddesi artıklarının Adobe Photoshop 2020 ile incelenmesi	40
Resim 13	Örneklerin tabla üzerine yerleştirilip altın-palladyum kaplanması	41
Resim 14.	Altın-palladyum kaplama cihazı	41
Resim 15.	TEM sistemi	41
Resim 16.	Well-Root ST patının TEM ile x100 büyütme altında alınan görüntüleri	58
Resim 17.	EndoSeal MTA patının TEM ile x100 büyütme altında alınan görüntüleri	58
Resim 18.	AH Plus Jet patının TEM ile x100 büyütme altında alınan görüntüleri	59

Resim 19.	Well-Root ST patının TEM ile x1000 büyütme altında alınan görüntüleri	59
Resim 20.	EndoSeal MTA patının TEM ile x1000 büyütme altında alınan görüntüleri	60
Resim 21.	AH Plus Jet patının TEM ile x1000 büyütme altında alınan görüntüleri	60



KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

PAI	Periapikal İndeks
ESE	Avrupa Endodonti Derneği
KIBT	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
MTA	Mineral Trioksit Agregat
TEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
Ni-Ti	Nikel Titanyum
TRS	Total Retreatment Süresi
Mikro-bt	Mikro Bilgisayarlı Tomografi
sn	Saniye
mm	Milimetre
mL	Mililitre
Ncm	Newton Santimetre
rpm	Devir/Dakika
ark.	Arkadaşları
s1	Çalışma Boyuna Ulaşana Kadar Geçen Süre
s2	Yeniden Tedavideki Enstrümantasyon Süresi

Simgeler

>	Büyük
<	Küçük
°C	Santigrat derece
%	Yüzde
+	artı

Formüller

NaOCl	Sodyum Hipoklorit
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit



ÖZET

Biyoseramik Esaslı Kanal Patlarının Retreatmant Esnasında Kanal Duvarlarından Sökülebilirliğinin İncelenmesi

Bu çalışmanın amacı güncel biyoseramik esaslı kök kanal patları olan Well-Root ST ile EndoSeal MTA'nın kök kanal duvarlarından sökülebilirliklerini rezin esaslı bir pat olan AH Plus ile karşılaştırmalı olarak incelemektir. Bu amaç için 36 adet oval kanallı mandibular premolar diş kullanıldı. Protaper Next döner alet sistemi kullanılarak apikal boyut #40 olacak şekilde kanallar şekillendirildi. Örnekler Well-Root ST, EndoSeal MTA ve AH Plus Jet kök kanal patı kullanılarak lateral kondenzasyon yöntemi ile dolduruldu (n=12). Tüm örneklerin kök kanal dolgu sökümü ProTaper Universal Retreatment eğeleri kullanılarak yapıldı. Örnekler bukkolingual olarak iki eşit parçaya ayrıldı. Kanal duvarlarında kalan dolgu materyali miktarının değerlendirilmesi amacıyla bir stereomikroskop yardımıyla apikal, orta ve koronal üçlüden x8 büyütmede alınan görüntüler Adobe Photoshop 2020 programı ile analiz edildi. Kök kanal duvarlarındaki debris ve smear tabakası miktarının analizi için ise bir taramalı elektron mikroskobu yardımıyla alınan görüntüler kullanıldı. İstatistiksel analiz için One-Way ANOVA ve posthoc Bonferroni testleri kullanıldı. Çalışma boyunca ulaşma süresi en kısa olan pat EndoSeal MTA, Well-Root ST'ye göre daha kısa sürede sökülürken ($p<0.001$) AH Plus Jet ile benzerdir ($p>0.05$). Geriye kalan dolgu miktarını apikal, orta, koronal ve tüm kök kanalı olarak değerlendirdiğimizde üç pat arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0.05$). Kök kanal duvarındaki debris miktarı koronal üçlüde Well-Root ST grubunda en fazla iken ($p<0.001$), apikal ve orta üçlüde gruplar arasında fark yoktur ($p>0.05$). Smear tabakası miktarı orta ve koronal üçlüde Well-Root ST grubunda en fazla iken ($p<0.001$), apikal üçlüde gruplar arasında fark yoktur ($p>0.05$). Kök kanalının bütününde en fazla debris ve smear tabakası miktarı Well-Root ST grubunda bulundu ($p<0.001$). Bu çalışmanın sonuçlarına göre hiçbir grupta kanal dolgu materyali tamamen temizlenemedi. Retreatment esnasında kök kanalının daha iyi temizlenebilmesi için ilave teknik ve ekipmana ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Kanal patı, Tarayıcı elektron mikroskopisi, Tedavi yenileme

ABSTRACT

Examination of Removability of Bioceramic-based Canal Sealers From Canal Walls During Retreatment

The aim of this in vitro study was to compare of removability of EndoSeal MTA and Well Root ST, which are current bioceramic-based canal sealers, in comparasion with AH Plus, a resin-based root canal sealer, from canal walls during retreatment. For this purpose, 36 oval canal mandibular premolar teeth were used. The canals were shaped to apical size # 40 using the Protaper Next rotary instrument system. Samples were filled by lateral condensation method using Well-Root ST, EndoSeal MTA and AH Plus Jet root canal sealers (n = 12). Root canal filling removal was performed using ProTaper Universal Retreatment files. Samples were divided into two equal part as buccolingual. In order to evaluate the amount of filling material remaining on the canal walls, the images taken from apical, middle and coronal part with x8 magnification stereomicroscope were analyzed with Adobe Photoshop 2020. One-way ANOVA and post-hoc Bonferroni tests were used for statistical analysis. EndoSeal MTA, which has the shortest time to reach working length, is removed in a shorter time compared to Well-Root ST ($p < 0.001$) and is similar to AH Plus Jet ($p > 0.05$). When the remaining filling materials amount is evaluated as apical, middle, coronal and whole root canal, there is no statistically significant difference between the three sealer ($p > 0.05$). While the amount of debris in the root canal wall is the highest in the Well-Root ST group in the coronal part ($p < 0.001$), there is no difference between the groups in the apical and middle part ($p > 0.05$). While the amount of smear layer is highest in the Well-Root ST group in the middle and coronal part ($p < 0.001$), there is no difference between the groups in the apical part ($p > 0.05$). The highest amount of debris and smear layer in the whole root canal was found in Well-Root ST group ($p < 0.001$). According to the results of this study, obturation material could not be completely removed in any group. Additional techniques and equipment are needed to improve cleaning of the root canal during retreatment.

Keywords: Canals sealer, Retreatment, Scanning Electron Microscopy

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Geleneksel endodontik tedavi ile kök kanallarının uygun bir biçimde şekillendirilip dezenfekte edilmesini takiben oluşturulan boşluğun boyutsal olarak kararlı ve biyolojik olarak uyumlu bir kanal dolgu materyali ile üç boyutlu olarak doldurulması hedeflenir (1). Kök kanal tedavisi ile %86-98 arasında başarı elde edilmesine rağmen tedavi prensiplerine titizlikle uyulmadığı takdirde tedavi sonrası hastalık kaçınılmazdır (2, 3).

Tedavi sonrası hastalığa sahip dişlerin yeniden tedavi edilmesiyle hastanın dişini fonksiyonel olarak kullanması sağlanabilir. Yenilenen kanal tedavisinin başarısı kanal dolumunda kullanılan materyallerin kök kanal duvarlarından tamamen sökülmesi ile doğrudan ilişkilidir. Kök kanal tedavisinin yenilenmesi sırasıyla üst restorasyonların sökülmesi, giriş kavitesinin yeniden açılması, kanal dolgusunun sökülmesi, kök kanal sisteminin yeniden şekillendirilip dezenfekte edilmesini takiben kanalların yeniden doldurulması aşamalarını içerir (4). Kök kanal tedavisinin yenilenmesinde, kanal dolgu materyallerinin tamamen uzaklaştırılması, kök kanal sistemlerinin üç boyutlu temizlenmesi, şekillendirilmesi ve doldurulması birincil öneme haizdir (5). Grossmann, ideal bir kök kanal patının mükemmel örtme kabiliyetine, boyutsal stabiliteye, yavaş sertleşme süresine sahip olması, sıvılarla temasta çözünmemesi ve dokularla biyouyumlu olması gerektiğini bildirmiştir (6). Apikaldeki sıkı tıkama kök kanal patının dentin duvarlarına kimyasal olarak bağlanmasıyla artarken patın hafif ekspansiyonu kanal duvarlarına adaptasyonu geliştirir (7).

Günümüzde; piyasada bulunan kök kanal patları kimyasal bileşenlerine göre şöyle sınıflandırılır: çinko oksit öjenol esaslı, kalsiyum hidroksit esaslı, cam iyonomer esaslı, silikon esaslı, polimerler ve biyoseramik esaslı kanal patları (8). AH Plus, rezin esaslı (polimer) bir kök kanal patıdır. Kanal boşluklarına yayılma kapasitesi ve uzun sertleşme süresi nedeniyle mikro seviyedeki düzensizliklere iyi nüfuz ederek kanal patı ve kök dentini arasındaki mekanik kenetlenmeyi artırır (9). AH Plus, oldukça iyi sızdırmazlık, düşük çözünürlük, hafif genleşme ve üstün dentin adezyonu gibi özellikleri nedeniyle in vitro çalışmalarda altın standart olarak kabul edilir (10).

Biyoseramikler, tıp ve diş hekimliğinde kullanılmak üzere tasarlanmış seramik malzemelerdir. Alümina, zirkonya, biyoaktif cam, cam seramikler, kompozitler, hidroksiapatit ve emilebilir kalsiyum fosfatları içerir (8). Son yıllarda, osteoindüktif etkisi,

doku sıvılarının varlığında sertleşebilmesi, kanala yerleştirildikten sonra uzun süreli antibakteriyel etkisi, sızdırmazlığı, uzun çalışma süresi, sertleşirken hafif genişerek kök kanalının içerisini boşluksuz doldurması ve tek kon tekniğini basitleştirmesi gibi özellikleriyle piyasaya sunulan çok sayıda biyoseramik esaslı kanal patı tanıtılmıştır. Biyoseramikler sadece kanal patı olarak değil, sağladığı iyileşme kalitesi nedeniyle amputasyon ve direkt kuafaj gibi vital pulpa tedavilerinde, perforasyon tamirinde, apeksi açık dişlerde apikal tıkaç olarak ve apikal rezeksiyon sonrası retrograd dolgu maddesi olarak da kullanılmaktadır (11, 12).

Kök kanal patı olarak biyoseramik materyallerin kullanımı ile ilgili iki önemli avantaj bildirilmiştir. Bunlardan birincisi fiziksel özellikleriyle ilgilidir. Biyoseramikler, sertleşirken büzülmeyen ve biyolojik ortamda kimyasal olarak stabil kalabilen materyallerdir. İkinci özelliği oldukça biyouyumlu olması ve çevre dokularda enflamatuvar bir yanıt oluşturmamasıdır. Bir başka avantajı, hidroksiapatit kristallerine benzer bir yapı oluşturarak dentin ile dolgu materyali arasında bir bağlanma oluşturma yeteneğidir (13).

Yenilenen kök kanal tedavisinin başarısı önceki dolgu materyallerinin tamamen çıkarılmasına ve kök kanalının etkin dezenfeksiyonun sağlanmasına bağlıdır. Bu nedenle, kanal dolgusunun yenilenmesinde mümkün olduğunca kanaldan çıkarılabilir olması kullanılan pat için istenen bir özelliktir. Güncel literatürde biyoseramik esaslı kök kanal patlarının kanal duvarlarından sökülebilirliği ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır(14–16). Çalışmamızın amacı güncel biyoseramik esaslı kök kanal patları olan Well-Root ST ile EndoSeal MTA'nın kök kanal duvarlarından sökülebilirliğini incelemektir. Çalışmanın sonuçlarının diş hekimlerine endodontik tedavide kanal patı seçiminde yol gösterici olması beklenmektedir. Sıfır hipotezimiz biyoseramik esaslı kök kanal patları Well-Root ST ve EndoSeal MTA'nın kanal duvarlarından sökülebilirliğinin AH Plus ile benzer olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Kök kanal tedavisinin amacı; vital pulpalı dişlerde mevcut periapikal sağlığı korumak ve hastalık oluşumunu önlemek ve/veya hastalanan periapikal dokuların tekrar sağlıklı hale gelmesini sağlamaktır (17). Kök kanal tedavisi prosedürleriyle hedeflenen ise kök kanal sisteminin orijinal anatomik formuna sadık kalınarak şekillendirilmesi, enfekte ve nekrotik doku artıklarından arındırılması ve üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurulmasıdır (1).

Endodontik tedavide başarı eskiden eşit derecede önemli oldukları kabul edilen debridman, kapsamlı dezenfeksiyon ve dolum üçlüsüne dayandırılıyordu. Günümüzde başarılı kök kanalı tedavisi daha geniş prensiplere dayanmaktadır. Bunlar teşhis ve tedavi planlaması, anatomi ve morfoloji bilgisi, debridman, kapsamlı dezenfeksiyon, sızdırmaz bir dolum, koronal restorasyon ve önceden var olan periapikal patolojili dişlerin iyileşmesinin üç boyutlu görüntülenmesini içermektedir (18).

2.1. Endodontik Tedavi Sonrası Hastalık

Önceki dönemlerde kök kanal tedavisi yapılan dişlerde karşılaşılan istenmeyen sonuçların hepsi “başarısızlık” olarak kabul edilmiştir. Ancak yüksek teknik yeterlilikte yapılan kanal tedavilerinin bile bazen istenmeyen sonuçlarının olduğu bilinmektedir. Buna karşın, teknik olarak kabul edilebilir standardın çok altında bir tedavi uygulanmasına rağmen yine de uzun vadeli başarı sağlanan vakalar da vardır. Bu nedenle inatçı ya da tedaviden sonra ortaya çıkan hastalığı tanımlamak için “başarısızlık” terimi yerine “tedavi sonrası hastalık” tanımlamasının kullanılması daha uygun olacaktır (18).

Tedavi sonrası hastalığın birçok faktöre bağlı gelişebileceği bildirilmiştir. Bunlar; yetersiz giriş kavitesi dizaynı, tedavi edilmemiş kanallar (aksesur ya da ana kanal) (19), yetersiz genişletilmiş ve doldurulmuş kanallar (20, 21), genişletme sırasında meydana gelen komplikasyonlar (alet kırılması, basamak ya da perforasyon) (22) ve taşkın kanal dolgusu (23) gibi iyatrojenik hatalardır. Persiste intraradiküler ve ekstraradiküler enfeksiyon, radiküler kistler ve koronal sızıntı da tedavi sonrası hastalığın nedenlerindendir (24–28). Tedavi sonrası hastalığın etiyolojik faktörleri kanal tedavisi sırasında belirlenebilir ya da

tedavinin tamamlanmasına kadar belirsiz kalabilir. Etkili tedavi planlaması için klinisyen etiyolojik faktörleri üç gruba ayırabilir (29):

1. Mikrobiyal faktörler

- İntraradiküler mikrobiyal faktörler
- Ekstraradiküler mikrobiyal faktörler

2. Mikrobiyal Olmayan faktörler

3. Kök kanal tedavisi sırasında meydana gelen prosedürel hatalar (yetersiz giriş kavitesi dizaynı, tedavi edilmemiş kanallar, yetersiz temizlik ve dolum, enstrümantasyon sırasındaki komplikasyonlar vb).

2.1.1. Mikrobiyal Faktörler

Bakterilerin periapikal lezyonların gelişiminde birincil etiyolojik faktör oldukları uzun zamandır bilinmektedir (30). Kök kanalında ve/veya apeks çevresinde mikroorganizmaların neden olduğu enfeksiyon, endodontik tedavinin sonucunu etkileyen en önemli faktör olarak kabul edilmektedir (23).

Teknik standartlara en uygun şekilde yapıldığında bile endodontik tedavi sonrası başarısızlıkla sonuçlanan vakalar bulunmaktadır. Bilimsel kanıtlar, ekstraradiküler ve/veya intraradiküler enfeksiyonlara yol açan mikrobiyal faktörlerin ve intrinsik veya ekstrinsik mikrobiyal olmayan faktörlerin iyi tedavi edilmiş vakaların tatmin edici olmayan sonuçlarıyla ilişkili olabileceğini göstermektedir (29).

Başarısız vakalarla ilişkili mikrobiyota, tedavi edilmeyen dişlerde bildirilenden önemli ölçüde farklıdır. Primer enfekte kök kanalları genellikle baskın olarak gram (-) anaerobik polimikrobiyal flora içerirken, önceden kanal tedavisi yapılmış enfekte dişlerin kültürleri birkaç hatta bazen tek bir tür içerir (18, 31). Enfeksiyon florası ağırlıklı olarak gram (+) aerobik türlerden oluşur ve en yaygın tür olan *Enterococcus faecalis* kanal dezenfektanlarına karşı oldukça dirençlidir (15, 32, 33).

Tedavi sonrası hastalıktan esas olarak kök kanal sistemindeki bakterilerin sorumlu olduğu bilinse de, persiste endodontik enfeksiyonlarda sıklıkla bazı mantarlar, özellikle *Candida albicans* bulunmuştur (34).

2.1.1.1. İntrarakükler Mikroorganizmalar

Kanal tedavisine rağmen kök kanalında mikroorganizmalar yaşamaya devam ederse veya doldurduktan sonra kanala penetre olurlarsa, tedavinin başarısız olma riski oldukça yüksektir (35). Kök kanal boşluğu ve dentin tübülleri mikroorganizmalar veya bunların yan ürünleri ile kontamine olduğunda ve bu patojenler periradiküler dokularla temas ettiğinde apikal periodontitis ortaya çıkmaktadır (18). Bakterilerin kök kanalına girme zamanına bağlı olarak, intrarakükler enfeksiyon persiste veya sekonder olabilir. Persiste enfeksiyon, tedavi öncesinde kanalda bulunan ve tedavi sırasında başarıyla ortamdan uzaklaştırılamayan mikroorganizmalardan kaynaklanır. Sekonder enfeksiyon ise tedaviden önce kanalda bulunmayan ancak tedavi sırasında aseptik koşulların sağlanamaması veya tedavi sonrasında koronal sızdırmazlıktaki başarısızlık nedeniyle kanala giren bakteriler tarafından meydana getirilir (36).

Yapılan çok sayıda mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-bt) çalışmasında, kemomekanik preparasyon sırasında kök kanal boşluğunda dokunulmayan alanların kaldığı gösterilmiştir (37–39). Ayrıca apikal dallanmaların, lateral kanalların ve isthmusların biyofilm benzeri yapıda organize olan bakteriyel hücreler barındırdığı gösterilmiştir (40). Bu bölgeler kemomekanik prosedürlerin ulaşamadığı alanlardır. Bu anatomik bölgelerde kanal dolumu ile hapsedilen bakteriler genellikle ölür veya periradiküler dokulara ulaşımı engellenir. Ancak, bazı bakteri türleri, ölü hücreler ve doku artıklarından beslenerek uzun süre hayatta kalabilir. Kök kanal dolgusu tam sızdırmazlık sağlayamadığında, doku sıvıları bakteriler için substrat sağlar. Burada çoğalan bakteriler önemli bir sayıya ulaşır periradiküler dokulara erişim sağladığında periapikal enflamasyona neden olabilir (29).

2.1.1.2. Ekstrarakükler Mikroorganizmalar

Periradiküler lezyonlar genellikle intrarakükler enfeksiyona bir yanıt olarak meydana gelir ve enfeksiyonun alveolar kemiğe ve diğer vücut bölgelerine yayılmasına karşı etkili bir bariyer oluşturur. Rezorbe olan kemik dokusunun yerini savunma hücrelerini (fagositler), moleküler savunma elemanlarını (antikorlar ve kompleman molekülleri) ve kan damarlarını içeren granümatöz bir doku doldurur (29). Polimorf nüveli lökositlerden oluşan kalın bir duvar veya daha az sıklıkla epitelyal bir tıkaç mikroorganizmaların apikal foramenlerden periradiküler dokulara geçmesini bloke eder (41, 42).

Apikale uzanan kontamine periodontal cepler, enfekte dentin talaşlarının ekstrüzyonu veya aşırı geniş dişlerde enfekte endodontik aletlerle kontaminasyon yoluyla da bakteriler doğrudan periradiküler dokulara ulaşabilirler (43–45). Çoğu durumda, enflamatuvar periradiküler lezyonlar mikroorganizmaların komşu dokulara erişmesini önlemede başarılı olsa da bazı spesifik mikroorganizmalar, bu bariyerin üstesinden gelebilir ve ekstraradiküler bir enfeksiyon oluşturabilirler (46). Özellikle *Actinomyces israelii* ve *Propionibacterium propionicum*'un periapikal dokularda ekstraradiküler enfeksiyona neden olduğu gösterilmiştir (26, 28, 47). Biyofilm oluşturabilme özellikleri sayesinde konak savunmasından kaçabilen bu mikroorganizmaların neden olduğu ekstraradiküler enfeksiyonun inatçı periapikal lezyonların etyolojik faktörlerinden biri olduğu kabul edilmektedir (48)

2.1.2. Mikrobiyal Olmayan Faktörler

Her ne kadar tedavi sonrası hastalık vakalarının çoğu intraradiküler veya ekstraradiküler enfeksiyonlarla ilişkili olsa da bazı vakalarda intrinsik veya ekstrinsik non-mikrobiyal faktörlerin de hastalık oluşturabileceği öne sürülmüştür. Bu durumlardaki başarısızlıklar periradiküler dokulardaki yabancı cisim reaksiyonuna bağlanır (29).

Yapılan bir çalışmada, tedaviye dirençli bir lezyon cerrahi olarak çıkartılıp ışık ve elektron mikroskobu ile incelenmiş, periradiküler kist tanısı almıştır (49). Kist epitelinin çevresindeki bağ dokuda çok sayıda kolesterol kristali gözlenmiştir. Mikroorganizma tespit edilmediğinden araştırmacılar, başarısızlığı kolesterol kristallerine karşı yabancı cisim reaksiyonuna bağlamışlardır (49). Apikal periodontitiste bildirilen kolesterol kristali insidansı, lezyonların %18 ile %44'ü arasında değişmektedir. Kolesterol kristallerinin; dolaşımdaki parçalanmış eritrositlerden, plazma lipidlerinden ve kronik periapikal lezyondaki lenfosit, makrofaj ve lenfositlerin parçalanmasıyla ortaya çıktıkları kabul görmektedir (50).

Periapikal kistler, malassez epitel artıklarının enflamasyondaki hücrel medyatörler tarafından uyarılması sonucu oluşur (18). Periapikal kistler iki ana kategoriye ayrılmaktadır: periapikal cep kisti ve periapikal gerçek kistler. Periapikal cep kistinde kist kavitesi kök kanalı ile ilişki halindedir. Ancak; periapikal gerçek kistlerde, kist kavitesi tamamen epitelle çevrelenmiş olup kök kanalı ile ilişkili değildir. Tüm periapikal lezyonların

yaklaşık %8-10'u gerçek kistlerdir (51, 52). Cep kistleri çoğu zaman endodontik tedaviye olumlu yanıt verirken gerçek kistler genellikle kök kanal tedavisi sonrasında iyileşmezler ve cerrahi enükleasyon gerekebilir (18).

Ekstrinsik faktörler de endodontik tedavi sonrası hastalığın bir nedeni olabilir. Dokularda çözünemeyen bazı kanal dolgu materyalleri ve patlar periradiküler dokulara taşıdığı yabancı cisim reaksiyonuna yol açarak iyileşmeyi olumsuz etkileyebilirler (23). Ayrıca kağıt konların selüloz fibrilleri, pamuk lifleri ve besin maddeleri periapikal dokularda lezyonların kalıcılığına neden olabilmektedir (53, 54).

2.2. Kök Kanal Tedavisinin Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Endodontik tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinin birincil amacı, pulpitisin ve/veya apikal periodontitisin prognozunu ya da iyileşmesini izlemektir (55). Klinisyenler için başarı tanımı büyük ölçüde semptomların tamamen geçmesi, periapikal dokuların radyografik olarak normal görünmesi ve enflamatuvar hücrelerin histolojik kesitlerde yokluğu dahil olmak üzere çeşitli parametrelere dayanmaktadır. Hastalar için ise dişinin çiğnerken fonksiyonda olup olmadığı konusu başarı ölçütüdür (56).

Endodontik tedavilerin sonucunu değerlendirmek için kullanılan yöntemler arasında;

- 1) Klinik semptom ve bulguların giderildiğini tespit etmek için klinik muayene,
- 2) Periapikal kemik durumunun radyografik olarak değerlendirilmesi
- 3) Biyopsi örneklerinin histopatolojik analizi yer alır (57).

Cerrahi olmayan endodontik tedavi için histopatolojik analiz mümkün değildir. Bu nedenle, periapikal sağlığın iki veya 3 boyutlu radyografik yöntemlerle incelenmesi endodontik tedavi sonuçlarını değerlendirmenin başlıca objektif yolu olmaya devam etmektedir (58).

Endodontik tedavi sonuçlarını değerlendirmek için kullanılan terminoloji çeşitlidir ve diş hekimleri için kafa karıştırıcı olabilir. Strindberg tarafından belirlenen kriterler ileride yapılacak olan endodontik araştırmalara yön vermek için temel oluşturmaktadır (57). Strindberg'e göre kanal tedavisinin sonuçlarının değerlendirilmesi, ilgili dişin tedavi esnasındaki ve takip muayenelerindeki klinik durumunun ve radyografik görüntüsünün

karşılaştırmalı analizine dayanmaktadır. Bu analizlere göre tedavinin sonuçları; ‘başarılı’, ‘başarısız’ veya ‘belirsiz’ olarak ifade edilir ve bu tanımlamalar Strindberg kriterleri olarak bilinmektedir. Strindberg takip süresinin ilk 2 yıl için her 6 ayda bir ve daha sonra yılda bir kez olmak üzere en az 4 yıl olmasını önermiştir (59).

Friedman ise ‘başarı’ ve ‘başarısızlık’ terimlerinin hem hekimler arasında hem de hasta ve hekim iletişimde doğru olarak kullanılmadığını bildirmiştir (60). Bu terimler yerine ‘iyileşmiş’, ‘iyileşmekte’ ve ‘hastalık’ terimlerinin kullanılmasını önermiştir. İyileşmiş olanların hem klinik hem de radyografik bulguları normaldir. İyileşmekte olanlar, normal klinik bulgularla birlikte radyolüsenside azalma olarak ifade edilmiştir. Hastalık; radyografik olarak radyolüsensinin devam etmesi ya da ortaya çıkması veya klinik semptom ya da bulguların bulunması olarak tanımlanmıştır (60, 61).

Klinik uygulamada, endodontik tedavinin sonuçlarını değerlendirmek için temel son nokta klinik durum ve periapikal radyografi ile değerlendirilen kemiğin durumudur. Bu radyografik değerlendirmelerde başarı ve başarısızlığı tanımlamak için güvenilir ve tekrarlanabilir kriterler kullanılmalıdır. Bu sorunu ele alan Ørstavik ve ark., Brynolf’un çalışmasına dayanarak periapikal indeksi (PAI) geliştirmişlerdir (58, 62, 63). PAI, apikal periodontitisin radyografik özelliklerinin sınıflandırılması için kullanılan bir skorlama sistemidir. Bu skorlama apikal periodontitisin şiddetinin görsel skalasına dayanır ve histolojik-radyolojik korelasyonların klasik bir çalışması üzerine kurulmuştur (62).

PAI, endodontik tedavi uygulanan dişlerin periapikal durumlarının radyografik olarak değerlendirilmesi için daha objektif kriterler sunar. Bu nedenle, endodontik tedavi başarısının belirlenmesinde periapikal durumun değerlendirilmesi amacıyla birçok çalışmada kullanılmıştır (2, 57, 64).

Avrupa Endodonti Derneği (ESE)’nin yönergesine göre de kanal tedavisi yapılan dişlerin sonuçlarının hem klinik hem de radyografik olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (55).

ESE'nin tedavi sonuçları ile ilgili yönergesine göre;

Olumlu Sonuç (tam iyileşme): Ağrı, şişlik ve semptomların olmaması, fistül ve fonksiyon kaybı bulunmaması, radyolojik olarak kök çevresinde periodontal ligament aralığının normal sınırlarda izlenmesi.

Belirsiz Sonuç (yetersiz iyileşme): Klinik olarak belirti olmaması ile birlikte radyolojik olarak lezyon boyutlarında değişiklik gözlenmemesi veya lezyon boyutunda bir miktar azalma olması.

Olumsuz Sonuç (iyileşme yok): Dişte klinik enfeksiyon belirtileri bulunması, tedavi sonrası radyolojik olarak bir lezyon ortaya çıkmış olması veya var olan lezyon boyutlarının artması, lezyonun aynı boyutta kalması, rezorpsiyonun devam etmesi.

Bu yönergeye göre düzenli takibin en az 4 yıllık süre boyunca yapılması önerilmektedir. Tedavi sonrası ilk değerlendirme ise 1 yıl sonra yapılmalıdır (55).

Son yıllarda, endodontik tanı ve tedavi planlamasında konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. KIBT ile apikal periodontitisin şiddetini değerlendirirken standardizasyon sağlamak üzere KIBT-PAI geliştirilmiştir. Bu indeks, kortikal kemiğin genişlemesi ve tahribatını değerlendiren 2 değişken içeren ve 0'dan 5'e kadar skorlanan 6 puanlı bir ölçektir (65). Bununla birlikte klinisyenlerin, KIBT görüntülemenin vaka tamamlama ve sonuç değerlendirmesi için geleneksel görüntülemenin yerini almadığını bilmesi önemlidir. KIBT görüntülemenin endodontik tedavi başarısızlığının sebebini tanımlamakta potansiyel değere sahip olmasına rağmen, asemptomatik dişlerde sadece tedavi sonucunu görüntülemek için kullanımı gereksizdir (57).

2.3. Endodontik Tedavi Sonrası Hastalıkta Tedavi Planlaması

Tedavi sonrası hastalıkta dört temel tedavi seçeneği mevcuttur (18). Bunlar;

1. Herhangi bir şey yapmamak ve takip etmek
2. Cerrahi olmayan yeniden tedavi
3. Cerrahi yeniden tedavi
4. Dişin çekimidir.

Diş herhangi bir işlem yapmama yaklaşımı, hastalığın etiolojisinin belirlenemediği ve takiplerin tanı koymaya yardımcı olabileceği durumlarda yararlı ve kısa vadeli bir seçenektir. Ancak, bu seçenek tercih edildiğinde sonraki süreçlerle ilgili hasta mutlaka bilgilendirilmeli ve takibi yapılmalıdır (18).

Tedavi sonrası hastalığın yeniden tedavisinde hekim iki ana soruyu sormalıdır: diş kurtarılabilir mi? Diş kurtarılmaya değer mi? İleri periodontal hastalık, kök kırıkları ve restore edilememe gibi durumlarda diş kurtarmaya çalışmak kontrendikedir (36). Tedavi sonrası hastalığa sahip dişin ağızda tutulmasına karar verilmesi halinde cerrahi olmayan ve cerrahi tedaviler olmak üzere iki seçenek mevcuttur. Cerrahi tedaviler içerisinde periradiküler küretaj, apikal kök rezeksiyonu, kök ampütasyonu veya hemiseksiyon ve kasti replantasyon bulunmaktadır (66, 67). Kök kanallarına koronal olarak ulaşılabilirse ilk seçenek kök kanal tedavisinin yenilenmesi olmalıdır. Cerrahi yaklaşımın başarısının da kök kanal sistemindeki artık pulpa dokusu, mikroorganizmalar ve toksik ürünlerin ortadan kaldırılmasına bağlı olduğu iyi bilinmektedir (68). İntrakanal enfeksiyon varlığında cerrahi olmayan yeniden tedavinin genellikle en yararlı olduğu düşünülebilir, çünkü bakterilerin kök kanal sisteminden temizlenmesi gereklidir. Cerrahi tedavi ise aslında endodontik bakterileri izole edebilir, ancak tamamen ortadan kaldırmaz (69). Ayrıca, apikal cerrahi tedaviden önce kanal dolgusunun yenilenmesinin, cerrahi tedavinin başarısını arttırdığı bildirilmiştir (70).

Kök kanal tedavisini yenileme endikasyonları;

1. Apikal periodontitis gelişmesini önlemek:

- Mevcut kanal tedavisinin radyografik olarak yeterli kalitede olmaması,
- Kök kanal dolgusunun ağız ortamına açık olması

2. İnatçı ya da yeni oluşan apikal periodontitisi tedavi etmek:

- Kök kanal tedavisi görmüş dişlerle ilgili ağrı, hassasiyet, sinüs tract oluşumu veya perküsyona hassasiyet gibi klinik semptomlar,
- Periapikal ya da lateral lezyon oluşumunun radyografik olarak belirlenmesi,

- Var olan lezyonun yeterli zaman geçmesine rağmen iyileşmemesi (71).

Kök kanal tedavisinin yenilenmesi kararı verildiğinde, eski kanal dolgusunun tamamen sökülebilirliği, apikal foramene ulaşılabilirlik, önceden girilmemiş kanalların şekillendirilebilirliği mutlaka dikkate alınmalı ve tedavi planında göz önünde bulundurulmalıdır (71).

Cerrahi endodontik tedavinin endikasyonları;

- Kanal dolgulu diş ile ilgili apikal periodontitisin radyolojik bulguları ve/veya semptom varlığı (kanal dolgusu sökülemiyorsa ya da sökümü riskli ise),
- Apikal periodontitisin klinik veya radyolojik bulguları ve/veya semptomlarının uzun süre devam etmesi ve taşkın dolum materyalinin varlığı,
- Giriş kavitesinden tamir edilemeyecek perforasyon varlığı,
- Biyopsi alınması gerekiyorsa (67, 72).

Tedaviye karar verme sürecinde hekimin deneyimi, klinik becerisi, teorik bilgisi, problem çözme/tedaviyi planlama yeteneği göz önüne alınarak, hasta tedavi seçenekleri ve gerekçeleri hakkında tam olarak bilgilendirilmeli, hastanın ekonomik faktörleri de göz önüne alınarak tedaviye karar verilmelidir (73).

2.4. Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi

Kök kanal tedavisi yapılmış dişlerde üst restorasyon ve kanal dolgu materyalinin sökülmesi, ardından kök kanalının temizlenmesi, şekillendirilmesi ve doldurulmasına kök kanal tedavisinin yenilenmesi (retreatment) denilmektedir (74). Konvansiyonel endodontik retreatment, rutin uygulanan primer endodontik tedaviden farklıdır, çünkü daha önce tedavi edilmeye çalışılmış, restore edilmiş ve çeşitli nedenlerle başarısız olmuş kök kanal tedavili bir diş yeniden tedavi edilmeye çalışılmaktadır (75).

Kök kanal tedavisinin yenilenmesinin ana hedefleri, apikal foramene tekrar erişim sağlamak için kök kanal dolgu materyalinin tamamen çıkarılması, kanal içi nekrotik doku artıklarının ve mikroorganizmaların uzaklaştırılması, ana kanalların yeniden

şekillendirilmesi, kök kanal sisteminin bütününün dezenfeksiyonu (isthmus, yan kanallar), kök kanal sisteminin doldurulması ve koronal sızıntının önlenmesidir (71–76).

2.4.1. Koronal Restorasyonun Uzaklaştırılması

Giriş kavitesi preparasyonun amacı, mümkün olduğunca fazla diş yapısı korunurken, kök kanal sistemine düz bir giriş sağlamaktır (18). Endodontik olarak tedavi edilen dişlerdeki restorasyonlar amalgam, kompozit, cam iyonmer, kron ya da köprü olabilir. Bu restorasyonlar endodontik kavitenin hazırlanmasında rehber olan dişin iç ve dış morfolojisini maskeleyebilir (77). Koronal restorasyonun çıkartılması, diş morfolojisinin daha iyi değerlendirilmesini, perforasyonların belirlenmesini, tedavi edilmemiş kanalların bulunmasını ve kırıkların teşhisini kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte düşük kaliteli restorasyonlar, zayıf marjinal adaptasyon ve tekrar eden çürük varlığında tüm restorasyon uzaklaştırılmalıdır (75). Restoratif dolgu materyallerinin uzaklaştırılmasında önemli olan nokta dişin sağlam koroner sert dokularından en az madde kaybına yol açarak kök kanal dolgusuna ulaşmak olmalıdır (78). Endodontik tedavili diş kron ya da köprü ile restore edilmişse, bunların sökülmesi hastaya ek bir maliyet gerektirir. Bu bakımdan kenar uyumu iyi olan hijyenik kron ve köprüler bozulmadan çıkartılabilirse yeniden kullanılabilir. Kırılma riski varsa kron delinerek tedavi yapılabilir ancak bu işlemin avantajlarının yanında dezavantajları da vardır. Kompozit restorasyonların aksine metalik kronlar, dişin hem dış hem de iç morfolojisini radyografik açıdan maskeleyebilir (78).

2.4.2. Kök Kanal Girişinin Sağlanması

Koronal restorasyon uzaklaştırıldıktan sonra, endodontik tedavi edilen dişlerin restorasyonunda sıklıkla kullanıldığı için postlarla karşılaştırılması oldukça yaygındır (18). Kanal dolgusunun sökülebilmesi için önce postların çıkarılması gerekmektedir. Postun başarılı bir şekilde uzaklaştırılması uygulayıcının değerlendirme yeteneği, eğitimi ve deneyimine bağlıdır. Ayrıca en iyi teknoloji ve tekniklerin kullanılması gerekmektedir (79).

Klinisyenin dişlerin morfolojisi, eksternal konkaviteleri, kanal duvarının kalınlığı, kanalın uzunluğu, eğimi ve şeklini iyi incelemesi gerekir. Bunun için üç yönden çekilen radyografiler kullanılabilir. Preoperatif alınan radyografiler ayrıca postun uzunluğunun, çapının ve yönünün belirlenmesinde de yardımcıdır (78). Postun çıkarılmasını etkileyen

diğer faktörler post türü ve simantasyon ajanı tipidir. Postlar paralel, konik, aktif veya pasif tutuculuk sağlayan metalik ya da nonmetalik (zirkon oksit, seramik, karbon fiber, cam fiber, kuartz fiber) olabilir. Klasik olarak çinkofosfat simanlarla yapıştırılan postlar genellikle kolay çıkarılır. Bununla beraber cam iyonomer ve adeziv simanlarla yapıştırılanların çıkarılması daha zordur. Postların çıkarılmasında diğer önemli etmenler interokluzal mesafe, mevcut restorasyonlar ve restorasyonun alveol seviyesine göre konumudur (68). Ayrıca, genellikle postların uzaklaştırılması arka dişlere doğru gidildikçe zorlaşır (80). Postların uzaklaştırılmasında ultrasonik aletler, özel post sökme frezleri ve özel post sökme sistemleri kullanılabilir.

2.4.3. Kök Kanal Dolgu Materyalinin Sökülmesi

Koronal radiküler erişim sağlandıktan ve tüm post ve restorasyonlar uzaklaştırıldıktan sonra, hekim önceki kanal dolgu materyalini sökerek apikal bölgeye tekrar erişmelidir (18). Kök kanal dolgu materyalinin sökülebilirliği kök kanalının şekline, kanal dolgusunun seviyesine, kanal dolgu maddesinin özelliğine, kanal dolgusunun yoğunluğuna ve uygulanma yöntemlerine bağlıdır (76, 81). Tekrarlayan tedavi olgularında önceki kök kanal içeriklerinin tamamen boşaltılması dezenfeksiyonun etkinliği, kök kanalının yeniden başarılı bir biçimde şekillendirilebilmesi ve yeterli bir tıkama açısından önem taşımaktadır (68).

2.4.4. Patların ve Simanların Uzaklaştırılması

2.4.4.1. Kanal Dolgusunda Kullanılan Patlar

Kök kanal patları içeriğine göre şöyle sınıflandırılmıştır (68):

1. Çinko oksit ojenol esaslı kök kanal patları
2. Kalsiyum hidroksit esaslı kök kanal patları
3. Cam iyonomer esaslı kök kanal patları
4. Polimerler
 - a) Epoksi-rezin esaslı patlar
 - b) Metakrilat-rezin esaslı patlar
 - c) Polivinil (Poliketon) Polimer içerikliler

5. Silikon esaslı kök kanal patları
6. Biyoseramik esaslı kök kanal patları
 - a) Kalsiyum-silikat-fosfat içerikli patlar
 - b) Mineral Trioksit Agregat (MTA) içerikli patlar.

Çinko Oksit Ojenol Esaslı Kök Kanal Patları

Uzun yıllar boyunca çinko oksit ojenol içeren patlar en popüler ve oldukça yaygın kullanılan patlar olmuşlardır. Ana bileşen olarak çinko oksit içermesine rağmen ilave diğer komponentlerle farklılaşan çok sayıda pat formülasyonu ve markası vardır (82). Dentin adhezyonunu arttırmak için Rosin veya Canada balsamı, antimikrobiyal ve fiksatif etki için paraformaldehit, antiseptik etki için germisitler ve inflamasyonu azaltmak için kortikosteroid eklenen türleri bulunmaktadır (83).

Çinko oksit ojenol içeren patların ön önemli avantajlarından biri antimikrobiyal aktiviteye sahip olmalarıdır (84–86). Bu patlar periradiküler dokulara taşıdığı rezorbe olabilir (87), yavaş sertleşme süresi gösterir (88), sertleşirken büzülür (89), çözünebilir (90) ve renklenmeye neden olabilir (91, 92). Ek olarak çinko oksit ojenol içeren patların sızıntısı sonucunda toksik etki oluşturduğu ve sinir hücrelerinde iletimi azalttığı bildirilmiştir (93).

Bu gruptaki patlara örnek olarak; Wach patı, Rickert's patı, Procosol, Grossman patı, Kerr root canal sealer, Tubli-seal, Roth 501 ve 801 patı, Estazone, Merpasone ve Propylor verilebilir (78). N2 patları, Endomethasone, ve Spad paraformadehit ilavesi ile geliştirilmiştir. Karsinojenik, mutojenik ve toksik etkilerinden dolayı bu patlar artık kullanılmamaktadır (68).

Kalsiyum Hidroksit Esaslı Kök Kanal Patları

Kalsiyum hidroksit içerikli kök kanal patları terapötik aktivite göstermesi için geliştirilmiştir. Antibakteriyel aktivite göstereceği ve osteojenik-sementojenik potansiyele sahip olacağı düşünülmüş, ancak istenen etkiler gösterilememiştir (94).

Kalsiyum hidroksit, kalsiyum ve hidroksil iyonlarına ayrılır çevre dokulara geçerek etki eder (94). Kalsiyum hidroksitin salınımı ve aktivitenin sürekliliği için çözünürlük gerekir. Ancak, bu bir kanal patının amacı ile örtüşmez (18). Bu patların en önemli

dezavantajlarından biri, çözünürlüklerinin fazla olması nedeniyle mikroorganizma ve doku sıvılarının geçişidir (95). Kök kanalından taşan kalsiyum hidroksit esaslı kök kanal patı hızlı olarak rezorbe olsa da, periapikalde kronik enflamatuvar reaksiyon oluşturduğu görülmüştür (96, 97).

Bu grup patlara örnek olarak Calciobiotic Root Canal Sealer, Sealapex, Apexit ve Apexit Plus verilebilir (94).

Cam İyonomer Esaslı Kök Kanal Patları

Cam iyonomer esaslı kök kanal patları cam iyonomer simanın dentine kimyasal olarak bağlanma özelliklerinden faydalanmak amacıyla ortaya çıkmıştır (98). Bu özellikleri ile monoblok yapı oluşturarak dişlerin kırılma direncini arttırdığı gösterilmiştir (99, 100). 1991 yılında kök kanal patı olarak Ketac-Endo (ESPE GMBH & Co, KG, Almanya) piyasaya sürülmüştür (101, 102).

Cam iyonomer esaslı kök kanal patlarının dezavantajları, retreatment gerektiğinde kök kanal duvarlarından sökülmesindeki zorluk (98) ve minimal antimikrobiyal aktiviteye sahip olmasıdır (84). Cam iyonomer kök kanal patlarının antimikrobiyal etkinliğini flor salınımı ile sağladığı düşünülmektedir, ancak etkisi çok kısa süreli olduğu için yeterli antimikrobiyal aktiviteye sahip olmadığı gösterilmiştir (103, 104).

En çok bilinen cam iyonomer esaslı kök kanal patlarına örnek olarak Ketac-Endo, Endion ve Activ GP verilebilir (68).

Polimerler

Epoksi Rezin Esaslı Patlar

İlk epoksi rezin esaslı kök kanal patı olan AH26, Andre Schroeder tarafından 1954 yılında İsviçre’de üretilmiştir. Polimerizasyonu için metanamin kullanılan bis-fenol reçinesidir (105). Epoksi rezin esaslı patlar çözünürlüklerinin az olması, apikal sızdırmazlıklarının iyi olması ve kök kanal dentinine mikroretansiyon özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir (106–108).

AH26’nın formaldehit içermesi ve diş renklenmesi neden olması gibi dezavantajları nedeniyle, yeni aminler eklenerek AH Plus (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Almanya)

geliştirilmiştir (102, 109). Gerekğinde kök kanalından sökülebilirliğini kolaylaştırmak amacıyla pata termoplastik özellik kazandırılmıştır (68).

AH Plus uzun sertleşme süresi, yayılma kapasitesi sayesinde mikrodüzensizliklere penetrasyonun iyi olması, çözünürlüğünün düşük olması, sertleşirken az miktarda genleşmesi, sızdırmazlığının iyi olması ve adamantin ile kök dentine bağlanması gibi özellikleri nedeniyle altın standart olarak kabul edilmektedir (110–112).

En çok bilinen epoksi rezin esaslı kök kanal patlarına örnek olarak AH26, AH Plus, Adseal, Radic-Sealer verilebilir (68, 113, 114).

Metakrilat Esaslı Patlar

Restoratif diş hekimliğinde, self-priming, self-etching ve self-adeziv rezin teknolojilerinin kullanılmasından sonra işlevsel olarak benzer düşük viskoziteli metakrilat rezin bazlı kök kanal patları kullanıma sunulmuştur (114, 115). Metakrilat esaslı kök kanal patları monoblok yapı oluşturmak amacıyla üretilmiştir. Monoblok terimi kök kanalının sızdırmazlığı ve dişin kırılma direncinin artması avantajlarıyla birlikte farklı materyaller ve ara yüzler arasında boşluksuz solid bir kütle olarak mükemmel şekilde doldurulmasını ifade eder (116, 117).

Günümüze kadar 4 nesil metakrilat rezin esaslı kök kanal patı piyasaya sürülmüştür. Birinci nesil metakrilat rezin esaslı pat olan Hydron (Hydron Technologies, Inc, Pompano Beach, FL) 1970'lerin ortalarında üretilmiştir (118, 119). İkinci nesil olan EndoREZ (Ultradent Products Inc, Utah, ABD), dual-cure, asitlenmeyen, dentin adeziv kullanımı gerektirmeyen, hidrofilik pattır (120). Üçüncü nesil dual-cure kök kanal patı olan Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, ABD), UDMA, PEGDMA, EBPADMA ve BISGMA, baryum borosilikat, BaSO₄, bi-oksiklorid, kalsiyum hidroksit ve inceltici reçine içerir. Diğer rezinlerden farklı olarak kendiliğinden asitleme yapan bir primer uygulaması gerektirir (121). FibreFill (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, ABD), RealSeal (SybronEndo, Orange, ABD), Resinate (Obtura Spartan Corp, Fenton, ABD) ve Smart (Discus Dental, Culver City, ABD) bu nesil kök kanal patlarına diğer örneklerdir. Son nesil metakrilat rezin esaslı kök kanal patı olan Meta-SEAL (Parkell Inc. Edgewood, ABD) ve

RealSeal SE (SybronEndo, Orange, ABD)'dir (115). Bu patlarda, ayrı olan asit ve bond aşamaları yerine tek aşamalı bir sistem geliştirilmiştir (115, 122).

Poliketon (Polivinil) Esaslı Patlar

Poliketon esaslı pat olan Diaket (3M/ESPE Dental Prod., St. Paul, ABD) 1950'li yıllardan beri piyasada bulunan pattrır. Çok ince toz ve koyu visküz likitten oluşur. Karıştırıldıktan sonra oluşan rezin yapısı oldukça yapışkandır ve adezyonu oldukça kuvvetlidir (68). Çinko oksit ve bizmut fosfat ile karıştırılmış vinil polimerler içeren poliketon bir bileşiktir (83).

Silikon Esaslı Kök Kanal Patları

Silikon, kök kanal patı olarak 1984 yılında tanıtılmıştır. Silikon materyalinin sızıntısının az olması, toksik olmaması özellikleri nedeniyle geliştirilmiştir ancak antibakteriyal aktivite göstermemektedir (123).

RoekoSeal (Roeko, Langenau, Almanya) ve Gutta-Flow (Coltene Dental, ABD) bu grubun en iyi bilinen örnekleridir. RoekoSeal katalizör ajan olarak platin içerir, sertleşirken büzülmez (109). Hatta sertleşirken hafifçe (%0.2) ekspansiyon gösterdiği bildirilmiştir (124).

Gutta-Flow ve Gutta-Flow2 pat ve gütta perkayı aynı üründe birleştiren akışkan soğuk dolgu sistemidir. RoekoSeal'e partikül formunda (30 µm'den az) gütta perka ve nano gümüş parçacıkları eklenerek geliştirilmiştir (18). İçeriğinde gütta perka tozu, çinko oksit, polidimetilsiloksan, silikon yağı, parafin yağı, heksakloroplatinik asit (katalizör), zirkonyum dioksit, nano gümüş (koruyucu), renk maddesi ve baryum sülfat bulunur (68).

Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Patları

Biyoseramik materyaller tıbbi ve dental kullanım için özel olarak tasarlanmış seramik malzemelerdir. Biyoseramikler, biyomateryallerin alt kümesidir ve çevre dokularla etkileşimlerine göre “biyoinert”, “biyoaktif” ve “biyolojik olarak parçalanabilir” olarak sınıflandırılabilir (11, 125). Biyaseramikler; alümina, zirkonya, biyoaktif cam, cam seramikler, kalsiyum silikat, hidroksi apatit ve kalsiyum fosfat içerirler (126).

Portland simanın diş hekimliğinde ilk kullanımı, Dr. Witte'nin kök kanallarını doldurmak için Portland çimentosunun kullanılmasıyla ilgili bir vaka raporu yayınladığı 1878 yılına dayanmaktadır (127). 1990'lı yıllarda Loma Linda Üniversitesi'nde Torabinejad tarafından MTA olarak patentlenmiştir. MTA piyasaya sürülene kadar biyoseramik materyaller yaygın olarak uygulamaya girmemiştir (128, 129).

Biyoseramikler sadece kanal patı olarak değil, sağladığı iyileşme kalitesi nedeniyle amputasyon ve direk kuafaj gibi vital tedavilerde, perforasyon tamirinde, apeksi açık dişlerde apikal tıkaç olarak ve apikal rezeksiyon sonrası retrograd dolgu maddesi olarak da kullanılmaktadır (12). Biyoseramik materyallerin bir kök kanalı patı olarak belgelenmiş ilk kullanımı, Krell ve Wefel'in çekilmiş dişlerde kalsiyum fosfat simanın etkinliğinin Grossman'ın patı karşılaştırmasından iki yıl sonradır ve her iki pat arasında anlamlı bir fark bulamamıştır (8, 127).

Son otuz yılda endodonti alanında biyoseramik esaslı kanal patları kullanılmaya başlanmıştır (8). Biyoseramik esaslı kök kanal patları; osteokonduktif etkisi, doku sıvıları varlığında sertleşebilmesi, yerleştirildikten sonra uzun süreli antibakteriyel etkisi, sızdırmazlığı, uzun çalışma süresi, sertleşirken genleşerek kök kanalının içerisini boşluksuz doldurması ve tek kon tekniğini basitleştirmesi gibi özelliklere sahiptir (123).

Biyoseramik esaslı kök kanal patlarının özellikleri:

- 1- Biyoyumluluğu ve biyoaktifliği sayesinde osteoblast farklılaşmasını arttırması, vaskülarizasyonu sağlaması ve kemik oluşumuna destek sağlaması (130).
- 2- Periapikalden taşıdığı enflamatuvar yanıtı neden olmaması (131).
- 3- Kalsiyum fosfat içerikleri sayesinde diş ve kemik apatit materyaline benzer kimyasal kompozisyon ve kristal yapı oluşturarak kök dentinine bağlanmayı arttırması (8, 132).
- 4- Hidrasyon reaksiyonları sırasında lokal pH'ı arttırarak ve ortama kalsiyum hidroksit salarak antibakteriyel aktivite sergilemesi (133, 134).
- 5- Yüksek hidrofilik özellik ve düşük yüzey gerilimi gösterirler. Bu sayede kök kanal sistemi ve aksesuar kanallara kolayca yayılım göstererek tıkayıcılığı ve sızdırmazlığı arttırması (135).
- 6- Kök kanalında kimyasal olarak stabil kalmaları (136).

- 7- Sertleşirken büzülmemesi, hatta sertleşme tamamlandıktan sonra bir miktar genişleme göstermesi (123, 135).
- 8- Bazı biyoseramik kök kanal patlarının karıştırılmış hazır halde piyasaya sürülmesiyle kullanım kolaylığı sağlaması (135, 136).
- 9- En önemli dezavantajı, kök kanal patı sertleştikten sonra retreatment ya da post boşluğu hazırlanması gerektiğinde kök kanalından sökülmesindeki zorluktur (8, 137, 138).

Biyoseramik esaslı kök kanal patları içeriklerine göre 2 gruba ayrılır:

Kalsiyum Silikat Esaslı Patlar: iRoot SP, Bioseal, EndoSequence BC Sealer, Smartpaste Bio, Appetite ve Well-Root ST.

MTA Esaslı Patlar: ProRoot EndoSealer, MTA Obtura, Endo CPM Sealer, DiaRoot Bioaggregate ve EndoSeal MTA.

2.4.4.2. Bu Çalışmada İncelenen Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Patları

Well-Root ST

Well-Root ST (Vericom, Gangwon-Do, Güney Kore), kullanıma hazır enjekte edilebilir halde ambalajlanmıştır. Üretici tarafından tanımlanan Well-Root ST bileşimi kalsiyum silikat, zirkonyum oksit, doldurucular ve kalınlaştırıcı ajanları içerir. Sertleşmesi için nem varlığını gerektirir. Güta perka ile birlikte kullanılması önerilmiştir (139, 140). ISO 6876: 2012 (%100 nem koşulları) standardına göre sertleşme süresi 25 dakikadır. Bununla birlikte, kök kanalında tam sertleşme süresi 2,5 saat olarak bildirilmiştir (140).

Güncel literatürde Well-Root ST kök kanal patıyla ilgili sınırlı bilgi bulunmaktadır. Reszka ve ark. yaptıkları mikroanaliz çalışmasında, Well-Root ST'nin kalsiyum, zirkonyum, oksijen, karbon ve silikona ek olarak alüminyum ve titanyum içerdiğini ortaya çıkarmıştır (141). Yang ve ark. yaptıkları çalışmada Well-Root ST'nin asit ve fosfat tamponlu salin ile teması sonucunda daha düşük mikro sertlik gösterdiğini bulmuşlardır (142). Olcay ve ark. yaptıkları çalışmada endodontik rejenerasyon prosedürleri sırasında Well-Root ST'nin, Biodentine ve ProRoot MTA ile elde edilenden daha çok anjiyogenezis sağladığı ve yeni damar formasyonunu uyardığını bildirmişlerdir (139). Well-Root ST kök kanal patının retreatment esnasında kanaldan sökülebilirliği şimdiye kadar incelenmemiştir.

Well-Root ST, Sure-endo tarafından piyasaya sürülen özel bir etiket olan Sure Seal Root (Sure-endo, Gangwon-Do, Güney Kore) olarak da mevcuttur. Huang ve ark. yuvarlak kök kanallı dişleri tek kon tekniği ile doldurarak kök dolgu alanının kanal alanına oranını nano-CT ile incelemişlerdir. Sure-Seal Root patıyla doldurulan kanalların AH Plus'a göre daha yüksek dolum oranına ve daha az void oranına sahip olduklarını bildirmişlerdir (143). Sadat Shojae ve ark. ise kullanılan retreatment tekniğinden bağımsız olarak, AH-26 ile karşılaştırıldığında Sure-Seal Root ile doldurulan kanallarda daha az dolgu materyali artığı kaldığı bildirmişlerdir (14).

EndoSeal MTA

EndoSeal MTA (Maruchi, Wonju, South Korea), üretici tarafından MTA'nın mükemmel fiziksel ve biyolojik özelliklerine sahip olduğu belirtilen puzolan bazlı kök kanal patıdır (144). Kök kanalına doğrudan uygulanmasına izin veren hava geçirmez bir şırıngada kullanıma hazır olarak piyasaya sürülmüştür. Dolum sırasında atmosferik havanın nemini kullanarak sertleşme reaksiyonu gösterir (145, 146). Üretici firma EndoSeal MTA'nın sertleşme süresinin 10-12 dakika olduğunu bildirmiştir (144). EndoSeal MTA'nın içeriğinde kalsiyum silikat, kalsiyum alüminat, kalsiyum alüminaferrit, kalsiyum sülfat, radyoopaklaştırıcılar ve kalınlaştırıcı ajanlar bulunmaktadır (123, 147).

Lin ve ark. EndoSeal MTA ile yaptıkları çalışmada, EndoSeal MTA'nın rezin esaslı ve kalsiyum hidroksit esaslı kök kanal patlarıyla karşılaştırıldığında özellikle yaşlandırıldıktan sonra daha yüksek bağlanma direnci ve adhezyonu gösterdiğini bildirmişlerdir (148). Ha ve ark. yaptıkları çalışmada hidrofilik olan EndoSeal MTA'nın, hidrofobik rezin esaslı kök kanal patı olan AH Plus'a göre insan kök kanal dentinini ıslatmasını ve adhezyonunu daha üstün bulmuşlardır (149). Güncel literatürde EndoSeal MTA'nın kök kanalından sökülebilirliği ile ilgili iki farklı çalışma bulunmaktadır (15, 16). Kim ve ark. EndoSeal MTA, EndoSequence BC patı ve AH Plus ile doldurulan dişlerin kök kanal dolgu sökümü sonrasında kalan dolum materyalini micro-bt ile değerlendirmişlerdir. EndoSeal MTA, C-şekilli kanallarda EndoSequence BC ve AH Plus'a göre daha fazla kalıntı bırakmıştır. Ayrıca diğer patlardan farklı olarak EndoSeal MTA ile doldurulan tek ve iki köklü dişlerin apikal üçlüsünde daha fazla dolum materyali kaldığı bildirilmiştir (16). Kim ve ark. yaptıkları başka bir çalışmada kalsiyum silikat esaslı patlar ve epoksi rezin esaslı

patların farklı dolum teknikleriyle dolumdan sonra sökülebilirlik etkinliğini değerlendirmişlerdir. AH Plus ve EndoSeal MTA arasında kalan dolgu materyali skoru açısından anlamlı fark bulunmamıştır (15).

2.4.4.3. Patların Kanal Duvarlarından Uzaklaştırılması

Kök kanal patları uzaklaştırılırken taşınılmaktan, potansiyel post operatif ağrıdan ve kanal patının nörotoksisitesinden kaynaklı olası parestezi/disesteziiden kaçınmak için dikkatli olunmalıdır (150–152).

Kök kanal patları yumuşak, penetre olunabilir ve sökülebilir patlar ile sert, penetre olunamayan ve sökülemeyen patlar olmak üzere 2 kategoride incelenebilir. Yumuşak yapıdaki kök kanal patlarının sökümünde, apikalden taşmayı önlemek amacıyla bol sodyum hipoklorit (NaOCl) irrigasyonu ile beraber crown-down enstrümantasyonu önerilmiştir (18, 81). Sert yapıdaki kanal patlarını sökmek için genellikle çözücü kullanılması gerekir. Çözücüler etkili olmadığında ise ultrasonik aletler, döner eğeler veya Micro-Debriders (Dentsply Maillefer, Oklahoma, ABD) gibi aletlerle mekanik enstrümantasyon yapılması önerilmiştir (81, 82, 153).

2.4.4.4. Güta Perkanın Uzaklaştırılması

Güta perka, kök kanal patları ile birlikte kor materyali olarak en sık kullanılan kanal dolum materyalidir. Bu nedenle de kök kanal tedavisinin yenilenmesi gereken olgularda, en sık karşılaşılan dolgu materyali de güta perka olacaktır (154).

Güta perkanın en büyük avantajlarından biri sökülmesindeki kolaylıktır. Güta perkanın sökümünü etkileyen faktörler; kök kanal dolumunun kalitesi, dolumun uzunluğu ve kök kanalının şeklidir. Kök kanalının koronal kısmı, genellikle dolumun en yoğun olduğu bölgedir. Gates Glidden, Peeso reamer ya da ısıtılmış aletlerle koronal kök dolgusu sökülebilir, böylece hem aletlerin kullanımı kolaylaşır hem de çözücüler için rezervuar görevi görececek boşluk oluşturulmuş olur (76, 81). Kök üç bölgeye ayrılarak güta perka önce koronal, sonra orta, son olarak da apikal üçlüden sökülecek şekilde planlanmalıdır (68).

Kök kanal dolgusunun sökülmesinde güta perkanın uzaklaştırılması için el aletleri, ısı, ultrasonikler, çözücü veya döner aletler olmak üzere termal, kimyasal ya da mekanik

yöntemler kullanılabilir. İşlem öncesi dişin radyografisi incelenir ve klinik durum göz önüne alınarak bir yöntem ya da yöntemler kombine olarak kullanılır (82, 154).

Güta perkanın uzaklaştırılmasında kullanılan yöntemler

El aletleri

Kök kanalı yetersiz doldurulduğunda güta perkanın sökülmesinde el aletleri kullanılabilir (155). Eğenin yivleri gevşek güta perka konlarına tutunarak çıkarılmasını kolaylaştırır. Bu teknikte reamer ya da K-tipi eğe ile güta perkanın yanından geçilerek yer açılır ve bu boşluğa sokulan hedström eğe çeyrek turluk rotasyon hareketiyle güta perkaya hafifçe vidalanır ve geri çekilerek dolgu materyali çıkartılır. Fazla kuvvet uygulayarak eğenin kırılmasından kaçınılmalıdır (81, 155).

Bu yöntemde geniş ve düz olan veya yetersiz doldurulmuş kanallarda tek bir hareketle güta perka sökülebilir (68). El eğesi kullanarak güta perkanın sökülmesi sık kullanılan bir yöntemdir, ancak güta perkayı sökmek için uzun zaman gerektirmesi ve iyi kondanse edilen kanallarda yetersiz kalması dezavantajlarıdır (81, 156).

Isı

Kondanse edilmiş güta perkayı yumuşatmak ve uzaklaştırmak için pluggerlar ya da sıcak güta perka dolum tekniklerinde kullanılan taşıyıcılar kullanılarak ısı uygulanabilir (154). En basit yöntem ısıtılmış plugger kullanımıdır. Plugger korlaşana kadar ısıtıldıktan sonra kanalda 2-3 milimetre (mm) ilerletilir ve hemen geri çekilir. Bu işlem tekrarlanarak güta perka parça parça uzaklaştırılır (68). Bu yöntemin dezavantajı ısıtılmış aletin alevden uzaklaştığında hemen soğumaya başlaması ve güta perkayı yumuşatmak için tekrar tekrar ısıtılmasının gerekli olmasıdır (154).

Touch'n Heat (SybronEndo, Orange, CA, ABD) ve System B (SybronEndo, Orange, CA, ABD) gibi ısı taşıyıcı enstrümanlar da güta perkayı yumuşatmak ve çıkarmak için kullanılmaktadır. Kanal duvarına temas etmeyecek ancak ısı transferini sağlayacak spreader ya da plugger seçilir. Isınan alet güta perkaya yerleştirilir ve devre kapatılır, soğurken güta perka alete yapışıp donar ve alet geri çekilerek sökülür. Dolgu materyali tamamen sökülene kadar bu işlem tekrarlanır. Alet her kullanımdan sonra temizlenmelidir. Az genişletilmiş ya da kurvatürlü kanallarda aletin girişi zorlaşırken, geniş kanallarda alet daha iyi çalışmaktadır.

Bu aletlerin avantajı, daha verimli ısı transferinin yanı sıra kullanımı kolay ve daha güvenli olmasıdır (68, 154).

Ultrasonik

Ultrasonik uçtaki enerji, gütta perkanın yumuşamasını ve koronale doğru yükselmesini sağlar. Şekil ve tasarım bakımından farklılık gösteren, paslanmaz çelik veya titanyumdan yapılan ve pürüzsüz ya da elmas/zirkon kaplı birçok ultrasonik uç piyasada bulunmaktadır (18, 157). Sadece kanalın düz kısımlarında kullanılması, kök kanal şeklinin değişmesine neden olabilmesi ve aletin kırılma riski olması bu yöntemin dezavantajıdır (18, 154).

Kimyasal Çözücüler

Özellikle iyi kondanse edilmiş eğimli kanallarda ve apikal üçlüye ulaşımın mümkün olmadığı hallerde gütta perka çözücülerinin kullanılması önerilmektedir (81). Tüm çözücüler belirli düzeyde toksisiteye sahiptir, bu nedenle zorunlu haller dışında kullanımlarından kaçınmak gerekir (158, 159). Ayrıca çözücülerin, kök kanal duvarında ve dentin tübüllerinin içinde bulamaç halinde dolgu materyali tabakası oluşturarak, kök kanalının tam olarak temizlenmesini engelleyebileceği bildirilmiştir. Bu nedenle retreatment sırasında çözücü kullanımı standart olmamalı çalışma uzunluğuna ulaşamadığı zaman kullanılmalıdır (160, 161).

Retreatmentta kullanılan çözücüler:

Kloroform: Yapılan çalışmalarda kloroformun oldukça güçlü ve hızlı etkili gütta perka çözücüsü olduğu gösterilmiştir (18, 81). Hızlı buharlaşması daha kullanışlı olmasını sağlar (81, 162). Ancak materyalin karsinogenik ve toksik etkisinden dolayı diş hekimliğinde kullanılması çok önerilmese de kullanılması yasaklanmamıştır (158). Periapikal dokulara temas ettiğinde sitotoksiktir, diş hekimi ve çalışanlar için de potansiyel risk taşımaktadır (154, 163).

Metil kloroform: Kloroformdan daha az toksik olduğu ve gütta perka çözmede etkili olduğu için kloroforma alternatif çözücülerden biri olarak gösterilmiştir. Ancak etkisi kloroformdan daha yavaştır. Kloroform ile karşılaştırıldığında daha az nefrotoksik ve hepatoksik olduğu ayrıca da karsinogenik olmadığı gösterilmiştir (163).

Ökalyptol: Kloroformdan daha az iritan ve antibakteriyeldir. Yutulduğunda toksiktir (68). Güta perkayı yavaş çözer ve ısıtıldığında etkinliği artar, böylece kloroform ile karşılaştırılabilir etkinliğe ulaşır (18, 163).

Ksilol/Ksilen: Kloroformdan daha az olsa da doku için toksik ve karsinogenik olduğu bildirilmiştir. Güta perkayı çözme etkisi yavaştır bu yüzden pratik uygulamalarda tercih edilmez. Ancak seanslar arasında uzun sürede güta perkanın çözünmesi için bir alternatiftir (78, 163, 164).

Portakal yağı: Potansiyel olarak toksik çözücülere kıyasla iyi bir alternatif çözücüdür. Güta perkayı yumuşatma da etkilidir, ancak kloroformdan daha az etkili bulunmuştur (154, 165, 166).

Halotan: Yanıcı olmayan ve uçuculuğu yüksek olan genel anestezi ajandır. Artan maliyeti, uçuculuğu, solunum depresyonu ve potansiyel hepatotoksisite riski tercih edilmesini azaltmıştır (18, 154, 167).

Döner aletler

Kök kanal dolgusunda, koronal kısım genellikle en iyi kondanse edilen bölümdür. Koronaldeki güta perkanın sökülmesi için paslanmaz çelik döner aletler olan Gates Glidden ve Peeso reamerlar kullanılabilir (81). Bu aletler kök kanalının düz kısmında ve zorlanmadan kullanılmalıdır, kökün eğimli kısmında kullanılması perforasyona neden olabilmektedir (81, 154). Koronal üçlüdeki güta perkayı sökmek için #2 ve #3 numaralı Gates Glidden frezlerinin kullanımı önerilmiştir. Böylece koronal bölge genişletilerek hem çözücüler için bir rezervuar oluşturulur hem de kanala düz bir giriş sağlanarak aletlerin deformasyonu önlenir (81, 168, 169).

Kanal dolgusunun sökümü için nikel titanyum (Ni-Ti) döner eğeler de sıklıkla kullanılmaktadır. Retreatment amacıyla başlangıçta kök kanal şekillendirilmesinde kullanılan döner eğeler kullanılsa da, ihtiyacı tam olarak sağlamadığından firmalar tarafından retreatment için özel olarak Ni-Ti döner aletler piyasaya sürülmüştür (170).

2.5. Retreatment Yöntemlerinin Etkinliklerinin İncelenmesinde Kullanılan Yöntemler

2.5.1. 2 Boyutlu Radyografik Yöntem

Hem klinik hem de deneysel çalışmalarda dolum materyalinin sökülmesi sonrası kök kanallarının temizliğini değerlendirmek için 2 boyutlu radyografik yöntem sıkça kullanılmıştır. Bu yöntemde dişlerin bukkolingual ve mezyodistal yönlerden radyografisi alınarak incelenmektedir. Dentin radyopaklığına yakın ince debris tabakası radyografide gözükmebilir. Ayrıca in vivo olarak mezyodistal inceleme imkansızdır ve lamina dura ve kansellöz kemiğin süperpozisyonu nedeniyle kalan materyalin görünürlüğü daha az olabilmektedir (171–174).

2.5.2. Dişlerin Şeffaflaştırılması

Çekilmiş dişlerin retreatment sonrası şeffaflaştırılması da çok sayıda çalışmada kullanılmıştır(175, 176). Şeffaflaştırılan dişlerin mezyodistal ve bukkolingual yönden görüntüsü alınarak artık dolgu materyali miktarı değerlendirilir (175–177).

Kalan materyali değerlendirmek için dişler longitudinal olarak ayrılarak incelendiğinde iki boyutlu olarak değerlendirme yapılır. Dişlerin şeffaflaştırılması yönteminde ise kanalın üç boyutlu olarak görselleştirilmesi kalan pat ve debris dağılımının daha iyi anlaşılmasını sağlar. Ayrıca köklerin ikiye ayrılması kalan artık materyalin kaybına neden olabilmektedir (177–179).

2.5.3. Taramalı Elektron Mikroskobu

Taramalı elektron mikroskobunda (TEM), materyale ışık yerine vakum altında elektron yollanarak elektronlar görüntü oluşacak materyal yüzeyine çarptırılır. Yüzeye çarpıp saçılan ikincil elektron ışınları detektör tarafından toplanır ve görüntü oluşturulur. Bu yolla küçük bir alandan yüksek büyütmede görüntü elde edilebilmektedir (180). Bu yöntemde hazırlanan örnekler TEM ile incelenmeden önce vakum ile kurutulur ve altın ile kaplanır (181). TEM ile dentin tübüllerinin açık olup olmaması gibi son derece ayrıntılı görüntüler elde edilebilir. Kök kanal patının detaylı olarak tübüle adaptasyonu incelenebilir ve ayrıca tübüle olan penetrasyon derinliği ölçülebilir (182, 183). Retreatment yapılmış dişlerde kök kanalında kalan dolum kalıntılarını incelemeye kullanılabilir (184).

Bu tekniğin dezavantajları; düşük büyütme altında genel bir görüntü elde edilememesi, örneklerin hazırlanırken artefakt oluşma potansiyeli ve örneklerin incelemek için ikiye ayrılması sırasında tahribat oluşma riskidir (183, 185, 186). Son zamanlarda yeni geliştirilen çevresel TEM tahribatsız bir yöntemdir, numuneler yeniden kullanılabilir ve geleneksel TEM ile görüntülemenin aksine metalizasyon işlemi gerektirmez (187).

2.5.4. Dental Operasyon Mikroskobu

Dental operasyon mikroskobu görünürlüğü artırması ve ek olarak aydınlatma sağlaması avantajları nedeniyle endodontik prosedürlerde giderek artan şekilde kullanılmaktadır (188). Retreatment sonrası kalan dolgu materyali miktarını değerlendirmek için bazı çalışmalarda dental operasyon mikroskobu kullanılmıştır. Dişler uzunlamasına ikiye ayrılıp operasyon mikroskobu ile elde edilen görüntüler skorlama ya da analiz programı kullanılarak değerlendirilmiştir (171, 189). Operasyon mikroskobu ile radyografi tekniği karşılaştırıldığında, özellikle az kalan artık materyali saptamada operasyon mikroskobunun daha iyi olduğu bildirilmiştir (171).

2.5.5. Konfokal Lazer Tarama Mikroskobu

Konfokal lazer tarama mikroskobu ile özel bir işleme gerek kalmadan retreatment sonrasında kök kanalında ve dentin tübüllerinde kalan dolgu materyali değerlendirilebilir (190, 191). Bu teknik TEM ile karşılaştırıldığında; örneklerin hazırlanmasının daha basit olması, artefakta neden olabilecek ek bir işlem gerektirmemesi, aynı numune ile hem tedavi ve hem de retreatment analizi yapılabilmesi, skorlama ile değerlendirmenin aksine daha niceliksel değerlendirme sağlayabilmesi gibi avantajlara sahiptir (192–194).

2.5.6. Işık Mikroskobu

Işık mikroskobu ile kök kanal duvarlarında kalan gütta perka ve pat miktarını değerlendirirken retreatment yapılan dişler longitudinal olarak ikiye ayrılarak görüntü alınır. Skorlama yaparak ya da analiz programları ile değerlendirilir. Bu yöntemin avantajı basit ve ucuz olmasıdır. Ancak üç boyutlu bir değerlendirme sağlanamaz (186, 195, 196).

2.5.7. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

KIBT ile kök kanal tedavisi yapılan çekilmiş dişlere birinci tarama yapılır, daha sonra retreatment yapılarak tekrar tarama yapılır ve elde edilen görüntüler karşılaştırılarak değerlendirilir (197, 198). KIBT ile üç boyutlu görüntüler elde edilir, noninvaziv bir yöntemdir, dişlere işlem yapılması gerekmez, kanal duvarında kalan küçük dolgu materyallerinin belirlemede oldukça hassastır ve dişin morfolojik özelliklerinin görselleştirilmesini sağlar. Kök kanalının yenilenmesinin kalitatif ve kantitatif değerlendirilmesinde uygun bir alternatif olabilir (197, 199). Geleneksel bilgisayarlı tomografi ile karşılaştırıldığında daha az radyasyon yayar (199).

KIBT'nin dezavantajı kök kanalında kalan radyoopak materyalin artefakta neden olabilmesi sonucunda elde edilen verilerin yorumlanmasında zorluğa neden olması ve mikro-bilgisayarlı tomografi ile karşılaştırıldığında çözünürlüğünün daha az olmasıdır (197, 200, 201).

2.5.8. Mikro-Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-bt):

Mikro bilgisayarlı tomografiler (Mikro-bt) x-ışını kullanarak mikron düzeyde ölçüm yapabilen, yüksek çözünürlük sağlayan cihazlardır. Endodontik retreatment işleminden sonra kök kanalında kalan dolgu materyalinin incelenmesinde kullanılmaktadır. Kanal dolgu materyallerinin kök kanalından uzaklaştırılması, kök dolgusunun sökülmesinde kullanılan aletlerin etkinliğinin değerlendirilmesi, kök dolgusunun uzaklaştırılmasından önce ve sonra kanal hacminin niceliksel değerlendirilmesi çalışmalarda incelenmiştir (202–205).

Micro-bt tahribatsız, noninvaziv, hassas ve tekrarlanabilir görüntü sağlayarak üç boyutlu rekonstrüksiyon oluşturur. Tekrarlanan taramalar ile numunelerin aşamalı değerlendirmeleri yapılabilir. Retreatment öncesinde ve sonrasında kök kanal duvarında kalan dolum materyalinin, patın ve dentinin ayrı ayrı kantitatif değerlendirilmesine izin verir. Böylece olası operatör yanlılığı sınırlandırarak daha objektif bir değerlendirme sağlanabilir (16, 206–208).

Klinik kullanım için uygun olmaması, kullanılan tarama cihazı ve görüntüleme programlarının maliyetlerinin yüksek olması, tecrübeli uygulayıcı gerektirmesi, kesit alma

ve üç boyutlu rekonstrüksiyon oluşturma süresinin uzun olması Mikro-bt cihazının limitasyonlarıdır (209, 210).

2.5.9. Stereomikroskop

Kök kanal dolgusu sökülen dişler longitudinal olarak ikiye ayrılarak ya da şeffaflaştırma işlemi uygulanarak stereomikroskop altında incelenebilir. Alınan görüntüler doğrudan görsel skorlama yapılarak ya da yazılım programları sayesinde alan/hacim hesabı yapılarak değerlendirilir (14, 176, 211, 212). Retreatment sonrası kanal duvarlarında kalan materyalin nicel olarak incelenmesinde skorlama yöntemi yerine alan/hacim miktarının değerlendirilmesinin daha doğru bir yaklaşım olacağı iddia edilmiştir (213, 214). Kalan dolgu materyalinin bir stereomikroskop ile incelenmesi bu yöntemin basit ve kolay ulaşılabilir olmasından dolayı tercih edilmektedir. Ancak dezavantajı dişlerin ikiye ayrılması sırasında dolgu materyalinin kaybına neden olabilmesi ve iki boyutlu inceleme sağlamasıdır (14).

Bu in vitro çalışmanın amacı gutta perka ve biyoseramik esaslı kök kanal patları Well-Root ST ve EndoSeal MTA ile yapılan kök kanal dolgularının retreatment amacıyla sökülebilirliklerini karşılaştırmalı olarak incelemektir. Rezin esaslı bir kök kanal patı olan AH Plus kontrol grubu olarak kullanılmıştır.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

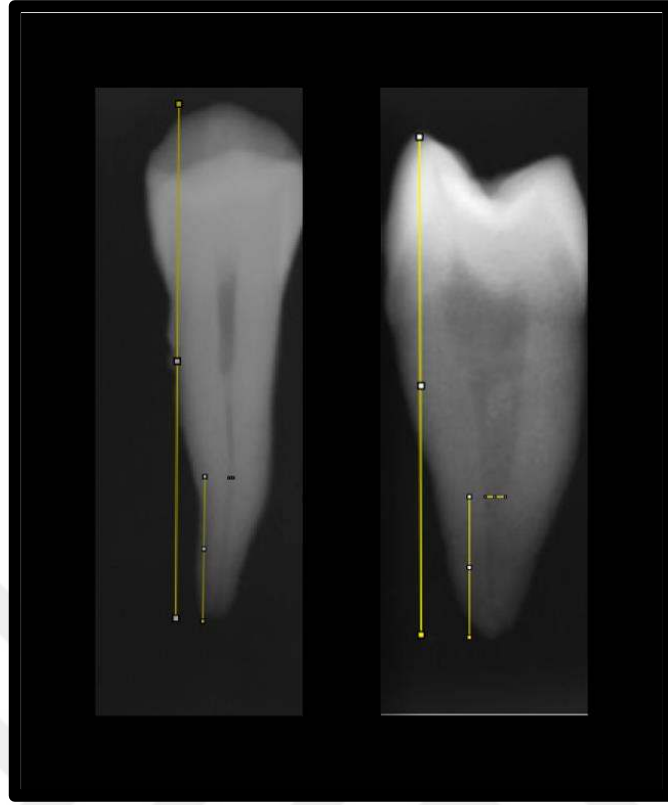
Bu çalışmadaki deneyler Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarı ve Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Bilimsel Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmamız Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 2018/258 numarasıyla onaylanmıştır (Ek-1).

3.1. Örneklerin Seçilmesi ve Saklanması

Bu çalışmada, tek bir oval kanala ve tek bir apikal foramene sahip apikal gelişimi tamamlanmış 36 adet çekilmiş premolar diş kullanıldı. Oval kanallı olup olmadığını tespit etmek amacıyla her bir diştten bukkolingual ve mezyodistal yönden alınan radyografiler İmage J 1.8.0 programı ile değerlendirildi ve apeksin 5 mm koronalindeki bukkolingual çapı mezyodistal çapının iki katı ya da daha fazlası olan dişler oval kanallı olarak kabul edildi (Resim 1). Çalışmaya dahil edilen dişlerin sahip olması gereken özellikler şunlardı:

- Radyografik inceleme sonucu herhangi bir kalsifikasyon, anatomik düzensizlik, ya da internal veya eksternal rezorpsiyon sahip olmamalı
- Dental operasyon mikroskobu (Möller-Wedel Denta 300, Wedel, Almanya) ile x8'lik büyütme altında inceleme sonucu herhangi bir kırık ya da çatlak olmamalı
- Schneider metoduna göre 10 dereceden fazla bir kök eğimine sahip olmamalı

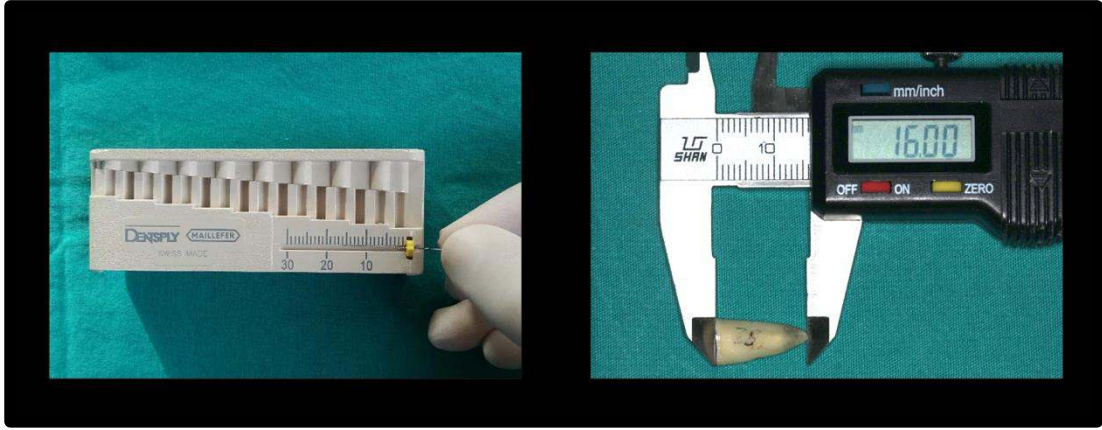
Seçilen dişler deney aşamasına kadar %0.01'lik Timol (Galenik Ecza ve Kimyevi Maddeler Deposu, Menderes, İzmir) çözeltisinde bekletildi. Çalışmanın deneysel aşamaları tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirildi.



Resim 1. Oval kanallı dişlerin Image J 1.8.0 programı ile belirlenmesi

3.2. Örneklerin Hazırlanması

Dişlerin standardizasyonunu sağlamak amacıyla, apikalden koronale diş boyu 16 mm (Resim 2) olacak şekilde kuronları 012 no'lu elmas fissur frez (Sunshine Diamonds, Langenhagen, Almanya) yardımıyla uzaklaştırıldı. #10 numaralı bir K tipi eğe (Antaeos, VDW GmbH, Münih, Almanya) apikalde görülene kadar kanalda ilerletildi ve çalışma boyu bu boydan 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi. Apikal çapı değerlendirmek amacıyla 15, 20 ve 25 nolu K-tipi eğeler apikalde görülene kadar ilerletildi ve apikal çapı 25 K-tipi eğeden fazla olan dişler çalışmadan çıkarıldı. Her diş bir numara verilerek asetat kalemi ile diş üzerine yazıldı (Resim 3). Dişlerin çalışma boyları irrigasyon ve retreatment işlemleri için not edildi.



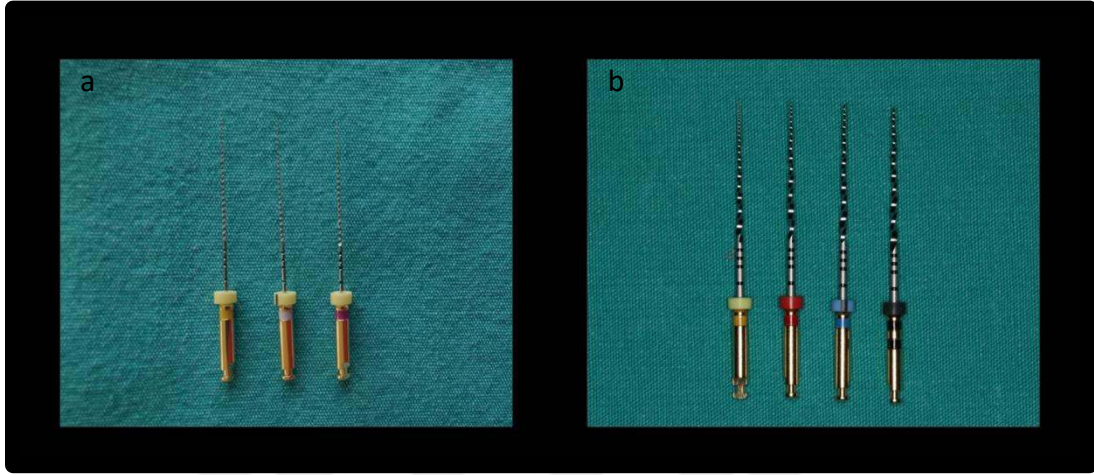
Resim 2. Örneklerin boylarının 16 mm olarak standardize edilmesi



Resim 3. Örneklerin numaralandırılması

Kök kanallarına rehber yol oluşturmak amacıyla PathFile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) eğeleri, şekillendirmek amacıyla da ProTaper Next X1, X2, X3 ve X4

(Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) eğeleri kullanıldı (Resim 4). Coltene CL2 (Coltene Endo, Whaledent Inc, Ohio, ABD) endomotora takılarak kullanılan Pathfile eğeleri için üretici firmanın önerdiği 300 rpm, 1.5N tork değeri ve Protaper Next eğeleri için 300 rpm, 2N tork değeri seçildi. Döner aletler beş kanalda kullanıldıktan sonra yenisiyle değiştirildi.



Resim 4. Çalışmamızda kullanılan eğeler (a) PathFile (b) Protaper Next eğeler



Resim 5. Çalışmamızda kullanılan Coltene CL2 endomotor

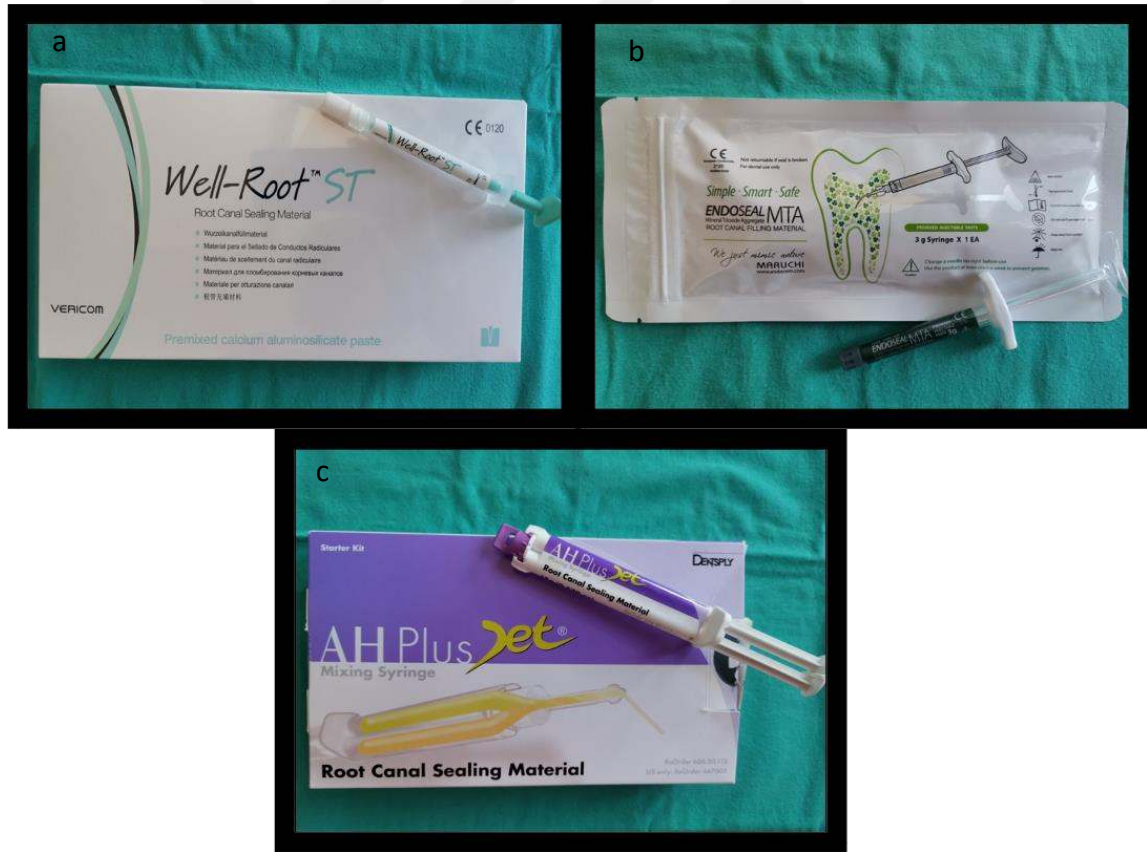
Kök kanal preparasyonu süresince her ege sonrası 2 mL %2.5'luk NaOCl (Çağlayan Kimya, Konya, Türkiye) solüsyonuyla irrigasyon yapıldı. Final irrigasyonda 1 dk boyunca 10 mL %17 etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) (Imicryl, Konya, Türkiye), 10 mL %2.5 NaOCl ve son olarak 5 mL distile su kullanıldı. Kanalların doldurulma işlemine geçmeden önce dişler paper point (Diadent Group International Inc. ChongJu City, Kore) ile kurutuldu. Dişler her grupta 12 tane olacak şekilde rastgele üç gruba ayrılan dişler farklı bir kanal patıyla dolduruldu (Resim 6) :

Grup-1. Well-Root ST (Vericom, Gangwon-Do, Güney Kore)

Grup-2. EndoSeal MTA (Maruchi, Wonju, Güney Kore)

Grup-3. AH Plus Jet (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Almanya)

Çalışmada kullanılan kök kanal patlarının içerikleri Tablo 1'de sunulmuştur.



Resim 6. Çalışmamızda kullanılan kök kanal patları (a) Well-Root ST (b) EndoSeal MTA (c) AH Plus Jet

Tablo 1. Çalışmamızda kullanılan kök kanal patlarının içerikleri

Kanal Patı	İçeriği	Üretici Firma
Well-Root ST	Kalsiyum silikat, zirkonyum oksit, doldurucular ve kalınlaştırıcı ajanlar	Vericom Gangwon-Do, Güney Kore
EndoSeal MTA	Kalsiyum silikat, kalsiyum alüminat, kalsiyum alüminaferrit, kalsiyum sülfat, radyopaklaştırıcılar ve kalınlaştırıcı ajanlar	Maruchi Wonju, Güney Kore
AH Plus Jet	Epoksi pat: Diepoxide kalsiyum tungstat, zirkonyum oksit, aerosil ve pigment Amin pat: 1-adamantane amine, N,N'-dibenzyl-5-oxa-nonandiamine-1,9, TCD-Diamine, kalsiyum tungstat, zirkonyum oksit, aerosil, silikon yağı	Dentsply Konstanz, Almanya

Kök kanalları kanal patı, final kanal çapına uygun güta perka kon (Protaper Next X4, Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland) ve yardımcı güta perka konlar ile soğuk lateral kondenzasyon yöntemi kullanılarak dolduruldu. Ana kon üretici firmanın önerilerine göre pata bulunarak belirlenen çalışma uzunluğunda kanala yerleştirildi ve 25 numaralı spreader ve yardımcı güta perka konları kullanılarak lateral kondenzasyon tamamlandı. Koronal 2 mm'deki dolgu maddesi sıcak bir el aleti yardımıyla uzaklaştırıldı. Doldurulan dişlerden bukkolingual ve mezyodistal yönlerden 2 radyografi alınarak dolumun kalitesi kontrol edildi ve giriş kaviteleri e-Temp (Diadent Group International Inc. ChongJu City, Kore) geçici dolgu maddesi ile kapatıldı. Kanal patının sertleşmesi için örnekler, 37°C ısı ve > %95 nemli ortama sahip bir etüv (Elektro-mag, İstanbul, Türkiye) içinde 2 hafta boyunca bekletildi.

3.3. Kök Kanal Dolgusunun Sökülmesi

Kök kanal dolgu maddelerini sökmek amacıyla ProTaper Universal Retreatment eğeleri (Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre) kullanıldı (Resim 7).



Resim 7. Çalışmamızda kullanılan ProTaper Universal Retreatment eğeleri

D1 (30.09, 16 mm) eğe koronal üçlüde, D2 (25.08, 18 mm) eğe orta üçlüde ve D3 (20.07, 22 mm) eğe apikal üçlüde çalışma boyuna ulaşınca kadar kullanıldı. Üretici firmanın önerileri doğrultusunda Coltene CL2 endomotora takılan D1 eğe 500 rpm devir ve 3 Ncm torkta, D2 ve D3 eğeler ise 400 rpm devir ve 3 Ncm torkta rotasyon hareketiyle kullanıldı. Tüm eğeler kök kanalı içinde hafif basınç uygulanarak ilerletildi, eğelerin bıçakları arasındaki gütta perka artıklar her 3 ileri geri hareketten sonra nemli spanç ile temizlendi. Kök kanal duvarındaki gütta perkayı uzaklaştırmak amacıyla eğeler fırçalama hareketiyle kullanıldı. Bu işleme tüm eğelerin bıçakları arasında kök kanal dolgusu görülme-yene kadar devam edildi. 10 numara K tipi eğe ile apikal patensi kontrol edildi. Son apikal preparasyon ProTaper Next X4 ve X5 eğeler ile yapıldı. Retreatment esnasında herhangi bir gütta perka çözücü solüsyon kullanılmadı. Her bir eğe en fazla üç dişte kullanıldı. Final irrigasyonda 1 dk boyunca 10 mL %17 EDTA, 10 mL %2.5 NaOCl ve son olarak 5 mL distile su ile yıkanan kanallar paper pointlerle kurulandı. Herbir örnekte kanal dolgusunun sökölme süresi bir dijital kronometre (XL-008, Anytime, Guangdong, Çin) ile kaydedildi. Çalışma boyuna ulaşana kadar geçen süre s1, alet değişimi, irrigasyon ve eğe

üzerindeki debrislerin temizlenmesinin de dahil edildiği enstrümantasyon boyunca geçen süre ise s2 olarak kaydedildi. s1 ve s2 sürelerinin toplamı total retreatment süresi (TRS) olarak kaydedildi.

3.4. Prosedürel Hatalar

Retreatment prosedürü boyunca meydana gelen alet kırığı, kökte çatlak oluşumu ve apikal blokaj gibi prosedürel hatalar kaydedildi. Bu dişler çalışmadan çıkarılarak yerlerine yeni örnekler hazırlandı. Her grupta n=12 olmak üzere toplam 36 örnek elde edildi.

3.5. Retreatment Sonrası Kanalda Kalan Artık Materyalin İncelenmesi

Örneklerin bukkal ve lingual yüzlerine anguldurvaya takılı bir ortodontik stripping diski yardımıyla (DynaFlex, Missouri, ABD) dikey yönde iki oluk açıldı (Resim 8). Bir siman spatülü açılan oluğa yerleştirilerek diş bukkolingual yönde iki eşit parçaya ayrıldı (Resim 9).



Resim 8. Örneklerin oluk açılması (a) Stripping diski (b) Dikey yönde oluk açılmış örnek

Her bir kök yarısının koronal, orta ve apikal 1/3'lük kısımları bir kalem ile işaretlendi (Resim 10).



Resim 9. Bukkolingual yönden ikiye ayrılan örnekler



Resim 10. Koronal, orta ve apikal 1/3'lük kısımları işaretlenen örnekler

3.6. Örneklerin Analizi

3.6.1. Örneklerin Stereo Mikroskop ile İncelenmesi

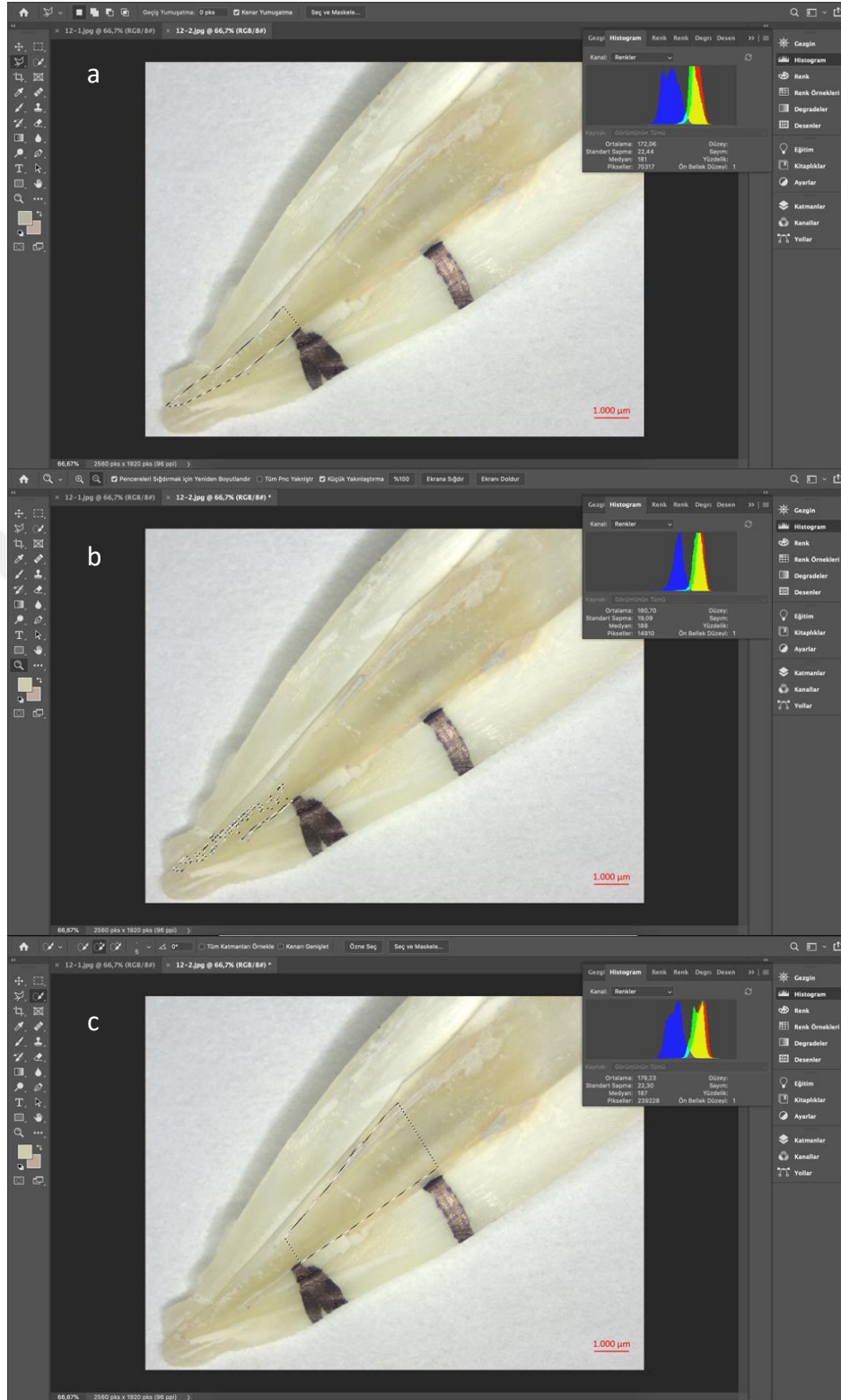
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında bulunan Zeiss Axiocam 105 color (Carl Zeiss Microscopy, Almanya) stereomikroskop kullanıldı. Tüm dişlerin ayrılan iki yarısı da stereo mikroskopta x8 büyütme altında incelendi. Dişlerin her bir yarısı stereomikroskoba yerleştirildikten sonra elde edilen görüntü ZEN 2 Lite Microscope and Imaging Software Blue Edition (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Jena, Almanya) programı ile bilgisayar ekranına aktarıldı (Resim 11).

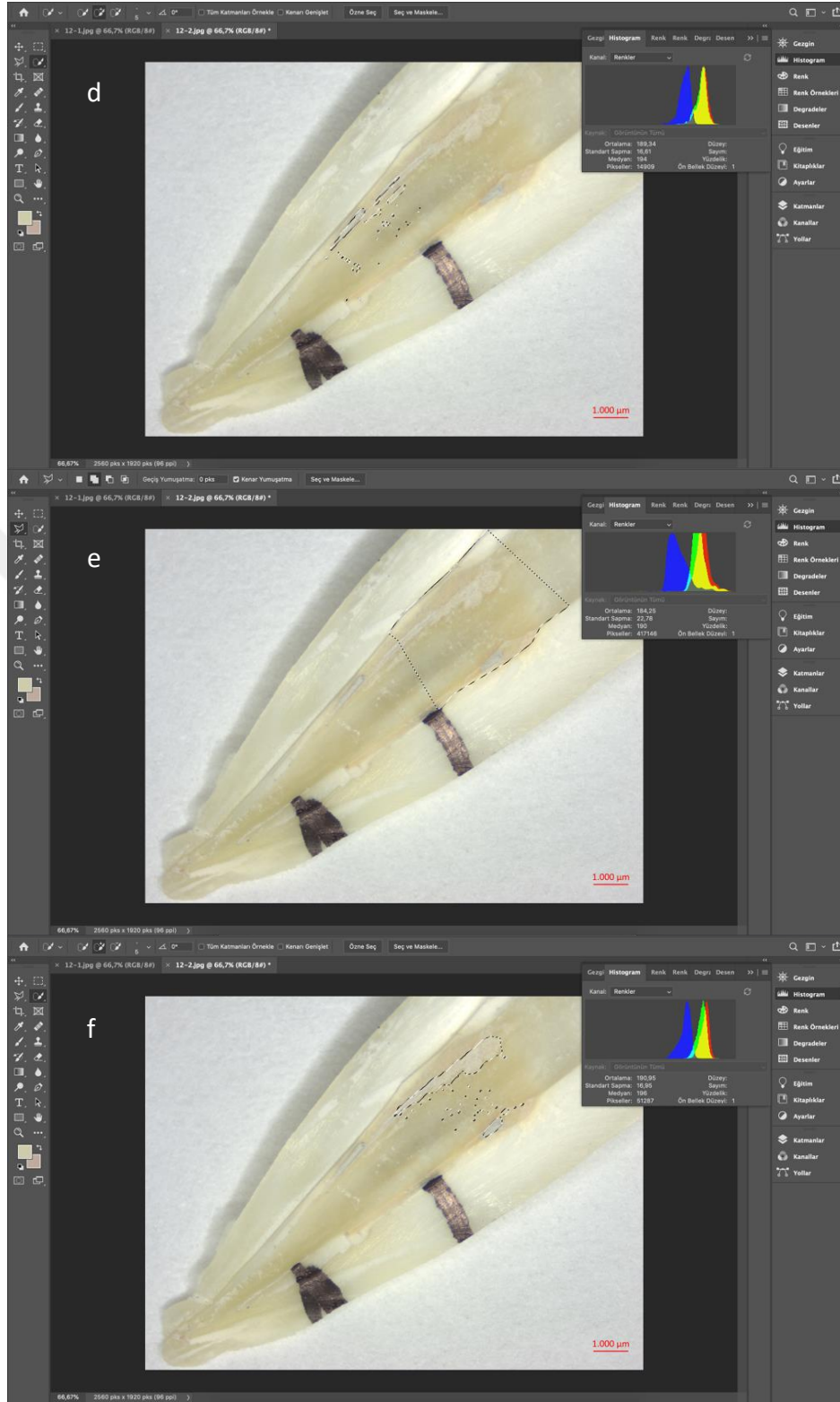


Resim 11. Örneklerden Zeiss Axiocam 105 color stereo mikroskobu ile x8 büyütme altında alınan görüntü

Kök kanal duvarında kalan güta perka ve pat miktarını incelemek için görüntüler Adobe Photoshop 2020 (Adobe Inc., Kaliforniya, ABD) programına aktarıldı. Çizgiyle koronal, orta ve apikal olarak ayrılan dişlerin kanal iç sınırları çizildi. Kanal içinde kalan dolgu maddesi artıklarının sınırları bilgisayar mouse yardımıyla çizilip seçilen bölgeler pixel^2 olarak hesaplandı (Resim 12). Kanal duvarındaki kalan dolgu maddesinin alanı apikal, orta, koronal ve toplam olarak kanal alanına oranlanmıştır (199):

$$\text{Artık kanal dolgu materyalinin \%’lik alanı} = \frac{\text{Geriye kalan dolgu materyalinin alanı}}{\text{Kanal alanı}} \times 100$$





Resim 12. Kalan dolgu maddesi artıklarının Adobe Photoshop 2020 ile incelenmesi. **(a)** Apikal üçlü sınırlarının çizilmesi. **(b)** Apikal üçlüdeki artık dolum materyallerinin çizilmesi. **(c)** Orta üçlü sınırlarının çizilmesi. **(d)** Orta üçlüdeki artık dolum materyallerinin çizilmesi. **(e)** Koronal üçlü sınırlarının çizilmesi. **(f)** Koronal üçlüdeki artık dolum materyallerinin çizilmesi.

3.6.2. Örneklerin TEM ile İncelenmesi

İkiye ayrılan dişlerin bir yarısı rasgele olarak seçildi. Seçilen örnekler tabla üzerine yerleştirildi (Resim 13) ve vakum altında SPI-MODULE Sputter Coater (Spi Supplies, West Chester, ABD) cihazı ile 70 sn boyunca altın-palladyum ile kaplandı (Resim 14).

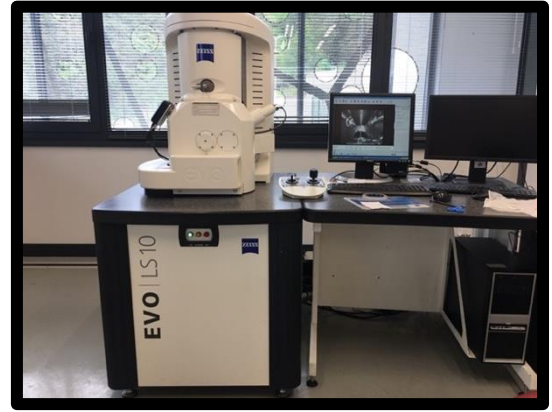


Resim 13. Örneklerin tabla üzerine yerleştirilip altın-palladyum kaplanması

Tüm örneklerin apikal, orta ve koronal uçlularından 5 kV ve 100 pA’de çalıştırılan TEM (ZEISS EVO LS 10, Oberkochen, Almanya) ile x100 ve x1000 büyütme altında görüntüleri alındı ve bilgisayara aktarıldı (Resim 15). Her örneğin apikal, orta ve koronal bölümünden ikişer tane olmak üzere toplamda 6 görüntü alındı.



Resim 14. Altın-palladyum kaplama cihazı



Resim 15. TEM sistemi

Elde edilen TEM görüntüleri, grupları bilmeyen iki farklı araştırmacı tarafından Hülsman ve ark.'nın tanıttığı skorlama yöntemine (215) göre skorlandı.

Debris miktarı x100 büyütmedeki görüntüler kullanılarak skorlandı:

Skor 1: Temiz kök kanal duvarı, sadece birkaç küçük debris artığı

Skor 2: Birkaç küçük yığın

Skor 3: Kök kanal duvarının %50'sinden az bir kısmının debrisle kaplı olması

Skor 4: Kök kanal duvarının %50'sinden fazlasının debrisle kaplı olması

Skor 5: Kök kanal duvarının neredeyse tamamının debrisle kaplı olması

Smear tabakası miktarı x1000 büyütmedeki görüntüler kullanılarak skorlandı:

Skor 1: Smear tabakası yok, dentin tübülleri açık

Skor 2: Smear tabakası az, dentin tübüllerinin bazısı açık

Skor 3: Kök kanal duvarını homojen olarak kaplayan smear tabakası, sadece birkaç tübül açık

Skor 4: Kök kanal duvarının tamamını homojen olarak kaplayan smear tabakası, açık dentin tübülü yok

Skor 5: Kök kanal duvarının tamamını kaplayan ağır ve homojen olmayan smear tabakası

3.7. İstatiksel analiz

Her gruba ait kök kanal dolgusunu yenileme sırasında geçen sürenin ve kök kanal duvarında kalan pat ve gütta perka miktarına ait verilerin maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplandı. Tüm parametrelere ait verilerin normal dağılıma uyduğu SPSS for Windows 17.0 yardımıyla One Sample Kolmogorov Smirnov istatistik testi kullanılarak belirlendi. Bu gruplara ait ortalama değerler One-way ANOVA ve posthoc Bonferroni istatistik testleri kullanılarak karşılaştırıldı. İstatistiksel açıdan anlamlı bir farklılığın göstergesi olarak $p < 0.05$ değeri kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Kök Kanal Dolgusunun Sökümü Sırasında Geçen Süre

4.1.1. Çalışma Boyuna Ulaşma Süresi (s1)

Her bir örnek için çalışma boyunu yeniden elde edene kadar geçen süreler Tablo 2’de gösterilmiştir. One-way ANOVA ve posthoc Bonferroni istatistik test sonuçları ise Tablo 3 ve Şekil-1’de sunulmuştur. Çalışma boyuna yeniden ulaşma bakımından en uzun süre Well-Root ST kanal patı ile doldurulan kanallarda geçmiş olup EndoSeal MTA patıyla aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). EndoSeal MTA kök kanal patıyla doldurulan kanallarda çalışma boyuna ulaşma süresi en kısa olmasına rağmen AH Plus Jet patıyla istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

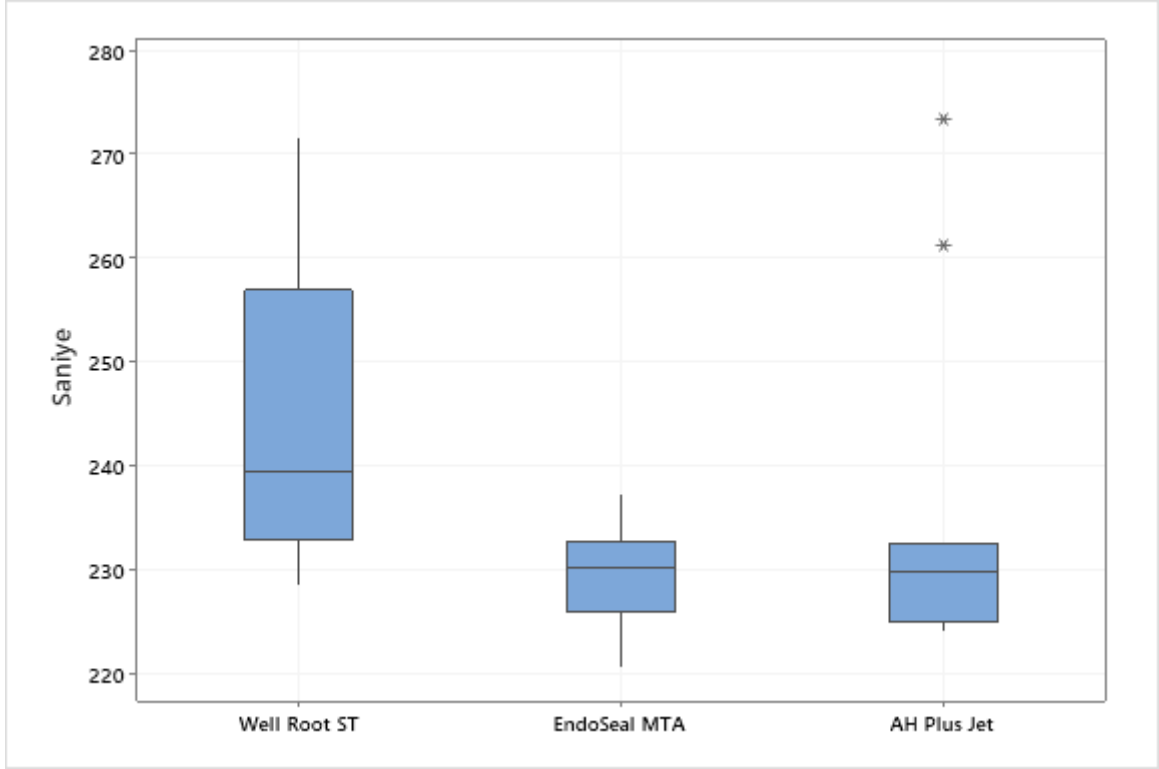
Tablo 2. Her bir örneğin çalışma boyuna yeniden ulaşmaya kadar geçen süre (sn)

Örnek No	Well-Root ST	EndoSeal MTA	AH Plus Jet
1	240,78	237,38	229,92
2	231,59	222,81	224,84
3	238,16	232,31	227,59
4	234,13	227,78	224,99
5	257,15	234,53	261,34
6	256,44	232,94	232,57
7	237,16	230,21	273,58
8	241,93	220,63	224,13
9	232,47	225,4	259,12
10	258,44	232,28	229,98
11	271,72	230,16	230,94
12	228,49	228,44	230,75

Tablo 3. Çalışma boyuna ulaşmaya kadar geçen sürenin ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (sn)

	n	Ortalama (sn)	Standart sapma	Ortanca	Minimum-Maksimum
Well-Root ST	12	244,0383 ^A	13,56815	239,47	228,49- 271,72
EndoSeal MTA	12	229,5725 ^B	4,86224	230,185	220,63- 237,38
AH Plus Jet	12	237,4792 ^{A,B}	16,94424	230,365	224,13- 273,58

*Farklı üst karakterler gruplar arasında $p<0.001$ seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



Şekil 1. Çalışma boyunca yeniden ulaşıncaya kadar geçen sürenin gruplara göre dağılım yayılım grafiği

4.1.2. Kanal Dolgu Sökümünün Toplam Süresi

Her bir örnek için kanal dolgu sökümünün aldığı toplam süreler Tablo 4’te gösterilmiştir. One-way ANOVA ve posthoc Bonferroni istatistik test sonuçları Tablo 5 ve Şekil-2’de verilmiştir. İstatistiksel analizlere göre Well-Root ST kanal patı diğer patlara göre daha uzun sürede sökülebilmiştir ve EndoSeal MTA kanal patı ile aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıyken ($p < 0.001$), AH Plus Jet ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0.05$). Kanal dolgusunun söküm süresi en kısa olan pat EndoSeal MTA ile AH Plus Jet arasında bir fark yoktur ($p > 0.05$).

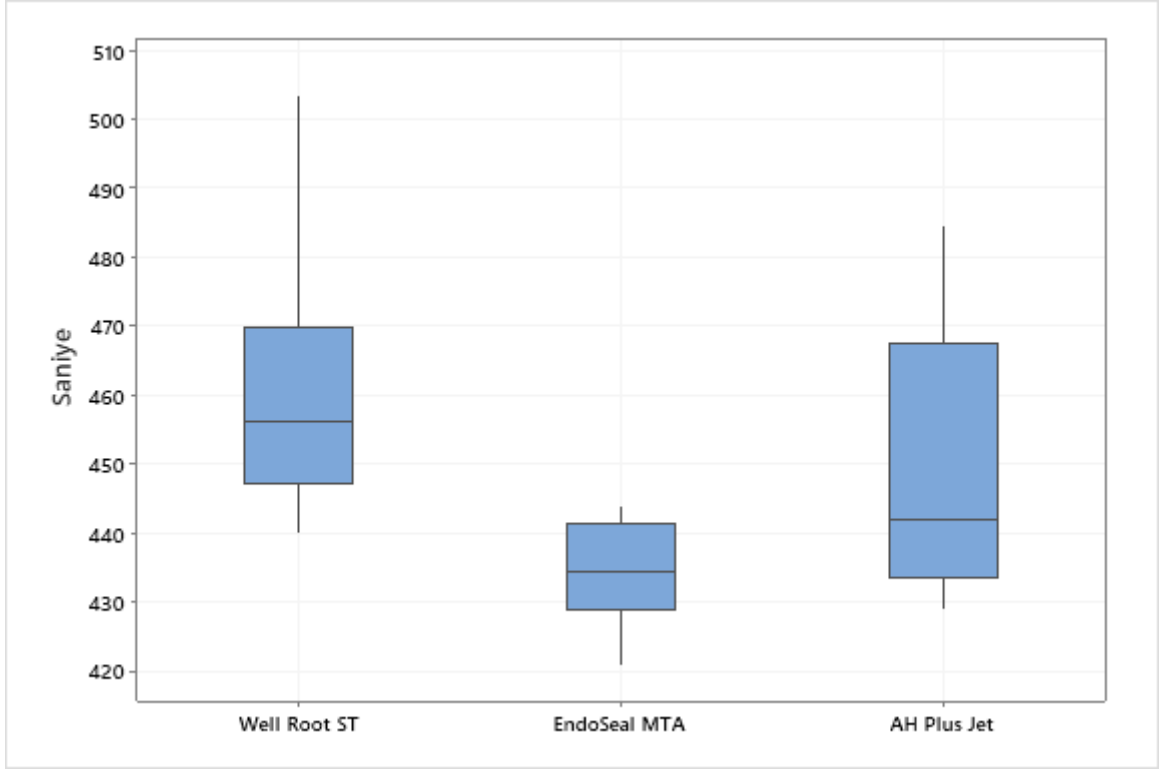
Tablo 4. Her bir örneğin kanal dolgu sökümünün toplam Süresi (sn)

Örnek No	Well-Root ST	EndoSeal MTA	AH Plus Jet
1	457,85	440,98	451,8
2	443,81	428,56	445,56
3	463,69	432,94	430,94
4	439,91	443,9	441,12
5	469,33	442,75	484,59
6	469,79	435,85	440,26
7	450,66	440,06	483,08
8	454,4	420,66	429
9	449,81	427,68	472,65
10	475,78	432,53	431,14
11	503,35	441,54	440,47
12	446,08	430,07	442,56

Tablo 5. Kanal dolgu materyalinin sökümünde geçen toplam sürenin ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (sn)

	n	Ortalama (sn)	Standart sapma	Ortanca	Minimum-Maksimum
Well-Root ST	12	460,3717 ^A	17,60585	456,125	439,91- 503,35
EndoSeal MTA	12	434,7933 ^B	7,25484	343,395	420,66- 443,9
AH Plus Jet	12	449,4308 ^{A,B}	19,77768	441,84	429- 484,59

*Farklı üst karakterler o gruplar arasında $p < 0.001$ seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



Şekil 2. Kanal dolgu materyalinin sökümünde geçen toplam sürenin dağılım yayılım grafiği

4.2. Kök Kanal Duvarında Kalan Gütü Perka ve Pat Miktarının Değerlendirilmesi

4.2.1. Stereomikroskop Analiz

4.2.1.1. Koronal, Orta ve Apikal Bölgelerde Kalan Artık Dolgu Materyali Miktarı

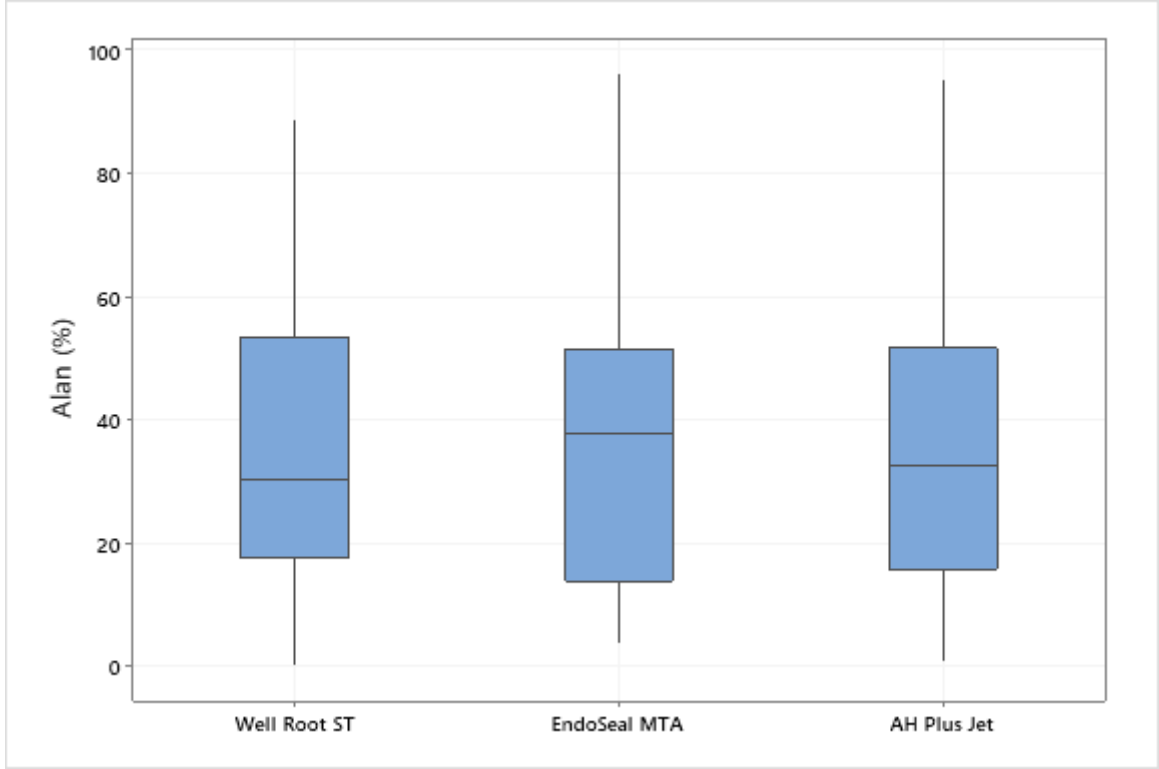
Her bir örneğin apikal üçlüsünde geriye kalan materyalin kanal alanına oranı Tablo 6'da, bu oranların ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri ise Tablo 7'de ve Şekil 3'te gösterilmiştir. Apikal üçlüde geriye kalan gütü perka ve pat miktarı bakımından karşılaştırıldığında Well-Root ST, EndoSeal MTA ve AH Plus Jet arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 6. Apikal üçlüde geriye kalan dolgu maddesi alanının kanal alanına oranı (%)

Örnek No	Well-Root ST	EndoSeal MTA	AH Plus Jet
1	0,15	3,58	0,69
2	3,84	5,52	6,13
3	4,61	6,53	6,44
4	4,97	7,86	6,73
5	12,26	9,57	12,17
6	17,07	11,43	14,41
7	19,27	21,2	19,69
8	19,61	22,09	21,75
9	22,52	26,39	22,5
10	24,46	27,6	23,66
11	29,63	35,04	31,73
12	29,95	36,74	32,7
13	30,83	38,57	32,74
14	33,5	39,72	33,75
15	37,84	41,58	35,78
16	42,93	41,9	36,45
17	47,73	43,42	38,03
18	50,47	48,45	47,12
19	54,42	52,42	53,09
20	57,54	53	72,44
21	58,81	56,66	74,93
22	63,3	58,78	78,08
23	70,96	79,83	81,37
24	88,72	96,1	95,19

Tablo 7. Apikal üçlüde kalan kanal dolgu miktarının ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (%)

	n	Ortalama (%)	Standart sapma	Ortanca (%)	Minimum-Maksimum
Well-Root ST	24	34,3913	23,37771	30,39	0,15- 88,72
EndoSeal MTA	24	35,9992	23,63994	37,655	3,58- 96,1
AH Plus Jet	24	36,5654	26,65432	32,72	0,69- 95,19



Şekil 3. Kanalların apikal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarının dağılım yayılım grafiği

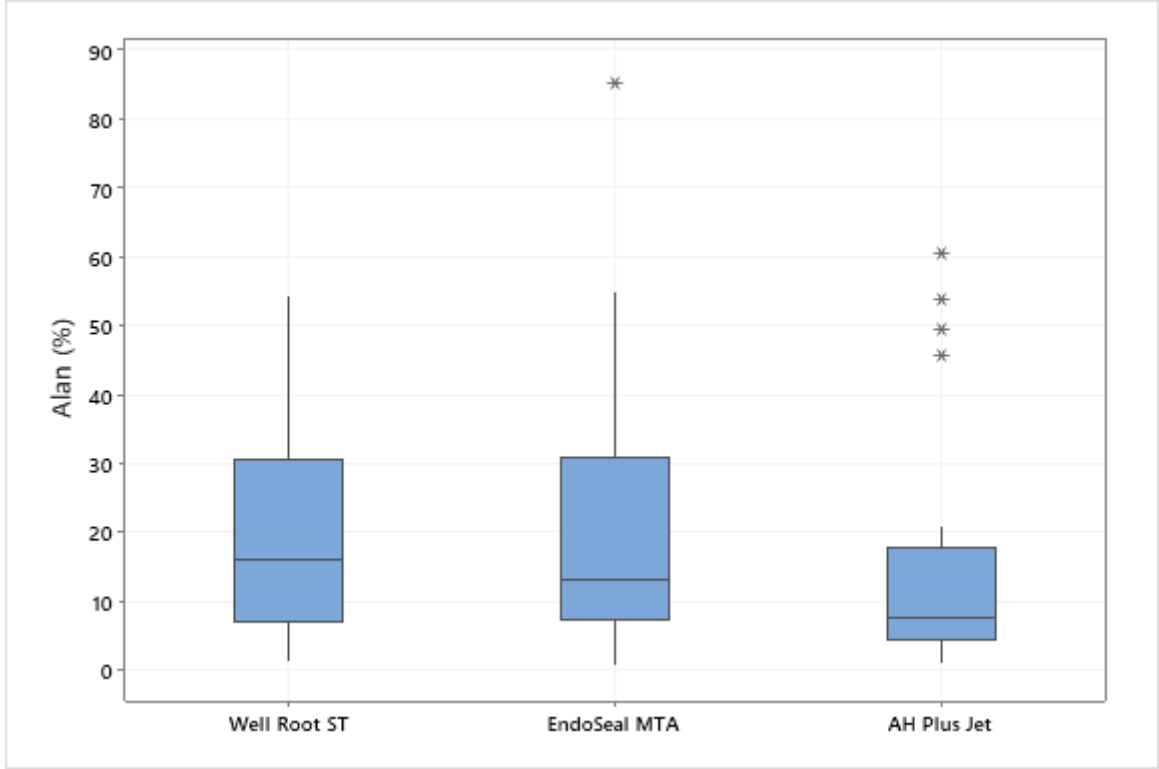
Her bir örneğin orta üçlüsünde geriye kalan materyalin kanal alanına oranı Tablo 8’de, bu oranların ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri ise Tablo 9 ve Şekil 4’te gösterilmiştir. Orta üçlüde geriye kalan gütä perka ve pat miktarı bakımından karşılaştırıldığında Well-Root ST, EndoSeal MTA ve AH Plus Jet arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 8. Orta üçlüde geriye kalan dolgu maddesi alanının kanal alanına oranı (%)

Örnek No	Well-Root ST	EndoSeal MTA	AH Plus Jet
1	1,37	0,67	0,88
2	2,16	0,71	1,28
3	4,2	4,36	2,13
4	4,49	6,23	2,16
5	5,75	6,86	2,43
6	6,71	7,14	4,28
7	8,24	7,71	4,56
8	9,27	8,03	5,79
9	10,99	9,5	5,86
10	11,62	10,44	6,18
11	14,01	10,66	6,63
12	15,3	12,83	7,7
13	16,75	13,68	7,73
14	16,94	14,92	7,85
15	18,16	20,99	10,4
16	20,3	26,44	11
17	26,1	27,6	11,95
18	27,24	30,83	16,21
19	31,53	30,93	18,38
20	35,01	36,9	20,89
21	35,74	38,06	45,76
22	42,87	47	49,43
23	50,76	54,96	53,9
24	54,46	85,43	60,62

Tablo 9. Orta üçlüde kalan kanal dolgu miktarının ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (%)

	Örnek Sayısı	Ortalama (%)	Standart sapma	Ortanca	Minimum-Maksimum
Well-Root ST	24	19,5821	15,27938	16,025	1,37- 54,46
EndoSeal MTA	24	21,3700	20,16708	12,83	0,67- 85,43
AH Plus Jet	24	15,1667	17,92846	7,715	0,88- 60,62



Şekil 4. Kanalların orta üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarının dağılım yayılım grafiği

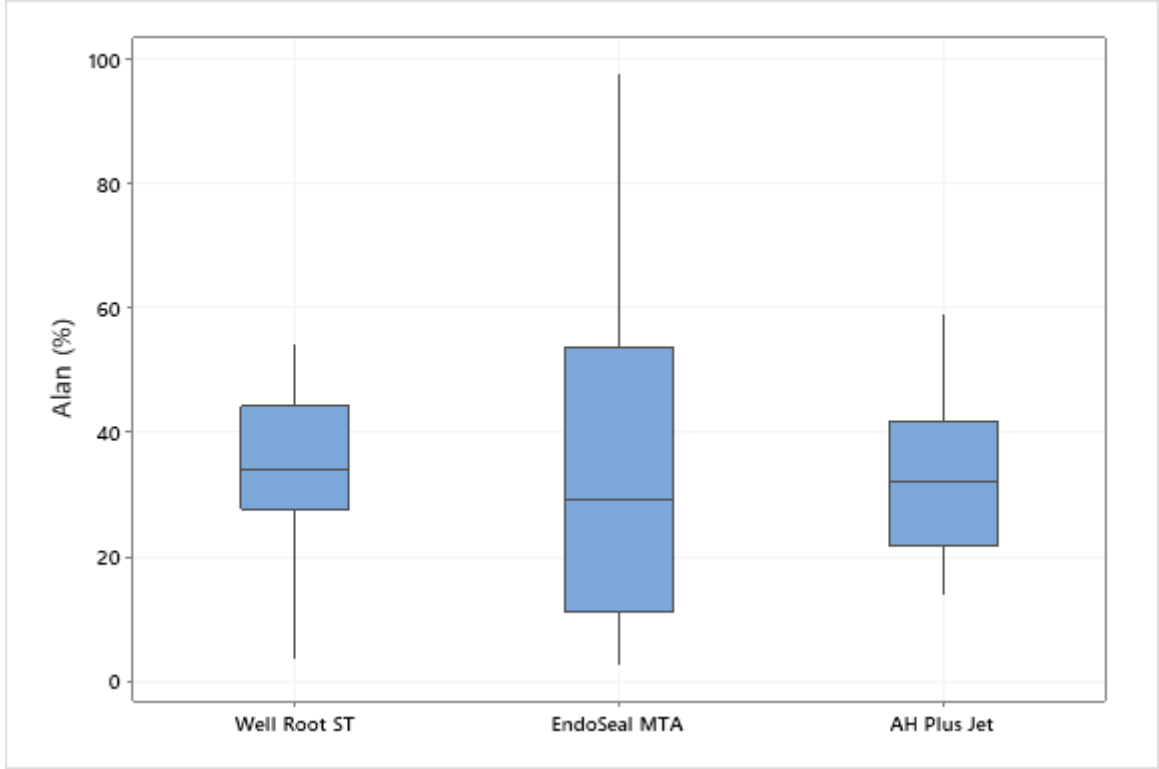
Her bir örneğin koronal üçlüsünde geriye kalan materyalin kanal alanına oranı Tablo 10'de, bu oranların ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri ise Tablo 11 ve Şekil 5'te gösterilmiştir. Koronal üçlüde geriye kalan gütta perka ve pat miktarı bakımından karşılaştırıldığında Well-Root ST, EndoSeal MTA ve AH Plus Jet arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 10. Koronal üçlüde geriye kalan dolgu maddesi alanının kanal alanına oranı (%)

Örnek No	Well-Root ST	EndoSeal MTA	AH Plus Jet
1	5,14	3,58	2,58
2	5,33	14,64	6,65
3	8,38	18,09	7,18
4	8,48	19,11	8,41
5	8,6	21,92	8,97
6	9,07	27,01	11,09
7	11,13	29,67	12,07
8	13,65	29,98	12,29
9	14,39	31,23	17,48
10	15,61	31,54	23,14
11	18,94	31,78	24,9
12	19,15	33,72	27,3
13	20,52	34,46	30,86
14	21,43	34,74	33,7
15	26,5	38,09	34,55
16	29,93	39,31	36,12
17	32,71	42,45	36,64
18	34,13	43,53	50,06
19	45,16	44,52	54,78
20	45,87	45,9	56,69
21	46,61	46,83	79,35
22	47,31	50,5	88,88
23	50,26	50,81	96,15
24	62,39	54,13	97,65

Tablo 11. Koronal üçlüde kalan kanal dolgu miktarının ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (%)

	Örnek Sayısı	Ortalama (%)	Standart sapma	Ortanca	Minimum-Maksimum
Well-Root ST	24	34,0642	12,52509	34,09	3,58- 54,13
EndoSeal MTA	24	35,7288	29,39129	29,08	2,58- 97,65
AH Plus Jet	24	31,6238	12,41437	32,03	13,95- 59,17



Şekil 5. Kanalların koronal üçlüsünde geriye kalan kök kanal dolgu miktarının dağılım yayılım grafiği

4.2.1.2. Kök Kanalının Tamamında Kalan Artık Materyal Miktarı

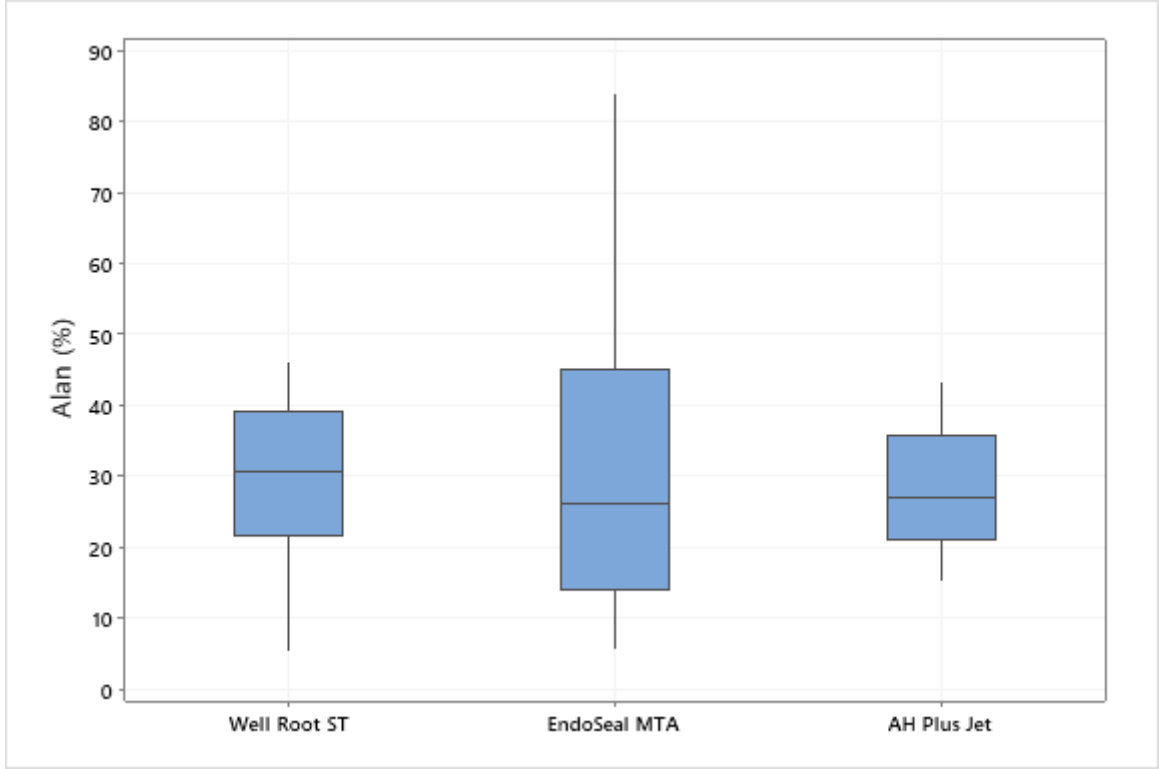
Her bir kanalın tamamı dikkate alındığında geriye kalan materyalin kanal alanına oranı Tablo 12’de, bu oranların ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri ise Tablo 13 ve Şekil 6’da gösterilmiştir. Kanalin tümünde geriye kalan gütta perka ve pat miktarı bakımından karşılaştırıldığında Well-Root ST, EndoSeal MTA ve AH Plus Jet arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 12. Kanalın tamamında kalan artık dolgu materyali alanının kanal alanına oranı (%)

Örnek No	Well-Root ST	EndoSeal MTA	AH Plus Jet
1	8,91	5,19	5,49
2	6,84	15,34	8,58
3	7,08	20,92	11,16
4	7,58	21,35	11,24
5	8,22	21,64	13,07
6	9,41	21,75	13,92
7	12,65	27,43	14,51
8	12,7	27,44	18,59
9	13,65	28,14	22,99
10	13,7	28,71	23,88
11	13,88	29,62	24,8
12	15,64	29,94	25,12
13	17,88	30,58	27,29
14	19,87	32,44	29,29
15	21,87	33,11	30,94
16	22,48	35,49	34,39
17	26,2	36,1	36,49
18	32,7	38,85	42,87
19	36,85	39,2	45,64
20	38,65	41,05	46,42
21	38,95	41,07	58,08
22	40,91	43,3	71,5
23	44,67	45,62	71,66
24	45,1	46,12	83,78

Tablo 13. Kanalın tamamında kalan artık kanal dolgu materyalinin ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (%)

	Örnek Sayısı	Ortalama (%)	Standart sapma	Ortanca	Minimum-Maksimum
Well-Root ST	24	30,85	9,99655	30,26	5,19-46,12
EndoSeal MTA	24	32,1542	21,46423	26,205	5,49-83,78
AH Plus Jet	24	28,5675	9,03042	26,92	15,15-43,32



Şekil 6. Kanalin tamamında geriye kalan kök kanal dolgu miktarının dağılım yayılım grafiği

4.2.1.3. Kullanılan Kanal Patından Bağımsız Olarak Artık Materyalin Koronal, Orta ve Apikal Üçlü Bölgelere Göre Dağılımı

Kullanılan kanal patından bağımsız olarak oval kanallı dişlerin her birinin koronal, orta ve apikalinde kalan pat ve gütta perka miktarı yüzde olarak Tablo 14’te gösterilmiştir. Ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri ise Tablo 15 ve Şekil 7’de verilmiştir. Orta üçlüde kalan pat ve gütta perka miktarı apikal ve koronal üçlü bölgelerden anlamlı derecede daha az ($p<0.001$) iken apikal ve koronal üçlü bölgelerdeki artık materyal miktarı birbirine benzerdir ($p>0.05$).

Tablo 14. Her bir örneğin koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde kalan pat ve güta perka miktarı (%)

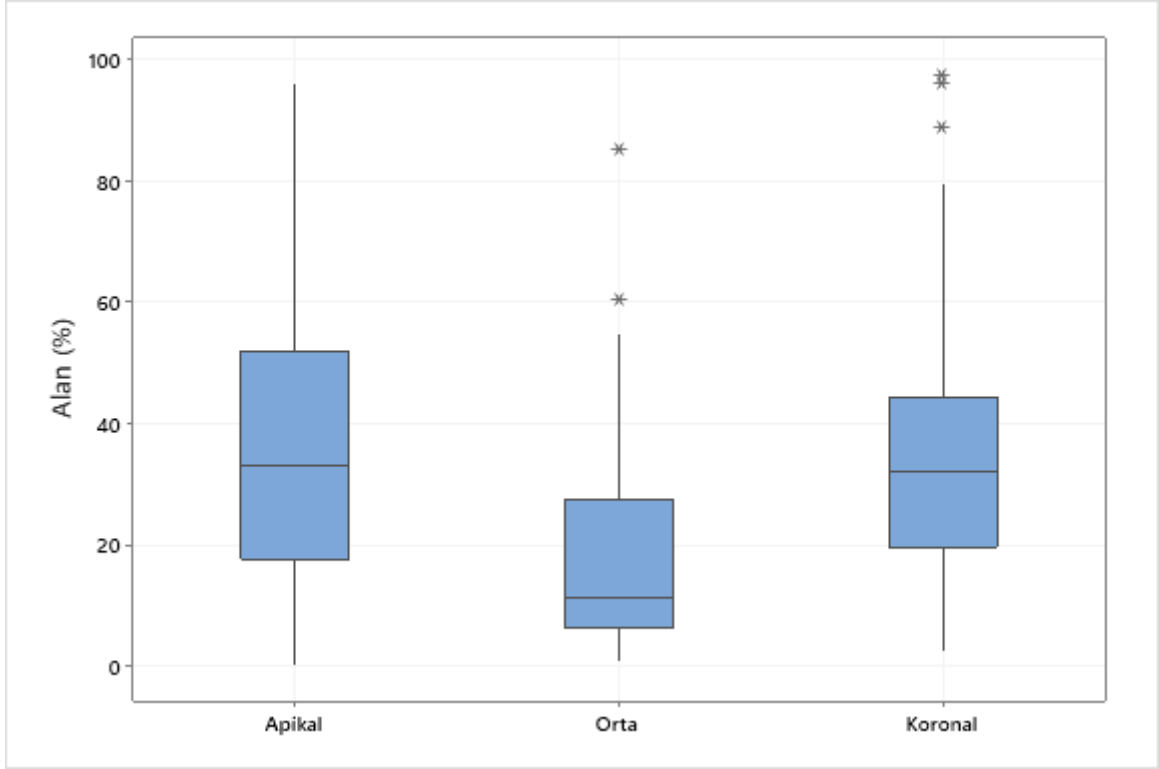
Örnek No	Apikal	Orta	Koronal
1	0,15	0,67	2,58
2	0,69	0,71	3,58
3	3,58	0,88	6,65
4	3,84	1,28	7,18
5	4,61	1,37	8,41
6	4,97	2,13	8,97
7	5,52	2,16	11,09
8	6,13	2,16	12,07
9	6,44	2,43	12,29
10	6,53	4,2	13,95
11	6,73	4,28	14,64
12	7,86	4,36	15,49
13	9,57	4,49	16,6
14	11,43	4,56	17,48
15	12,17	5,75	17,5
16	12,26	5,79	18,09
17	14,41	5,86	18,46
18	17,07	6,18	19,11
19	19,27	6,23	21,13
20	19,61	6,63	21,92
21	19,69	6,71	23,14
22	21,2	6,86	23,34
23	21,75	7,14	23,71
24	22,09	7,7	24,51
25	22,5	7,71	24,81
26	22,52	7,73	24,9
27	23,66	7,85	25,86
28	24,46	8,03	27,01
29	26,39	8,24	27,3
30	27,6	9,27	29,67
31	29,63	9,5	29,98
32	29,95	10,4	30,86
33	30,83	10,44	31,23
34	31,73	10,66	31,54
35	32,7	10,99	31,66
36	32,74	11	31,78
37	33,5	11,62	32,4
38	33,75	11,95	33,37
39	35,04	12,83	33,7
40	35,78	13,68	33,72
41	36,45	14,01	34,46
42	36,74	14,92	34,55

43	37,84	15,3	34,64
44	38,03	16,21	34,74
45	38,57	16,75	34,92
46	39,72	16,94	36,12
47	41,58	18,16	36,19
48	41,9	18,38	36,64
49	42,93	20,3	37,34
50	43,42	20,89	38,09
51	47,12	20,99	39,31
52	47,73	26,1	42,45
53	48,45	26,44	43,28
54	50,47	27,24	43,53
55	52,42	27,6	44,52
56	53	30,83	45,9
57	53,09	30,93	46,83
58	54,42	31,53	47,18
59	56,66	35,01	47,33
60	57,54	35,74	47,43
61	58,78	36,9	48,7
62	58,81	38,06	50,06
63	63,3	42,87	50,5
64	70,96	45,76	50,81
65	72,44	47	54,13
66	74,93	49,43	54,78
67	78,08	50,76	56,69
68	79,83	53,9	59,17
69	81,37	54,46	79,35
70	88,72	54,96	88,88
71	95,19	60,62	96,15
72	96,1	85,43	97,65

Tablo 15. Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde kalan pat ve gütta perka miktarının ortalama, standart sapma, ortanca ve minimum-maksimum değerleri (%)

	Örnek Sayısı	Ortalama (%)	Standart sapma	Ortanca	Minimum-Maksimum
Koronal	72	35,6519 ^A	24,27102	20,12	2,58-97,65
Orta	72	18,7063 ^B	17,84369	7,705	0,67-85,43
Apikal	72	33,8056 ^A	19,58226	22,295	0,15-96,1

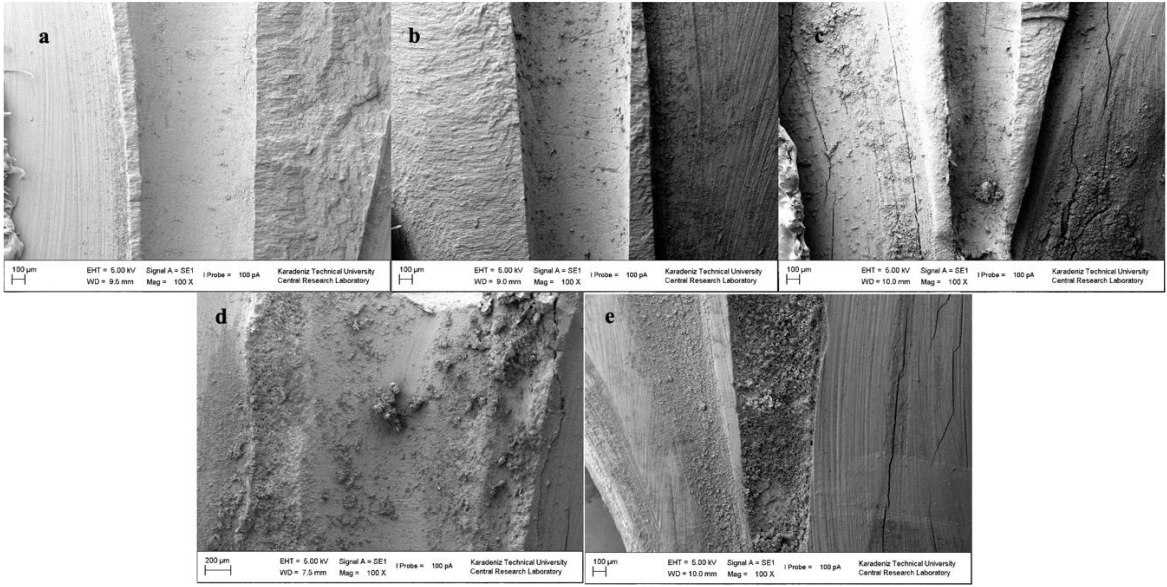
*Farklı üst karakterler o gruplar arasında $p < 0.001$ seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



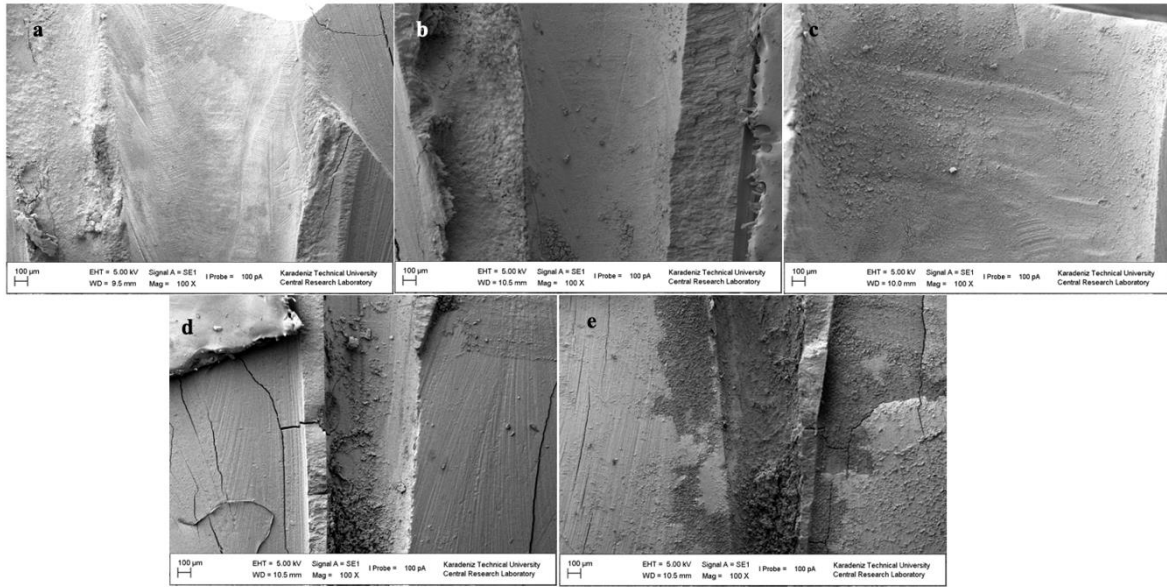
Şekil 7. Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerde kalan pat ve güta perka miktarının dağılım yayılım grafiği

4.2.2. TEM Analizi

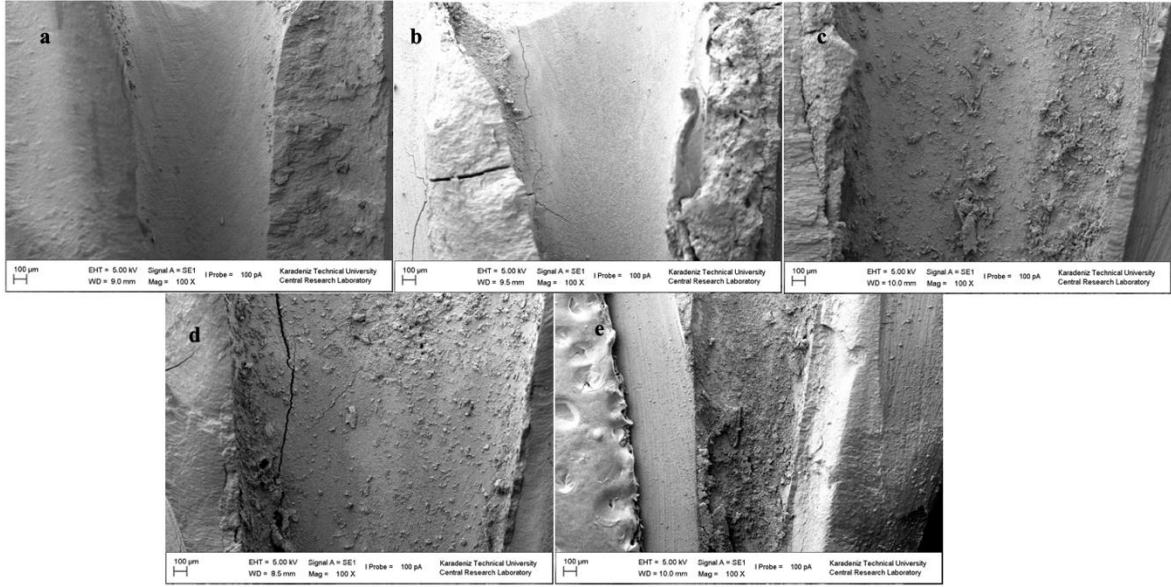
Kök kanal duvarının temizliğini değerlendirmek amacıyla TEM ile debris miktarı için x100 büyütme altında Well-Root ST (Resim 16), EndoSeal MTA (Resim 17), AH Plus Jet (Resim 18) grupları için ayrı ayrı verilmiştir. Smear tabakası miktarı için x1000 büyütmede alınan görüntüler Well-Root ST (Resim 19), EndoSeal MTA (Resim 20), AH Plus Jet (Resim 21) grupları için ayrı ayrı verilmiştir.



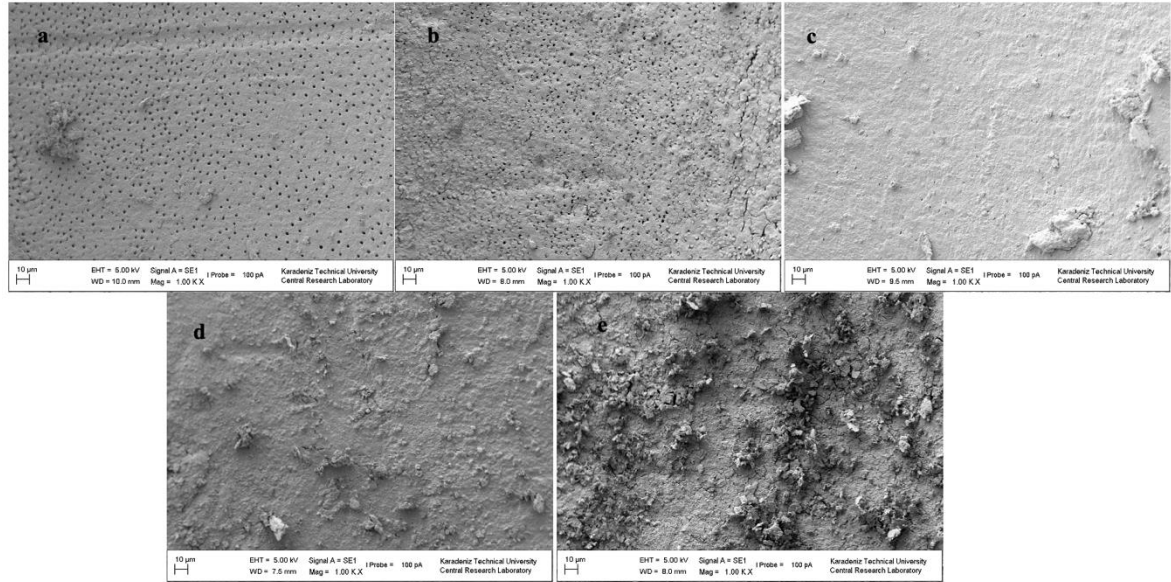
Resim 16. Well-Root ST patının TEM ile x100 büyütme altında alınan görüntüleri. (a) Temiz kök kanal duvarı, sadece birkaç küçük debris artığı (Skor 1). (b) Birkaç küçük yığın (Skor 2). (c) Kök kanal duvarının %50'sinden az bir kısmının debrisle kaplı olması (Skor 3). (d) Kök kanal duvarının %50'sinden fazlasının debrisle kaplı olması (Skor 4). (e) Kök kanal duvarının neredeyse tamamının debrisle kaplı olması (Skor 5).



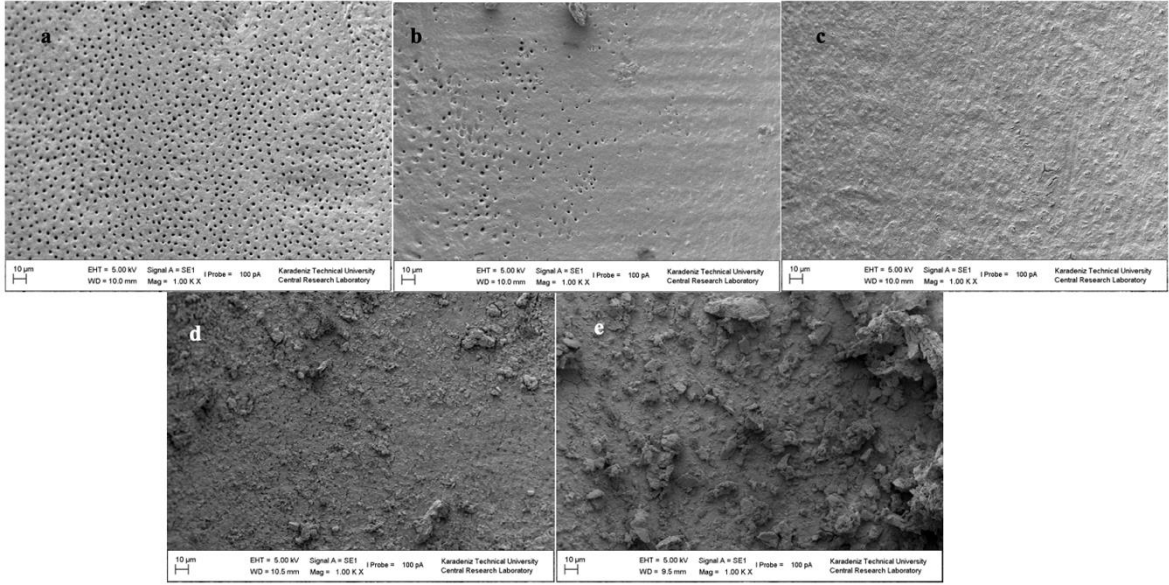
Resim 17. EndoSeal MTA patının TEM ile x100 büyütme altında alınan görüntüleri. (a) Temiz kök kanal duvarı, sadece birkaç küçük debris artığı (Skor 1). (b) Birkaç küçük yığın (Skor 2). (c) Kök kanal duvarının %50'sinden az bir kısmının debrisle kaplı olması (Skor 3). (d) Kök kanal duvarının %50'sinden fazlasının debrisle kaplı olması (Skor 4). (e) Kök kanal duvarının neredeyse tamamının debrisle kaplı olması (Skor 5).



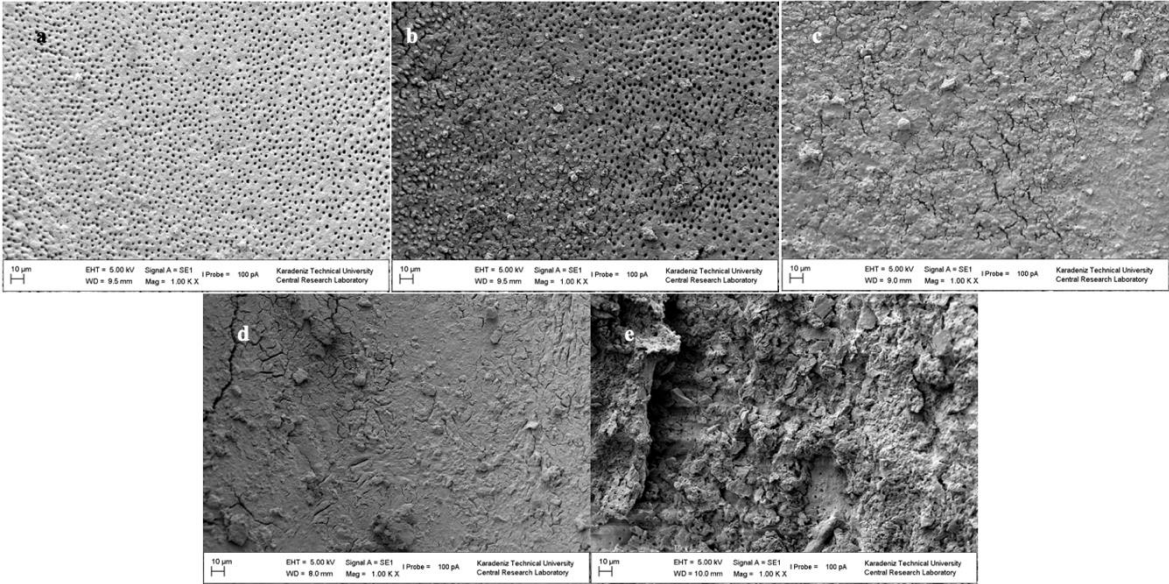
Resim 18. AH Plus Jet patının TEM ile x100 büyütme altında alınan görüntüleri. **(a)** Temiz kök kanal duvarı, sadece birkaç küçük debris artığı (Skor 1). **(b)** Birkaç küçük yığın (Skor 2). **(c)** Kök kanal duvarının %50'sinden az bir kısmının debrisyle kaplı olması (Skor 3). **(d)** Kök kanal duvarının %50'sinden fazlasının debrisyle kaplı olması (Skor 4). **(e)** Kök kanal duvarının neredeyse tamamının debrisyle kaplı olması (Skor 5).



Resim 19. Well-Root ST patının TEM ile x1000 büyütme altında alınan görüntüleri. **(a)** Smear tabakası yok, dentin tübülleri açık (Skor 1). **(b)** Smear tabakası az, dentin tübüllerinin bazıları açık (Skor 2). **(c)** Kök kanal duvarını homojen olarak kaplayan smear tabakası, sadece birkaç tübül açık (Skor 3). **(d)** Kök kanal duvarının tamamını homojen olarak kaplayan smear tabakası, açık dentin tübülü yok (Skor 4). **(e)** Kök kanal duvarının tamamını kaplayan ağır ve homojen olmayan smear tabakası (Skor 5).



Resim 20. EndoSeal MTA patının TEM ile x1000 büyütme altında alınan görüntüleri. **(a)** Smear tabakası yok, dentin tübülleri açık (Skor 1). **(b)** Smear tabakası az, dentin tübüllerinin bazıları açık (Skor 2). **(c)** Kök kanal duvarını homojen olarak kaplayan smear tabakası, sadece birkaç tübül açık (Skor 3). **(d)** Kök kanal duvarının tamamını homojen olarak kaplayan smear tabakası, açık dentin tübülü yok (Skor 4). **(e)** Kök kanal duvarının tamamını kaplayan ağır ve homojen olmayan smear tabakası (Skor 5).



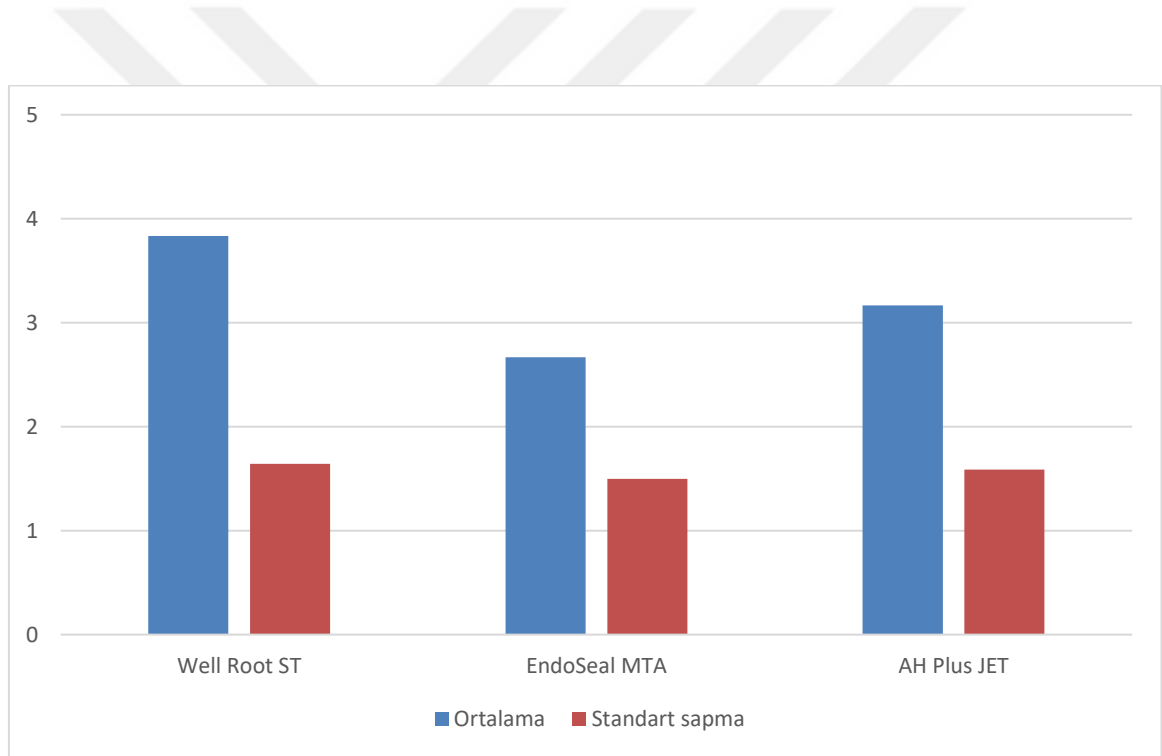
Resim 21. AH Plus Jet patının TEM ile x1000 büyütme altında alınan görüntüleri. **(a)** Smear tabakası yok, dentin tübülleri açık (Skor 1). **(b)** Smear tabakası az, dentin tübüllerinin bazıları açık (Skor 2). **(c)** Kök kanal duvarını homojen olarak kaplayan smear tabakası, sadece birkaç tübül açık (Skor 3). **(d)** Kök kanal duvarının tamamını homojen olarak kaplayan smear tabakası, açık dentin tübülü yok (Skor 4). **(e)** Kök kanal duvarının tamamını kaplayan ağır ve homojen olmayan smear tabakası (Skor 5).

4.2.2.1. Apikal Üçlüdeki Debris Miktarı

Apikal üçlü bölgesindeki debris miktarı bakımından Well-Root ST, EndoSeal MTA ve AH Plus Jet arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 16 ve Şekil 9).

Tablo 16. Apikal üçlü bölgesinde x100 büyütmedeki debris skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
Well-Root ST	12	3,8333	1,64225
EndoSeal MTA	12	2,6667	1,49747
AH Plus Jet	12	3,1667	1,58592



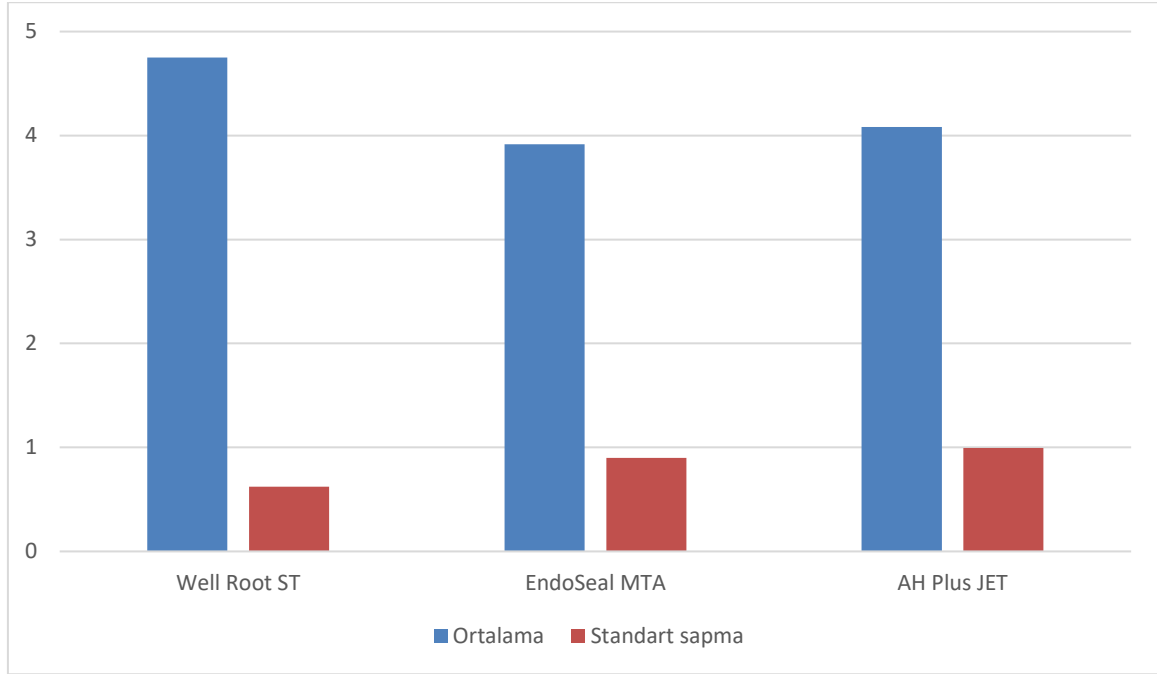
Şekil 8. Apikal üçlü bölgesindeki debris skorlama grafiği

4.2.2.2. Apikal Üçlüdeki Smear Tabakası Miktarı

Apikal üçlüde oluşan smear tabakası skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 17 ve Şekil 9’da sunulmuştur. Oluşan smear tabakası miktarı bakımından Well-Root ST, EndoSeal MTA ve AH Plus Jet arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 17. Apikal üçlü bölgesinde x1000 büyütmedeki smear tabakası skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
Well-Root ST	12	4,7500	,62158
EndoSeal MTA	12	3,9167	,90034
AH Plus Jet	12	4,0833	,99620



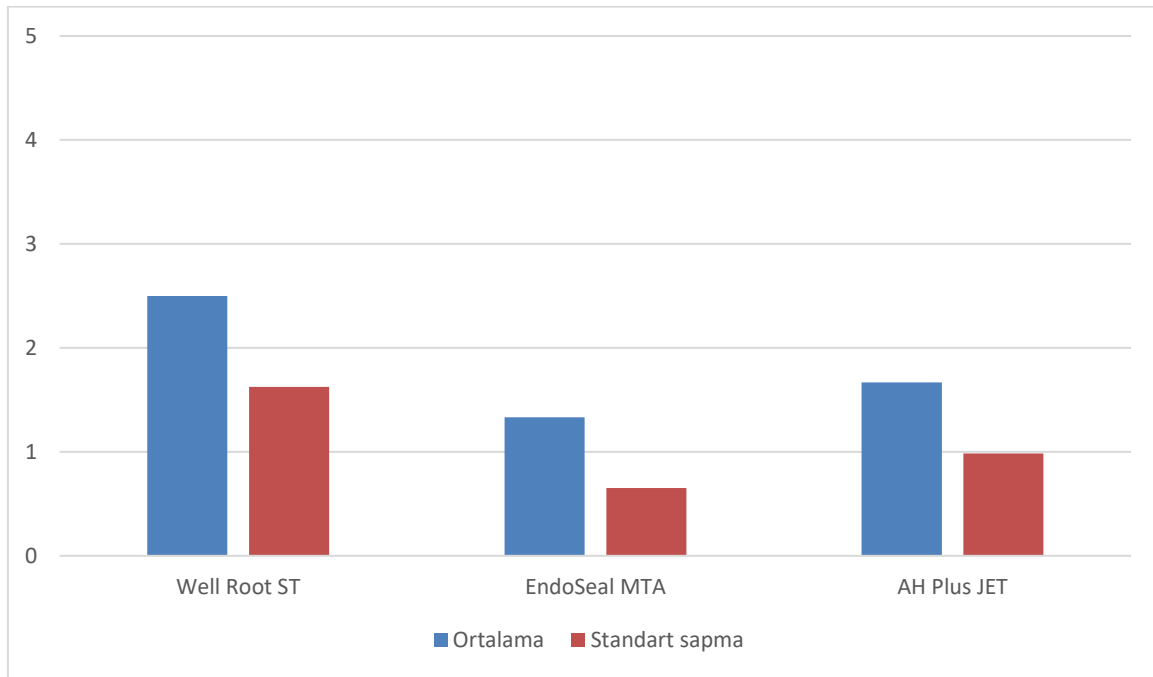
Şekil 9. Apikal üçlü bölgesindeki smear tabakası skora grafiği

4.2.2.3. Orta Üçlüdeki Debris Miktarı

Orta üçlü bölgesindeki debris miktarı bakımından Well-Root ST, EndoSeal MTA ve AH Plus Jet arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 18 ve Şekil 10).

Tablo 18. Orta üçlü bölgesinde x100 büyütmedeki debris skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
Well-Root ST	12	2,5000	1,62369
EndoSeal MTA	12	1,3333	,65134
AH Plus Jet	12	1,6667	,98473



Şekil 10. Orta üçlü bölgesindeki debris skrolama değlerleri

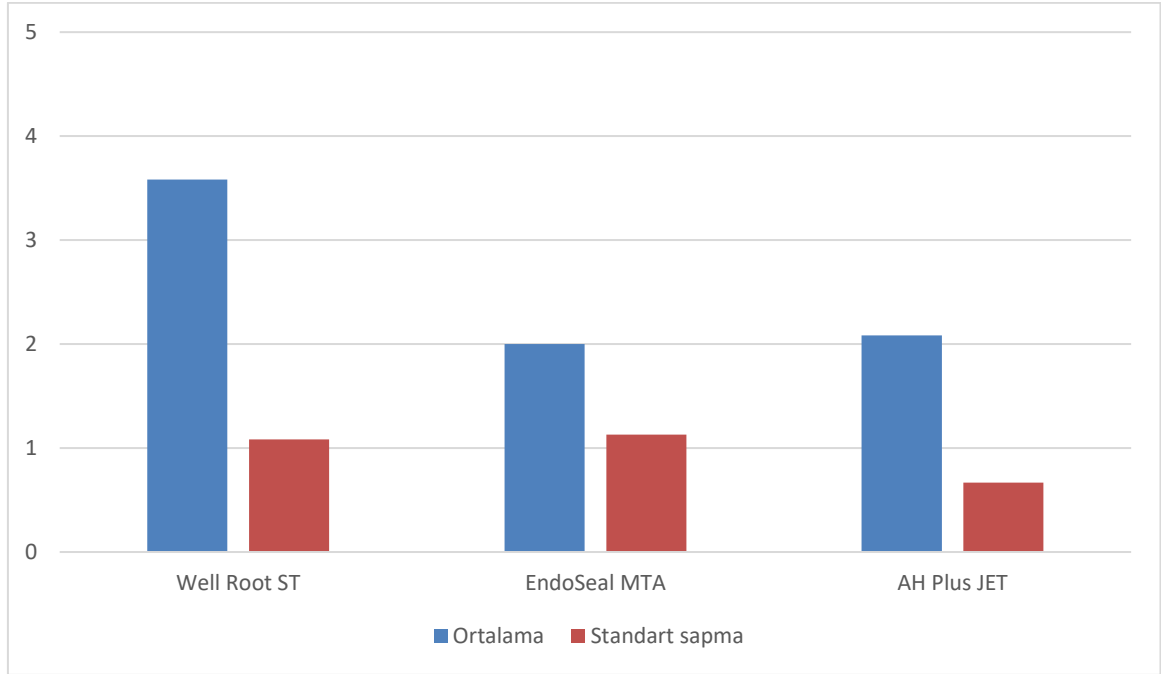
4.2.2.4. Orta Üçlüdeki Smear Tabakası Miktarı

Kanalın orta üçlüsünde oluşan smear tabakası skorları Tablo 19 ve Şekil 11’de gösterilmiştir. En yüksek skor Well-Root ST ile doldurulan kanallarda elde edilmiş olup EndoSeal MTA ve AH Plus Jet ile aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0.001$) EndoSeal MTA ve AH Plus Jet arasındaki fark ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 19. Orta üçlü bölgesinde x1000 büyütmedeki smear tabakası skorlarının ortalama ve standart sapma değlerleri

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
Well-Root ST	12	3,5833 ^A	1,08362
EndoSeal MTA	12	2,0000 ^B	1,12815
AH Plus Jet	12	2,0833 ^B	,66856

*Farklı üst karakterler o gruplar arasında $p < 0.001$ seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



Şekil 11. Orta üçlü bölgesindeki smear tabakası skorlama grafiği

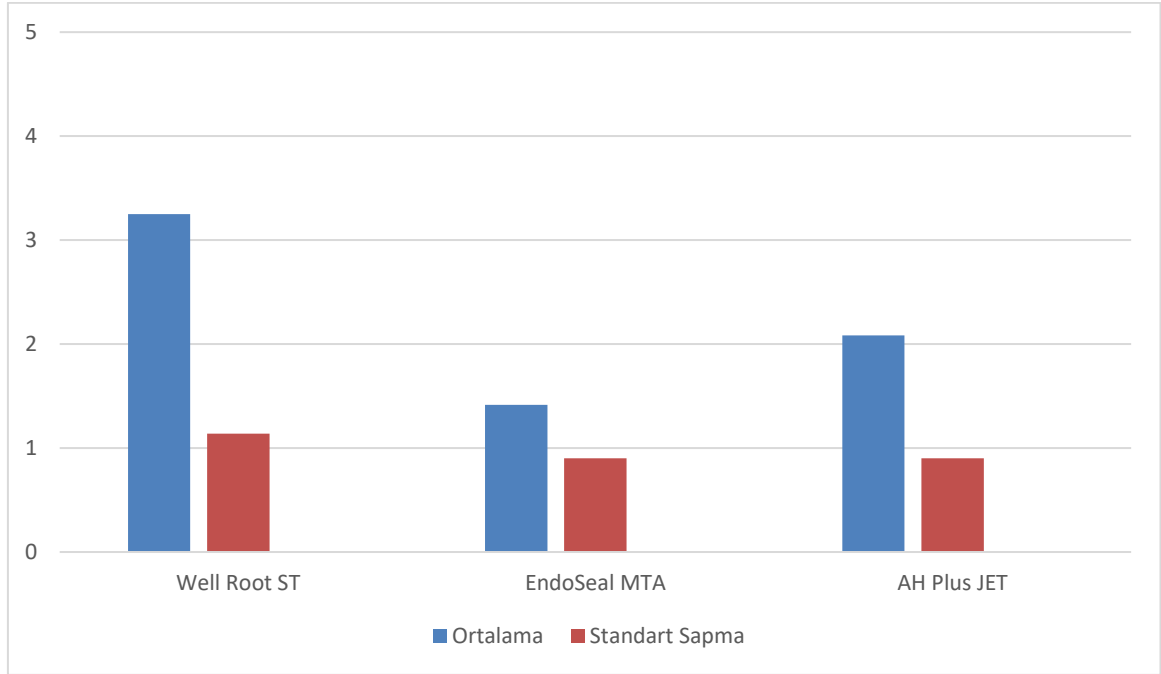
4.2.2.5. Koronal Üçlüdeki Debris Miktarı

Koronal üçlüde kalan debris miktarı bakımından EndoSeal MTA ve AH Plus Jet arasında önemli bir fark bulunmazken en fazla debris Well-Root ST ile doldurulan kanallarda tespit edilmiştir ve istatistiksel olarak anlamlıdır (Tablo 20 ve Şekil 12) ($p < 0.001$).

Tablo 20. Koronal üçlü bölgesinde x100 büyütmedeki debris skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
Well-Root ST	12	3,2500 ^A	1,13818
EndoSeal MTA	12	1,4167 ^B	,90034
AH Plus Jet	12	2,0833 ^B	,90034

*Farklı üst karakterler o gruplar arasında $p < 0.001$ seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



Şekil 12. Koronal üçlü bölgesindeki debris skorlama grafiği

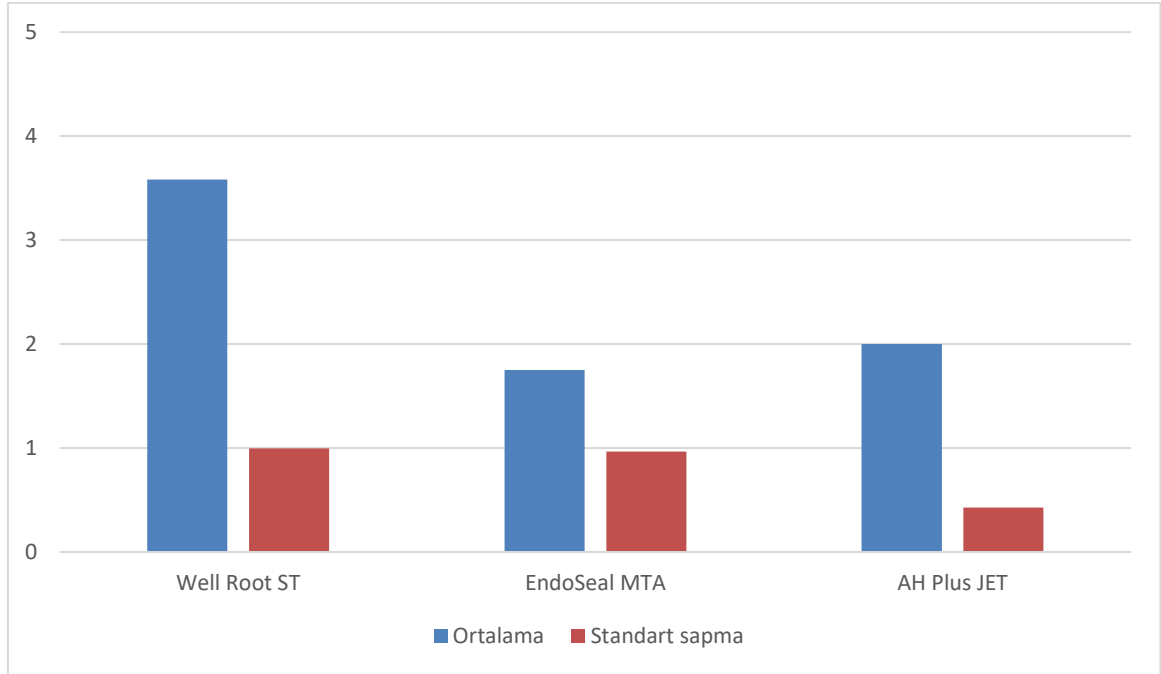
4.2.2.6. Koronal Üçlüdeki Smear Tabakası Miktarı

Kanalın koronal üçlüsünde oluşan smear tabakası skorları Tablo 21 ve Şekil 13’te gösterilmiştir. En yüksek skor Well-Root ST ile doldurulan kanallarda elde edilmiş olup EndoSeal MTA ve AH Plus Jet ile aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.001$) EndoSeal MTA ve AH Plus Jet arasındaki fark ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 21. Koronal üçlü bölgesinde x1000 büyütmedeki smear tabakası skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
Well-Root ST	12	3,5833 ^A	,99620
EndoSeal MTA	12	1,7500 ^B	,96531
AH Plus Jet	12	2,0000 ^B	,42640

*Farklı üst karakterler o gruplar arasında $p<0.001$ seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



Şekil 13. Koronal üçlü bölgesindeki smear tabakası skrolama grafiğı

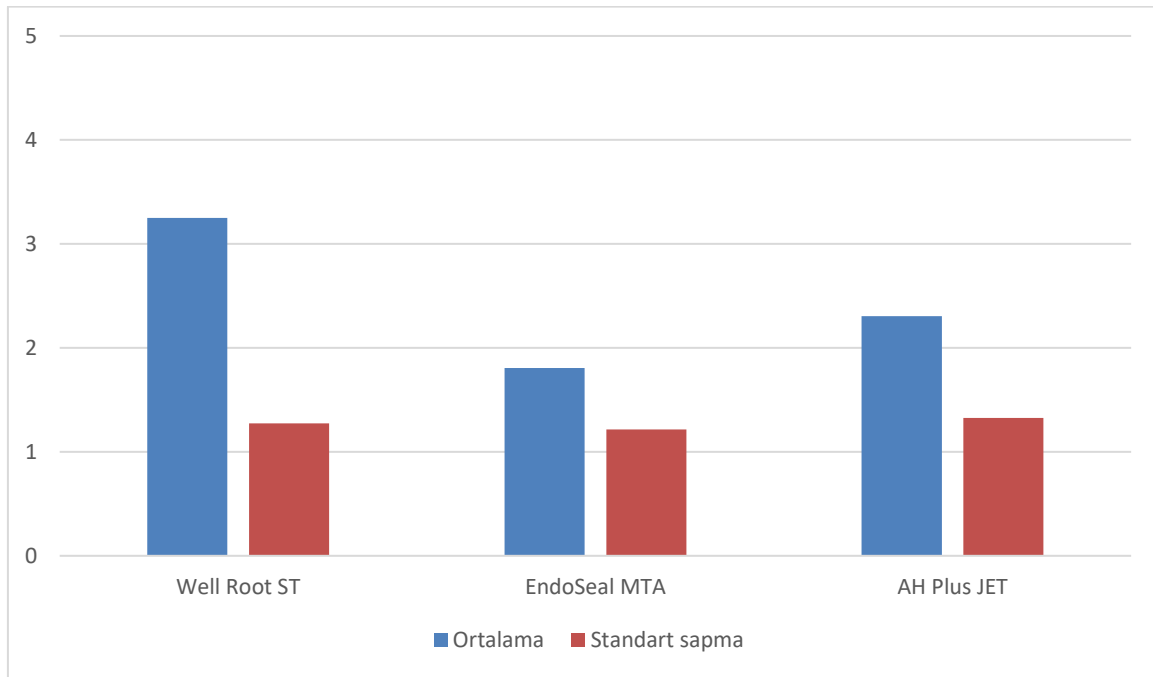
4.2.2.2. Kök Kanalının Tamamında Debris ve Smear Tabakası Miktarı

Kök kanalının tamamı dikkate alındığında, Tablo 22 ve Şekil 14’te kök kanalının tamamında kalan debrisin değerlendirilmesi için x100 büyütmede TEM altında alınan görüntülerin skrolama değerleri gösterilmiştir. Yapılan analizler doğrultusunda EndoSeal MTA ve AH Plus Jet arasında önemli bir fark bulunmazken en fazla debris Well-Root ST ile doldurulan kanallarda tespit edilmiştir ve istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.001$).

Tablo 22. Kök kanalının tamamında x100 büyütmedeki debris skrolarının ortalama ve standart sapma değerleri

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
Well-Root ST	36	3,2500 ^A	1,27335
EndoSeal MTA	36	1,8056 ^B	1,21466
AH Plus Jet	36	2,3056 ^B	1,32707

*Farklı üst karakterler o gruplar arasında $p<0.001$ seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



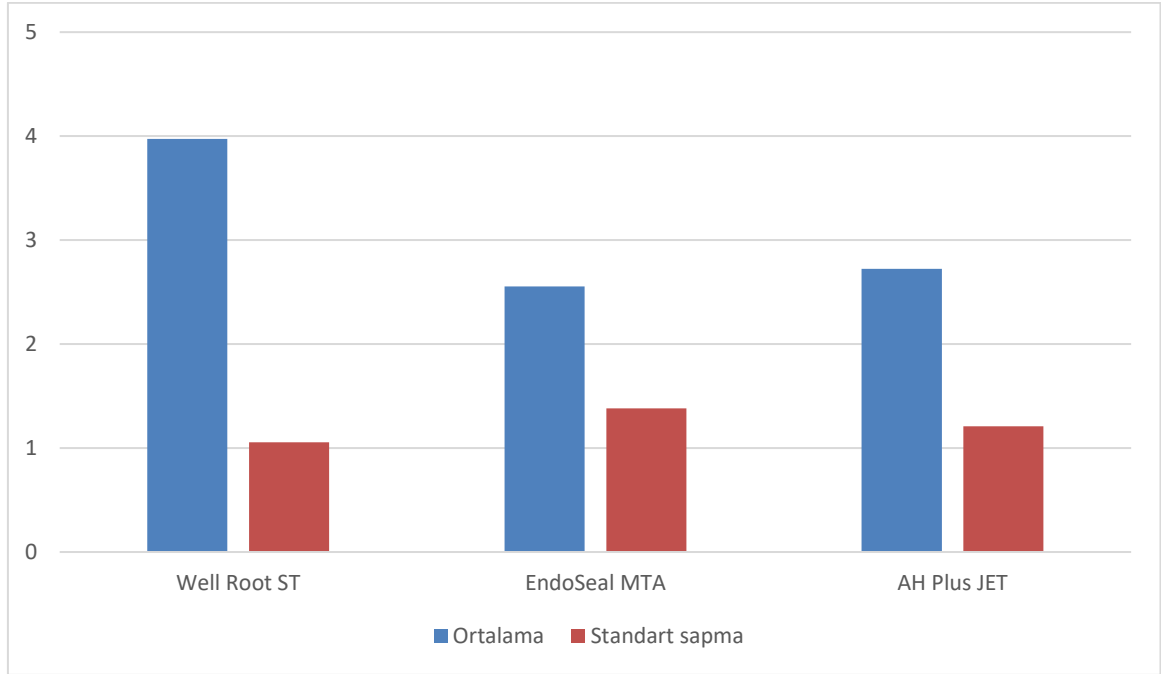
Şekil 14. Kök kanalının tamamının debris skora grafiği

Kök kanalının tamamı dikkate alındığında, Tablo 23 ve Şekil 15'te kök kanalının tamamında oluşan smear tabakası değerlendirilmesi için x1000 büyütmede TEM altında alınan görüntülerin skora değerleri gösterilmiştir. Yapılan analizler doğrultusunda EndoSeal MTA ve AH Plus Jet arasında önemli bir fark bulunmazken en fazla smear tabakası Well-Root ST ile doldurulan kanallarda tespit edilmiştir ve istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.001$)

Tablo 23. Kök kanalının tamamında x1000 büyütmedeki smear tabakası skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
Well-Root ST	36	3,9722 ^A	1,05522
EndoSeal MTA	36	2,5556 ^B	1,38243
AH Plus Jet	36	2,7222 ^B	1,20975

*Farklı üst karakterler o gruplar arasında $p < 0.001$ seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



Şekil 15. Kök kanalının tamamının smear tabakası skorlama grafiği

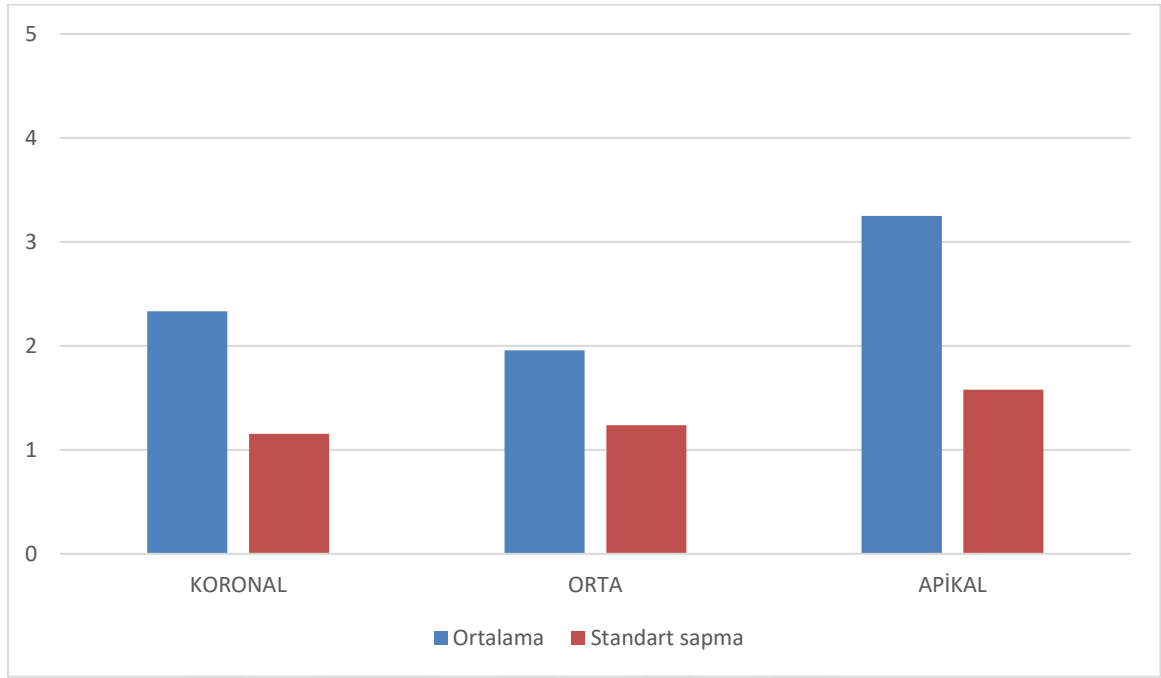
4.2.2.3. Kullanılan Kanal Patından Bağımsız Olarak Debris ve Smear Tabakası Miktarının Koronal, Orta ve Apikal Üçlü Bölgelere Göre Dağılımı

Kullanılan kanal patından bağımsız olarak oval kanallı dişlerin her birinin koronal, orta ve apikalinde kalan debris skorlamasının One-way ANOVA ve posthoc Bonferroni istatistik test sonuçları Tablo 24 ve Şekil 16’de verilmiştir. Apikal üçlüde kalan debris orta ve koronal üçlü bölgelerden anlamlı derecede daha fazla ($p < 0.001$) iken orta ve koronal üçlü bölgelerdeki debris skorları birbirine benzerdir ($p > 0.05$).

Tablo 24. Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerde x100 büyümede debris skorlarının değerleri

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
KORONAL	36	2,25 ^A	1,22766
ORTA	36	1,8333 ^A	1,23056
APİKAL	36	3,2222 ^B	1,60555

*Farklı üst karakterler o gruplar arasında $p < 0.001$ seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



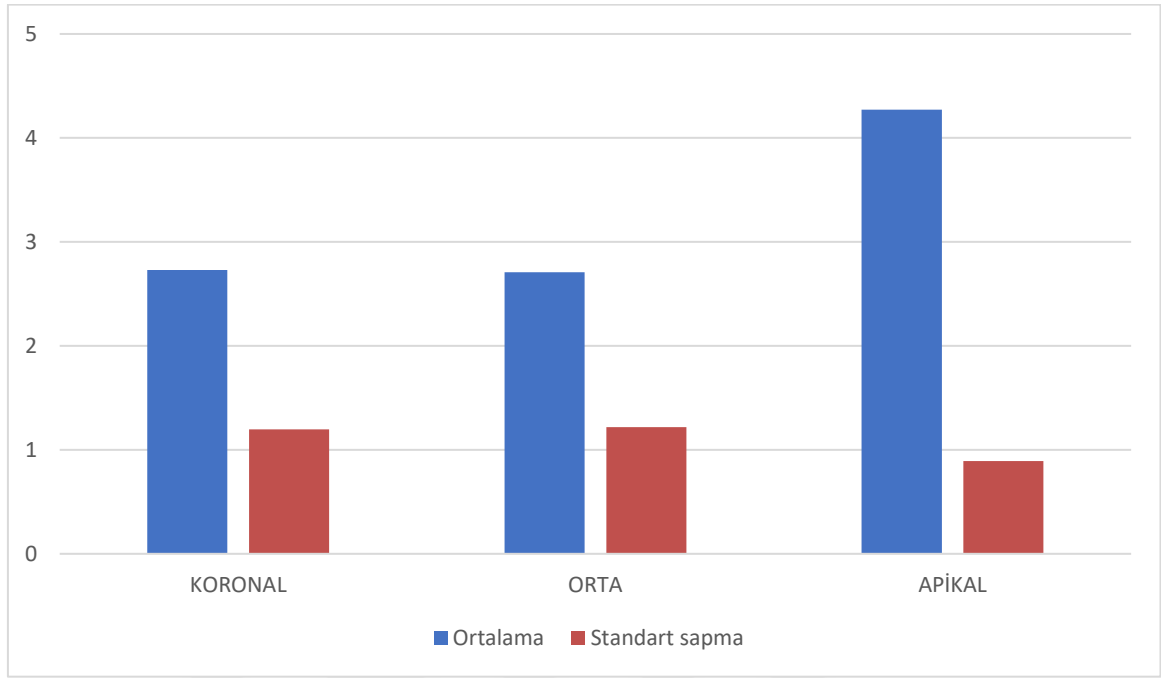
Şekil 16. Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerde kalan debris skorlama grafiği

Kullanılan kanal patından bağımsız olarak oval kanallı dişlerin her birinin koronal, orta ve apikalinde kalan smear tabakası miktarının skorlamasının One-way ANOVA ve posthoc Bonferroni istatistik test sonuçları Tablo 25 ve Şekil 17’de verilmiştir. Apikal üçlüde kalan smear tabakası miktarını orta ve koronal üçlü bölgelerden anlamlı derecede daha fazla ($p < 0.001$) iken orta ve koronal üçlü bölgelerdeki smear tabakası miktarının skorları birbirine benzerdir ($p > 0.05$).

Tablo 25. Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerde x1000 büyümede smear tabakası miktarının skorlarının değerleri

	Örnek Sayısı	Ortalama	Standart sapma
KORONAL	36	2,4444 ^A	1,15745
ORTA	36	2,5556 ^A	1,20581
APİKAL	36	4,25 ^B	,90633

*Farklı üst karakterler o gruplar arasında $p < 0.001$ seviyesinde istatistiksel olarak farklılık olduğunu göstermektedir.



Şekil 17. Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerde kalan smear tabakası miktarının skorelama grafiği

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Kök kanal tedavisi ile kök kanal sisteminden enfekte ve nekrotik doku artıklarının temizlenmesi, kök kanalının anatomik formuna uygun olarak şekillendirilmesi, dezenfeksiyonu ve kanalın üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurulması amaçlanmaktadır (1). Kök kanal tedavisi öngörülebilir yüksek başarı oranına sahip olmasına rağmen, yine de endodontik tedavi sonrası hastalık gelişebilir (211, 216). Mikrobiyal faktörler (intraradiküler ve ekstraradiküler), mikrobiyal olmayan faktörler ve kök kanal tedavisi sırasında meydana gelen prosedürel hatalar tedavi sonrası hastalığın meydana gelmesine neden olabilir (23, 29).

İnatçı periapikal hastalık ya da endodontik tedavi sonrası hastalık meydana gelen dişlerde ileri periodontal kayıp, vertikal kök kırığı ve restore edilememe gibi problemler bulunmuyorsa ve kök kanalına korondan erişim sağlanabiliyorsa, kök kanal tedavisinin yenilenmesi en uygun tedavi seçeneğidir (36, 68, 195). Kanal tedavisinin yenilenmesiyle kök kanal sisteminin yeniden dezenfeksiyonu amaçlanır. Apikal patensinin elde edilebilmesi için kök kanal dolgu materyalinin kanaldan tamamen sökülmesi gerekir ki böylece kök kanal sistemi yeterince temizlenebilir ve yeniden doldurulabilmesi için şekillendirilmesi kolaylaşır (76, 217, 218).

Bu çalışma, avantajları nedeniyle son yıllarda giderek kullanımı artan 2 farklı biyoseramik esaslı kök kanal patlının retreatment esnasında kök kanal duvarlarından uzaklaştırılabilme özelliğini epoksi rezin esaslı bir patla karşılaştırmalı olarak incelemek amacıyla yapılmıştır. Tedavi sonrası hastalık bulunan dişlerde, kök kanal dolgusunun kök kanalından tamamen uzaklaştırılabilmesi yenilenen kanal tedavisinin prognozunu önemli ölçüde etkileyeceğinden, bu çalışmanın sonuçlarının diş hekimlerinin kanal patı seçiminde yol gösterici olması umulmaktadır.

Kök kanal sisteminin horizontal boyutu, vertikal boyutundan (kök kanal uzunluğu ya da çalışma boyu) daha karmaşıktır. Bunun nedeni kanalın horizontal boyutunun vertikal boyutunun her seviyesinde değişken olmasıdır ve bu durum horizontal boyutun belirlenmesini zorlaştırmaktadır (219). Kök kanalının horizontal boyutunda maksimum uzunluğu, minimum uzunluğuna eşit ya da daha az ise yuvarlak, iki kata kadar fazla olanlar oval kanal, iki ile dört kat arası uzun olanlar uzun oval olarak tanımlanmıştır (219). Kök

kanal sisteminden dolgu materyalini tamamen uzaklaştırmak ortograt retreatmenttaki başlıca zorluklardan biridir. Oval şekilli kanallardan dolum materyalinin uzaklaştırılması ise ek bir zorluktur, çünkü oval uçlarda dokunulamayan alanlar kalmaktadır (220–222).

Rechenberg ve ark. kök kanal şeklinin kalan dolum materyaline etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla yuvarlak ve oval şekilli kanalları kök kanal dolgusu sökümü sonrası karşılaştırdıklarında oval kanallı dişlerde daha fazla dolgu materyali kaldığını rapor etmişlerdir (223). Rosa ve ark. maksiller molar dişlerin eğimli mezyal kanal, distal kanal ve palatinal kanallarında kök kanal dolgu sökümü sonrasında kalan materyali değerlendirmişlerdir. Oval olan palatinal kanallarda, eğimli olan mezyal kanallara göre yüzde olarak daha fazla dolum materyali kalmıştır (224). Biz de çalışmamızda oval kanallarda kök kanal dolgu materyalinin sökülmesi daha zor olduğu için oval kanallı mandibular premolar dişleri kullandık. Potansiyel değişkenleri standartlaştırmak amacıyla kök kanal eğimi Schneider yöntemine göre düz olan kanallar seçildi ve köklerin uzunluğu 16 mm olarak standardize edildi.

Protaper Next Ni-Ti eğe sistemi değişken taperlı ve dikdörtgen geometrik kesitli olarak M-Wire alaşımından tasarlanmıştır. Rotasyon hareketi sırasında kanal duvarlarına sadece iki kesici kenarının temas etmesini sağlayan yenilikçi bir tasarıma sahiptir. M-Wire teknolojisi sayesinde eğelerin esnekliği ve yorulma dayanımları artırılırken aynı zamanda kesme etkinliği de korunmuştur. Eğe sayısının az olması ve kesme etkinliğinin yüksek olması avantajı sayesinde şekillendirme süresi kısalmıştır (225–229).

Veloze ve ark. uzun oval kanallarda, Protaper Next ve XP-Endo Shaper (FKG Dental, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) eğe sistemlerinin şekillendirme yeteneğini micro-bt kullanarak değerlendirmişlerdir. İki eğe sistemi arasında dokunulmayan alan açısından anlamlı fark olmadığını bildirmişlerdir (226). Kyaw Moe ve ark. mandibular molarların oval kesitli distal kanallarında, Protaper Next, ProTaper Universal ve RevoS eğe sistemlerini karşılaştırdıklarında dokunulmayan alan açısından aralarında anlamlı fark bulunmadığını rapor etmişlerdir. Biz de çalışmamızda kanal preparasyonunda Protaper Next eğe sistemini kullandık.

Kök kanal dolgusunda kor materyali olarak güta perka uzun yıllardır kullanılmaktadır (18). Ancak sadece güta perka kullanımı ile hermetik sızdırmazlık elde edilemez. Bu nedenle adaptasyonun artırılması ve sızdırmazlığın sağlanması için güta perka

ile kanal patının birlikte kullanılması gerekmektedir (230, 231). AH Plus kanal patı klinik kullanımda en çok tercih edilen patlardan biridir. Sertleşme süresinin uzun olması, yayılma kapasitesi sayesinde mikro düzensizliklere penetrasyonunun iyi olması, çözünürlüğünün düşük olması, sertleşirken az miktarda genişmesi, sızdırmazlığının iyi olması ve kök dentine bağlanması gibi özellikleri nedeniyle AH Plus altın standart olarak kabul edilmektedir (110–112). Biz de çalışmamızda kontrol grubu olarak kullanılan örneklerin kök kanal dolusunda AH Plus Jet kök kanal patını kullandık.

Soğuk lateral kondenzasyon, tüm dünyada klinisyenlerin en çok kullandığı dolum tekniğidir. Bu dolum tekniği pek çok klinik durumda kullanılabilir ve dolum sırasında uzunluk kontrolü sağlar. Lateral kondenzasyonun dezavantajı uygulama süresinin uzun olmasıdır. Ayrıca ana kon ve yan konlar tabakalayıarak yerleştirilir ve birbirinden ayrı kalır. Bu nedenle monoblok yapı oluşturmak ve sızdırmazlığı sağlamak için kullanılan pat oldukça önemlidir (18, 223, 232). Peng ve ark. yaptıkları meta-analiz çalışmasında, soğuk lateral kondenzasyon ile sıcak güta perka dolum tekniklerinin uzun dönem sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Yapılan analizler doğrultusunda iki dolum tekniğinin başarı sonuçları açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (233).

Moellar ve ark. yaptıkları çalışmada oval kanallı dişleri soğuk lateral kondenzasyon ve hibrit teknik ile doldurmuşlar, kalan void oranını micro-bt ile değerlendirmişlerdir. İki dolum tekniği arasında meydana gelen void yüzdesi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (234). Bizde yaptığımız çalışmada uygulanmasının kolay olması ve klinisyenler arasında sık kullanılan bir teknik olması nedeniyle soğuk lateral kondenzasyon ile dolum yöntemini tercih ettik.

Güta perka ve kök kanal patının sökülmesi, kanal tedavisi sonrası hastalığın iyileşmesi için ön koşuldur. Bu amaçla kök kanal tedavisinin yenilenmesinde kök kanal dolgusunun sökülmesi için el aletleri (81, 138, 155, 156, 171, 173, 176, 235), ısı (68, 138, 154, 236, 237), ultrasonikler (15, 154, 182, 184, 191), çözücü solüsyonlar (158, 159, 172, 182, 191, 192, 196, 204, 206, 207, 238, 160–167) ve döner aletlerin (138, 168, 182, 184, 185, 187, 189–194, 169, 195–202, 204, 205, 171, 206–209, 211–213, 217, 218, 221, 172, 222–224, 232, 239, 174–176, 178, 179) kullanıldığı termal, kimyasal ya da mekanik yöntemler tek başına ya da kombine olarak kullanılabilir. (235)

Son yıllarda, güta perkanın sökülmesi için özel tasarıma sahip Ni-Ti döner aletler geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda Ni-Ti döner aletler ve el aletleri karşılaştırıldığında, kanal dolgu materyalinin sökümünde Ni-Ti döner aletlerin daha etkili olduğu bulunmuştur (156, 175, 217). Ek olarak Ni-Ti döner aletler, güta perkanın sökülmesinde daha hızlı olması, kırılmaya daha dirençli olması, operatöre bağlı komplikasyon riskini azaltması ve hasta ile operatörün yorgunluğunu azaltması nedenleriyle endodonti pratiğinde daha fazla tercih edilmektedir (211, 240).

Protaper Universal Retreatment eğesi kök kanal dolgu sökümünde sıklıkla kullanılmakta olup dolum materyalini temizlemedeki başarısı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (174, 176, 177, 179, 185, 189, 191, 193, 197, 198, 199, 201, 204, 207, 209, 211) . Bu eğeler konveks üçgensel kesite sahiptir ve rotasyon hareketiyle kullanılır. Kök kanal dolgu materyalinin sökümünü kolaylaştırmak amacıyla farklı boy, taper ve apikal çapta D1, D2 ve D3 olmak üzere üç eğe olarak tasarlanmıştır (241). Bu tasarım, kök kanal tedavisinin yenilenmesi sırasında sadece güta perkanın uzaklaştırılmasını değil, aynı zamanda yüzeysel dentin tabakasının da kesilmesini sağlamaktadır. Protaper Universal Retreatment kanal aletinin spesifik yiv tasarımı ve dönme hareketi ile güta perka, eğenin yivleri aracılığıyla kök kanal ağzına taşınır. Ayrıca sürtünme sonucu oluşan ısı ile güta perka plastisite olur. Plastisite olan güta perka daha az direnç göstereceği için kök kanalından sökülmesi de kolaylaşır (212, 242).

D1 kök kanal aletinin uzunluğu 16 mm, apikal çapı 0.30 mm ve taperı .09'dur (243). Bu eğe, güta perkaya olan penetrasyonu kolaylaştırmak için aktif uca sahiptir ve kök kanalının koronal üçlüsünde kullanılmak üzere üretilmiştir. D2 kök kanal aletinin uzunluğu 18 mm, apikal çap 0.25 mm, taperı .08'dir ve kök kanalının orta üçlüsünde kullanılır. D3 kök kanal aletinin uzunluğu 22 mm, apikal çapı 0.20 mm, taperı .07'dir ve kök kanalının apikal üçlüsünde kullanılır. Bu iki kök kanal aleti, kök kanalında daha güvenli ilerlemesi amacıyla uç kısmı kesici olmayan tasarımda üretilmiştir (243, 244).

Biz de çalışmamızda sunduğu avantajlar ve yaygın klinik kullanımı nedeniyle kök kanal dolgu sökümünde Protaper Universal Retreatment eğesini kullandık. Üretici talimatları doğrultusunda D1 aletini koronal üçlüde, D2 aletini orta üçlüde ve D3 aletini apikal üçlüde kullandık.

Özellikle en fazla dolum materyalinin kaldığı bölge olan apikal üçlünün daha iyi temizlenebilmesi için, başlangıç kök kanal tedavisinde kullanılan kök kanal aletinden daha büyük çapta alet ile yeniden enstrümantasyon gerekmektedir (207). Hassanloo ve ark. yaptıkları çalışmada yeniden enstrümantasyonda apikal çapı iki boy büyüttüklerinde apikal 3 mm'de kalan dolgu miktarında önemli bir azalma olduğunu bildirmişlerdir (245). Roggendorf ve ark. apikal çapın iki boy büyütülmesinin kök kanalında kalan materyalde önemli miktarda azalma sağladığını rapor etmişlerdir (202). Bu nedende çalışmamızda kök kanalının daha iyi temizlenmesini sağlamak için retreatment eğeleri ile kök kanal dolgu sökümü sonrasında final preparasyonu Protaper Next X5 eğesi ile tamamladık.

Çözücüler, kök kanal dolgusunun sökümünde gütaperkayı yumuşatmak amacıyla kullanılırlar. Böylece aletlerin penetrasyonu artarak gütaperkanın sökümü kolaylaşmaktadır (160, 207). Gütaperkayı yumuşatmak amacıyla sıklıkla kloroform (162, 172, 182, 196, 206, 207, 212), metil kloroform (163), ökaliptol (163, 178, 204), ksilen (163, 164), portakal yağı (154, 165, 166, 192) veya halotan (154, 167) gibi çözücüler kullanılmaktadır.

Horvath ve ark. yaptıkları çalışmada kök kanal sökümünde çözücülerin kanal duvarlarında ve dentin tübüllerinde kalan gütaperka ve kök kanal patı üzerindeki etkisini TEM kullanarak değerlendirmişlerdir. Çözücü kullanılan dişlerde kök kanal duvarlarında ve dentin tübüllerinin içerisinde daha fazla gütaperka ve kanal patı kalıntısı bulunduğunu bildirmişlerdir (160). Gu ve ark. çözücü kullanılarak kök kanal dolgusu sökülen gruplarda kanal duvarlarının temizliğinin daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir (212). Bunun nedeninin çözücülerin gütaperkayı yumuşatarak kanal yüzeyinde ince bir film şeklinde dağıtması olduğu varsayılmaktadır (196, 207, 246). Bu nedenle de çözücülerin, endodontik yeniden tedavi sırasında standart olarak uygulanmaması, sadece çalışma uzunluğuna ulaşamıyorsa uygulanması önerilmiştir (160). Biz de çalışmamızda yer alan değişkenlerin sayısını en aza indirmek için kök kanal dolgu sökümünde çözücü kullanmadık.

Retreatment sonrası kök kanallarında kalan gütaperka ve kanal patı miktarını değerlendirmek amacıyla radyografik yöntem (171–174), dişlerin şeffaflaştırılması (175–177), dental operasyon mikroskobu (171, 189), ışık mikroskobu (186, 195, 196), stereomikroskop (14, 176, 211–214), TEM (180, 182–187), KIBT (197–201) ve mikro-bt (16, 202–205, 207, 208) gibi yöntemler kullanılmıştır. Kalan materyalin

değerlendirilmesinde kullanılan yöntem, elde edilen sonuçlarda önemli rol oynamaktadır (209).

Çalışmamızda kök kanal tedavisinin yenilenmesi sonrasında kalan pat ve güta perka miktarını değerlendirmek için stereomikroskop kullandık. Stereomikroskop incelemesi için dişleri düşük hızda elmas disk ile ikiye ayırdık. Bu aşamada madde kaybını önlemek için elmas diski su püskürtmesi olmadan, sadece hava ile soğutma altında kullandık ve kök kanal duvarına temasından kaçınarak dişleri ikiye ayırdık. Stereomikroskop görüntülemenin avantajı kullanımının kolay olması ve nesne cihaz arasındaki mesafenin sabit olması nedeniyle görüntü standardizasyonu sağlamasıdır (247). Kalan dolgu materyalinin yüzdesini, tüm kök kanal yüzey alanına oranlayarak hesapladık (209).

Kök kanal tedavisinin yenilenmesinde, irrigasyon solüsyonunun kök kanal boşluğu ve dentin tübüllerinde bulunan bakterilerle temas etmesine izin vermek ve bakteri miktarını azaltmak için güta perka ve kök kanal patının tamamen sökülmesi önemlidir (184). Smear tabakası kaldırıldığında ve dentin tübüllerini temizlendiğinde, yeniden tedavi sırasında kullanılan medikamentler, irrigasyon solüsyonları ve kök kanal patları kanala daha iyi nüfuz edebilir. Stereomikroskop smear tabası ve dentin tübül temizliğini analiz edememesi nedeniyle sınırlıdır, bu nedenle bu parametreleri değerlendirmek için TEM kullanılabilir (248). Biz de çalışmamızda kök kanal dolgu sökümü sonrasında kanal duvarında kalan debris ve dentin tübüllerindeki smear tabakasını değerlendirmek amacıyla TEM kullandık. x100 büyütme ile kök kanal duvarındaki debris, x1000 büyütme ile de dentin tübüllerinin temizliğini Hülsmann ve ark. çalışmasındaki (215) skorlama yöntemini kullanarak değerlendirdik.

Biyoseramik materyaller endodontide sağladığı iyileşme kalitesi nedeniyle amputasyon ve direk kuafaj gibi vital tedavilerde, perforasyon tamirinde, apeksi açık dişlerde apikal tıkaç olarak, apikal rezeksiyon sonrası retrograd dolgu maddesi olarak ve kök kanal patı olarak kullanılmaktadır (12, 195). Biyoseramik kök kanal patlarının biyouyumluluğu, osteokondüktif etkisi, periapikalden taşıdığı enflamatuvar yanıt oluşturmaması, dentine kimyasal olarak bağlanması, sızdırmazlığı, sertleşirken genişmesi ve doku sıvılarının varlığında sertleşebilmesi gibi olumlu özelliklerinden dolayı son yıllarda klinik kullanımdaki popülerliği artmaktadır (8, 10, 130–132, 135).

Endodontik tedavinin amacı ve kök kanal tedavisinin yenilenmesinin potansiyel ihtiyaçlarını içeren karmaşıklığı göz önünde bulundurulduğunda, klinisyenlerin kök kanal patı seçiminde sadece dolgu materyalinin etkinliğini değil, aynı zamanda kök kanalından sökülebilirliğini de dikkate almaları gerekir (15). Biyoseramik esaslı kök kanal patlarının en büyük dezavantajı, sertleştikten sonra retreatment gerektiğinde kök kanalından sökülmesindeki zorluktur (8, 137, 138). Literatür, dolgu materyalinin türünün kök kanal dolgu sökümünü doğrudan etkilediğini göstermektedir (138, 206, 208, 209, 211, 239).

Well-Root ST kalsiyum silikat, zirkonyum oksit, doldurucular ve kalınlaştırıcı ajanlar içeren ve enjekte edilebilir kalsiyum silikat esaslı biyoseramik bir pattır (140). Güncel literatürde Well-Root ST'nin kök kanalından sökülebilirliğini inceleyen çalışma bulunmamaktadır ancak farklı isimde ama Well-Root ST ile aynı pat olan Sure-Seal Root kanal patının, kanal tedavisi sonrasında kök kanalından sökülebilirliğini inceleyen bir tane çalışma bulunmaktadır. Sadat Shojaee ve ark. yaptıkları çalışmada iki farklı retreatment sistemi kullanarak AH-26 ve Sure-Seal Root kök kanal patlarının kanal duvarından sökülebilirliğini stereomikroskop ile incelemişlerdir. Retreatment tekniğinden bağımsız olarak, Sure-Seal Root ile doldurulan kanallarda daha az dolgu materyali kaldığını bildirmişlerdir (14).

EndoSeal MTA ise kalsiyum silikat, kalsiyum alüminat, kalsiyum alüminaferrit, kalsiyum sülfat, radyopaklaştırıcılar ve kalınlaştırıcı ajanlar içeren ve enjekte edilebilir puzzolan bazlı biyoseramik pattır (10, 144, 147). Güncel literatürde, EndoSeal MTA'nın kök kanal duvarından sökülebilirliğini inceleyen iki tane çalışma bulunmaktadır (15, 16). Kim ve ark. yaptıkları çalışmada tek kanallı mandibular premolar, iki kanallı maksiller premolar ve C kanallı mandibular ikinci molar insan dişlerini EndoSeal MTA, EndoSequence BC veya AH Plus kök kanal patları ile doldurmuşlardır. Kök kanal dolgu sökümü sonrasında kalan dolum materyalini mikro-bt kullanarak değerlendirmişlerdir. EndoSeal MTA'nın, C-şekilli kanallarda EndoSequence BC ve AH Plus'a göre daha fazla kalıntı bıraktığını rapor etmişlerdir. Tek ve iki kanallı dişlerde patlar arasında anlamlı fark bulunmamıştır (16).

Kim ve ark. yaptıkları çalışmada ise insan mandibular premolar dişlerini, farklı dolum teknikleri kullanarak AH Plus, EndoSeal MTA, MTA Fillapex ve EndoSequence BC kök kanal patları ile doldurmuşlardır. Örnekleri ikiye ayırarak skorlamışlardır. Kök kanal dolgu sökümü sonrasında AH Plus ve EndoSeal MTA arasında kalan dolgu materyali skoru

açısından anlamlı fark olmadığını rapor etmişlerdir (15). Biz de çalışmamızda haklarında literatürde kısıtlı bilgi bulunan biyoseramik esaslı patlar Well-Root ST ve EndoSeal MTA'yı inceledik.

Kök kanal dolum materyalinin sökümünde kanal patlarının sökülebilirliğini değerlendirirken geçen süreleri saniye (sn) cinsinden kronometre yardımıyla kaydettik. Her grupta kök kanal sökümünde çalışma boyuna ulaşana kadar geçen süre (s1), yeniden tedavideki enstrümantasyon süresi (s2) ve TRS'yi değerlendirdik. Süre analizine aletlerin değiştirildiği süre, uygulanan irrigasyon süreleri ve eğelerdeki artıkların temizlenme süreleri de dahil edildi. Hem çalışma boyuna ulaşana kadar geçen süreyi hem de toplam kök kanal tedavisi yenileme süresini değerlendirdiğimizde en kısa süreyi EndoSeal MTA grubunda, en uzun süreyi Well-Root ST grubunda kaydettik.

Silva ve ark. kök kanal patlarının dentine bağlanma direncini değerlendirmek için yaptıkları çalışmada, EndoSeal MTA'nın bağlanma direncinin MTA Fillapex'ten anlamlı derece yüksek olduğunu, ancak geleneksel rezin esaslı pat olan AH Plus ile karşılaştırıldığında anlamlı derecede düşük olduğunu bildirmişlerdir (145). Çalışmamızda kök kanal söküm süresinin en kısa olduğu grup EndoSeal MTA ile doldurulan kanallardır. Bunun nedeni EndoSeal MTA kanal patının dentine düşük bağlanma direnci göstermesi olabilir.

Kim ve ark. insan premolar dişlerinde yaptığı çalışmada EndoSeal MTA ile doldurulan kanalların başka biyoseramik esaslı patlar olan MTA Fillapex ve EndoSequence BC ile doldurulan kanallardan daha kısa sürede söküldüğünü bildirmişlerdir (15). Bu sonuç bizim çalışmamızla uyumludur. Ancak AH Plus ve EndoSeal MTA'yı karşılaştırdıklarında, bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlardan farklı olarak EndoSeal MTA ile doldurulan kanalların söküm süresinin daha uzun olduğunu rapor etmişlerdir (15). Bizim bulgularımızdan farklı sonuç elde etmelerinin nedeni, çalışmamızda oval kanallı dişlerin kullanılması, iki çalışmadaki dolum yöntemlerinin farklı olması ve kök kanal dolgu sökümünde kullanılan aletlerin farklı olması olabilir.

Uzunoğlu ve ark. yaptıkları çalışmada MTA esaslı kök kanal patı olan MTA Fillapex, biyoseramik esaslı pat olan iRoot SP ve rezin esaslı pat olan AH26 ile doldurulan kanallarda kök kanal dolgu sökümünde çalışma boyuna ulaşma süresini karşılaştırdıklarında MTA Fillapex ile doldurulan kanallarda çalışma boyuna ulaşma süresini istatistiksel olarak anlamlı

derecede daha az bulmuşlardır (211). Neelakantan ve ark. kanin dişlerini MTA Fillapex, MTA Plus ve rezin esaslı olan AH Plus ile doldurmuşlardır. Kök kanal dolgu sökümünde çalışma boyuna ulaşma süresini değerlendirdiklerinde en kısa sürenin MTA Fillapex'e ait olduğunu rapor etmişlerdir (209). Hem Uzunoğlu ve ark. hem de Neelakantan ve ark. bu sonucun MTA Fillapex'in düşük bağlanma direnci ile ilgili olabileceğini rapor etmişlerdir.

Yaptığımız literatür taraması sonucunda Well-Root ST ile doldurulan kanalların kök kanal dolgusunun söküm süresi ile ilgili karşılaştırma bulunamamıştır. Ancak üreticiye göre Well-Root ST biyoseramik esaslı bir pattır ve dentine bağlanma direnci iyidir. Bu da kök kanalından sökümünün en uzun süre gerektirmesinin nedeni olabilir (14). Kök kanal patlarının dentin ve gütâ perkaya adezyonu, dentin tübüllerine penetrasyonu, film kalınlığı, boyutsal stabilitesi ve çözünürlüğü sökülebilirliğini ve bunun sonucunda da sökölme süresini etkileyebilir (211).

Pattan bağımsız olarak oval kanallı örneklerimizi steromikroskop altında geriye kalan kök kanal dolgu miktarı açısından değerlendirdiğimizde, en az dolum materyalinin orta üçlüde kaldığını bulduk, apikal üçlü ve koronal üçlüde kalan dolum materyali açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur. Bunun nedeni irrigasyon solüsyonlarının apikale ulaşmasındaki zorluk, dolum materyalinin apikale itilmesi ve oval kanal şeklinden dolayı retreatment aletlerinin kök kanal duvarlarında temas etmeyen alan kalmasından dolayı olabilir.

Kök kanalının tamamını değerlendirdiğimizde tüm gruplarda kök kanal dolgu maddesinin tamamen sökülemediği bulunmuştur, bu sonuç önceki çalışmalarla uyumludur (15, 16, 138, 194, 195, 205, 207, 209, 211). Çalışmamızda retreatment sonrası kalan dolum materyali açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Kim ve ark. mandibular premolar, maksiller iki kanallı premolar ve C şekilli kanallı dişlerde yaptıkları çalışmada kanalları biyoseramik esaslı kök kanal patı olan EndoSequence BC Sealer ve EndoSeal MTA ve rezin esaslı kök kanal patı olan AH Plus ile doldurmuşlardır. Maksiller ve mandibular premolar dişlerde kök kanal dolgu sökümü sonrasında mikro-bt ile yaptıkları değerlendirme sonucunda kök kanal patları arasında kalan dolgu maddesi yüzdesi açısından bir fark olmadığını bildirmişlerdir(16). Bu sonuç bizim çalışmamızda elde ettiğimiz verilerle uyumludur.

Oltra ve ark. yaptıkları çalışmada tek köklü maksiller anterior dişleri biyoseramik esaslı olan EndoSequence BC Sealer ve rezin esaslı olan AH Plus ile devamlı ısı tekniği kullanarak doldurmuşlardır. Kök kanal dolgu sökümü sonrasında micro-bt ile yaptıkları incelemede AH Plus kullanılan kanallarda kloroform kullanılarak kök kanal dolgusu sökümü yapıldığında daha az dolum materyali kaldığını bulmuşlardır (206).

Uzunoglu ve ark. mandibular premolar dişleri rezin esaslı olan AH26, biyoseramik olan iRoot ve MTA esaslı olan MTA Fillapex kök kanal patlarını kullanarak tek kon yöntemi ile doldurmuşlardır. Kök kanal dolgu sökümü sonrasında kalan dolum materyalini stereomikroskop ile incelediklerinde iRoot ve MTA Fillapex ile doldurulan kanallarda, AH26 ile doldurulan kanallardan daha fazla dolum materyali kaldığını rapor etmişlerdir (211).

Kim ve ark. insan premolar dişlerinde yaptığı çalışmada kök kanal dolumunu AH Plus kök kanal patı + devamlı ısı yöntemi, EndoSeal MTA + tek kon yöntemi, MTA Fillapex + tek kon yöntemi ve EndoSequence BC Sealer + tek kon yöntemi ile gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları değerlendirme sonucunda AH Plus ve EndoSeal MTA arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir ve bu bizim elde ettiğimiz verilerle tutarlıdır (15).

Neelakantan ve ark. insan kanin dişlerinde yaptıkları çalışmada iki tane MTA esaslı kök kanal patının kök kanalından sökülebilirliğinin KIBT ile değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda en fazla dolum materyali kalıntısının rezin esaslı kök kanal patı olan AH Plus ile doldurulan kök kanalında, daha sonra MTA esaslı kök kanal patı olan MTA Plus, en az ise MTA Fillapex ile doldurulan kanallarda olduğunu bulmuşlardır (209).

Pattan bağımsız olarak oval kök kanallarının temizliğini apikal, orta ve koronal üçlü olarak değerlendirdiğimizde TEM sonuçları doğrultusunda orta üçlü ve koronal üçlü ile karşılaştırıldığında en fazla smear tabakası miktarının apikal üçlüde olduğunu bulduk. Bulduğumuz bu sonuç önceki yapılan çalışmalarla uyumludur (172, 222, 249). Bunun nedeni kök kanal söküm tekniklerinde koronal ve orta üçlüye aletlerin daha ulaşılabilir olması, irrigasyonun apikale ulaşmasının daha zor olması ve söküm sırasında dolum materyalinin apikale itilmesinden kaynaklı olabilir. Ek olarak apikalde kök anatomisi lateral kanal ve dallanmalar nedeniyle daha karmaşıktır, bu da kanal dolgu sökümünü zorlaştırır.

Çalışmamızda kalan debris karşılaştırmak amacıyla TEM altında x100 büyütmede altında alınan görüntüleri değerlendirdik. Bunun sonucunda kanalın apikal ve orta üçlüsünde

patlar arasında fark yokken, koronal üçlü de en fazla debris Well-Root ST grubunda görülmüştür. Stereomikroskop değerlendirmesinde kanalın koronal, orta ve apikal üçlüsünde patlar arasında bir fark çıkmamıştır. TEM sonuçları ile stereomikroskop sonuçları arasındaki farkın nedeni TEM görüntülemesindeki daha fazla büyütme nedeniyle kanalın sadece belli bir bölümünün görüntülenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda kalan smear tabakası ve dentin tübülleri açıklığını TEM altında x1000 büyütme altında alınan görüntüler ile değerlendirdik. Kök kanalının apikal üçlüsünde gruplar arasında smear tabakası miktarı benzerdi. Ancak orta üçlü ve koronal üçlúde en fazla smear tabakası miktarı Well-Root ST grubunda tespit edildi. Kök kanalının bütünü değerlendirdiğimizde kalan debris miktarı, oluşan smear tabası miktarı ve dentin tübüllerinin açıklığı değerlendirildiğinde en yüksek skor değeri Well-Root ST ile doldurulan kanallarda bulunmuştur. EndoSeal MTA ile AH Plus Jet gruplarının sonuçları benzerdi. Bu verilerden hareketle Well-Root ST'nin diğer iki pata göre kanal duvarlarına daha fazla bağlantı sağladığı yorumu yapılabilir.

Kakoura ve ark. yaptıkları çalışmada insan kanin dişlerini rezin esaslı olan AH 26, biyoseramik esaslı olan Total Fill BC ve BioRoot RCS ile doldurarak, kök kanal dolum materyalinin söküm sonrası smear tabakası miktarını x1000 büyütme altında TEM ile incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda kök kanalının koronal, orta, apikal ve toplamında smear tabakası miktarı bakımından gruplar arasında bir fark bulmamışlardır (250).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu in vitro çalışmanın sınırlamaları dahilinde şu sonuçlara varılabilir:

- 1) EndoSeal MTA ile doldurulan kanalların retreatment süresi AH Plus Jet ile benzerken Well-Root ST'ye göre daha kısadır.
- 2) Retreatment sonrası kanal duvarlarında kalan dolgu miktarı bakımından patlar arasında bir fark yoktur.
- 3) Kök kanal duvarındaki debris miktarı koronal üçlüde Well-Root ST grubunda en fazla iken apikal ve orta üçlüde patlar arasında bir fark yoktur.
- 4) Smear tabakası miktarı orta ve koronal üçlüde Well-Root ST grubunda en fazla iken apikal üçlüde gruplar arasında fark yoktur.
- 5) Kök kanalının bütününde en fazla debris ve smear tabakası miktarı Well-Root ST patında bulundu.
- 6) Hiçbir grupta kanal dolgu materyali tamamen temizlenemedi.
- 7) Retreatment esnasında kök kanalının daha iyi temizlenebilmesi için yeni teknik ve ekipmanlara ihtiyaç bulunmaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Schilder H (1974). Cleaning and shaping the root canal. *Dental Clinics of North America* 269–296.
2. Friedman S, Abitbol S, Lawrence HP (2003). Treatment outcome in endodontics: The Toronto study. Phase 1: Initial treatment. *Journal of Endodontics* 29: 787–793.
3. Setzer FC, Boyer KR, Jeppson JR, Karabucak B, Kim S (2011). Long-term prognosis of endodontically treated teeth: A retrospective analysis of preoperative factors in molars. *Journal of Endodontics* 37: 21–25.
4. Suk M, Bago I, Katić M, Šnjarić D, Munitić MŠ, Anić I (2017). The efficacy of photon-initiated photoacoustic streaming in the removal of calcium silicate-based filling remnants from the root canal after rotary retreatment. *Lasers in Medical Science* 32: 2055–2062.
5. Özyürek T, Özsezer Demiryürek E (2017). Efficacy of Protaper Next and Protaper Universal Retreatment Systems in Removing Gutta-Percha in Curved Root Canals During Root Canal Retreatment. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry* 51: 7–13.
6. Grossman LI (1982). *Endodontic practice, ed 10*. doi:10.1016/s0099-2399(82)80303-8.
7. Pawar SS, Pujar MA, Makandar SD (2014). Evaluation of the apical sealing ability of bioceramic sealer, AH plus & epiphany: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry* 17: 579–582.
8. Al-haddad A, Che ZA, Aziz A (2016). Bioceramic-Based Root Canal Sealers : A Review 2016.
9. Azar NG, Heidari M, Bahrami ZS, Shokri F (2000). In vitro cytotoxicity of a new epoxy resin root canal sealer. *Journal of Endodontics* 26: 462–465.
10. Tyagi S, Tyagi P, Mishra P (2013). Evolution of root canal sealers: An insight story. *European Journal of General Dentistry* 2: 199.
11. Surya Raghavendra S, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P (2017). Bioceramics in

- Endodontics – a Review. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry* 51: 128–137.
12. Bilgiç A, Bodrumlu E (2016). Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Patları:Derleme 14: 111–117.
 13. Koch K, Brave D (2009). A New Day Has Dawned: The Increased Use of Bioceramics in Endodontics. *Dentaltown* 10: 39–43.
 14. Sadat Shojaee N, Vakilinezhad E, Shokouhi MM (2019). In Vitro Comparison of Efficacy of Neolix and ProTaper Universal Retreatment Rotary Systems in Removal of Gutta-Percha Combined with Two Different Sealers. *Journal of dentistry (Shiraz, Iran)* 20: 285–291.
 15. Kim SR, Kwak SW, Lee JK, Goo HJ, Ha JH, Kim HC (2019). Efficacy and retrievability of root canal filling using calcium silicate-based and epoxy resin-based root canal sealers with matched obturation techniques. *Australian Endodontic Journal* 45: 337–345.
 16. Kim K, Kim DV, Kim S-Y, Yang S (2019). A micro-computed tomographic study of remaining filling materials of two bioceramic sealers and epoxy resin sealer after retreatment. *Restorative Dentistry & Endodontics* 44: 1–9.
 17. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K (2008). Outcome of primary root canal treatment: Systematic review of the literature - Part 2. Influence of clinical factors. *International Endodontic Journal* 41: 6–31.
 18. Hargreaves KM, Berman LH, Rotstein I (2016). Cohen's Pathways of The Pulp 11th Ed. 280–322.
 19. Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S (2002). Clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. *Journal of Endodontics* 28: 477–479.
 20. Chugal NM, Clive JM, Spångberg LSW (2003). Endodontic infection: Some biologic and treatment factors associated with outcome. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 96: 81–90.

21. Ingle J SJ (2002). Outcome of Endodontic Treatment and Re-Treatment. *Endodontics* ss 747–68.
22. Ørstavik D. (2020). Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis 3rd Edition 313–344.
23. Nair PNR, Sjögren U, Krey G, Sundqvist G (1990). Therapy-resistant foreign body giant cell granuloma at the periapex of a root-filled human tooth. *Journal of Endodontics* 16: 589–595.
24. Saunders WP, Saunders EM (1994). Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Dental Traumatology* 10: 105–108.
25. Torabinejad M, Ung B, Kettering JD (1990). In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *Journal of Endodontics* 16: 566–569.
26. Ramachandran Nair PN, Schroeder HE (1984). Periapical actinomycosis. *Journal of Endodontics*. doi:10.1016/S0099-2399(84)80102-8.
27. Sjögren U, Happonen R, Kahnberg K, Sundqvist G (1988). Survival of *Arachnia propionica* in periapical tissue. *International Endodontic Journal* 21: 277–282.
28. Sundqvist G, Reuterving CO (1980). Isolation of *Actinomyces israelii* from periapical lesion. *Journal of Endodontics* 6: 602–606.
29. Siqueira JF (2001). Aetiology of root canal treatment failure: Why well-treated teeth can fail. *International Endodontic Journal* 34: 1–10.
30. Nair PNR, Sjögren U, Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist G (1990). Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: A long-term light and electron microscopic follow-up study. *Journal of Endodontics* 16: 580–588.
31. Sundqvist G (1992). Ecology of the root canal flora. *Journal of Endodontics* 18: 427–430.
32. Zhang C, Du J, Peng Z (2015). Correlation between *Enterococcus faecalis* and Persistent Intraradicular Infection Compared with Primary Intraradicular Infection: A Systematic Review. *Journal of Endodontics* 41: 1207–1213.

33. Rôças IN, Siqueira JF, Santos KRN (2004). Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *Journal of Endodontics* 30: 315–320.
34. Siqueira JF, Sen BH (2004). Fungi in endodontic infections. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 97: 632–41.
35. Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G (1997). Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal* 30: 297–306.
36. Siqueira JF, Rôças IN, Ricucci D, Hülsmann M (2014). Causes and management of post-treatment apical periodontitis. *British Dental Journal* 216: 305–312.
37. Siqueira JF (1997). Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *Journal of Endodontics* 23: 499–502.
38. Zuolo ML, Zaia AA, Belladonna FG, Silva EJNL, Souza EM, Versiani MA, Lopes RT, De-Deus G (2018). Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. *International Endodontic Journal* 51: 564–571.
39. Espir CG, Nascimento-Mendes CA, Guerreiro-Tanomaru JM, Freire LG, Gavini G, Tanomaru-Filho M (2018). Counterclockwise or clockwise reciprocating motion for oval root canal preparation: a micro-CT analysis. *International Endodontic Journal* 51: 541–548.
40. Ricucci D, Siqueira JF (2010). Biofilms and apical periodontitis: Study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *Journal of Endodontics* 36: 1277–1288.
41. Ramachandran Nair PN (1987). Light and electron microscopic studies of root canal flora and periapical lesions. *Journal of Endodontics* 13: 29–39.
42. Nair U, Ghattas S, Saber M, Natera M, Walker C, Pileggi R (2011). A comparative evaluation of the sealing ability of 2 root-end filling materials: An in vitro leakage study using *Enterococcus faecalis*. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology,*

Oral Radiology and Endodontology 112: 74–77.

43. Weiger R, Manncke B, Werner H, Löst C (1995). Microbial flora of sinus tracts and root canals of non-vital teeth. *Dental Traumatology* 11: 15–19.
44. Holland R, De Souza V, Nery MJ, de Mello W, Bernabé PFE, Filho JAO (1980). Tissue reactions following apical plugging of the root canal with infected dentin chips. A histologic study in dogs' teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 49: 366–369.
45. Simon JHS, Glick DH, Frank AL (1972). The Relationship of Endodontic-Periodontic Lesions. *Journal of Periodontology* 43: 202–208.
46. Siqueira JF (2005). Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. *Endodontic Topics* 10: 123–147.
47. Dioguardi M, Di Gioia G, Illuzzi G, Arena C, Caponio VCA, Caloro GA, Zhurakivska K, Adipietro I, Troiano G, Lo Muzio L (2019). Inspection of the microbiota in endodontic lesions. *Dentistry Journal* 7: 1–15.
48. Ricucci D, Siqueira JF (2008). Apical Actinomycosis as a Continuum of Intraradicular and Extraradicular Infection: Case Report and Critical Review on Its Involvement with Treatment Failure. *Journal of Endodontics* 34: 1124–1129.
49. Nair PNR, Sjögren U, Schumacher E, Sundqvist G (1993). Radicular cyst affecting a root-filled human tooth: a long-term post-treatment follow-up. *International Endodontic Journal* 26: 225–233.
50. Nair PNR, Sjögren U, Sundqvist G (1998). Cholesterol crystals as an etiological factor in non-resolving chronic inflammation, an experimental study in guinea pigs. *European Journal of Oral Sciences* 106: 644–650.
51. Nair PNR, Pajarola G, Schroeder HE (1996). Types and incidence of human periapical lesions obtained with extracted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 81: 93–102.
52. Simon JHS (1980). Incidence of periapical cysts in relation to the root canal. *Journal of Endodontics* 6: 845–848.

53. Simon JHS, Chimenti RA, Mintz GA (1982). Clinical significance of the pulse granuloma. *Journal of Endodontics* 8: 116–119.
54. Koppang HS, Koppang R, Solheim T, Aarnes H, Stølen SØ (1989). Cellulose fibers from endodontic paper points as an etiological factor in postendodontic periapical granulomas and cysts. *Journal of Endodontics* 15: 369–372.
55. European Society of Endodontology (2006). Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *International endodontic journal* 39: 921–930.
56. Morris MF, Kirkpatrick TC, Rutledge RE, Schindler WG (2009). Comparison of Nonsurgical Root Canal Treatment and Single-tooth Implants. *Journal of Endodontics* 35: 1325–1330.
57. Chugal N, Mallya SM, Kahler B, Lin LM (2017). Endodontic Treatment Outcomes. *Dental Clinics of North America* 61: 59–80.
58. Chugal N, Mallya SM, Kahler B (2017). Criteria for Outcome Assessment of Nonsurgical Endodontic Treatment 211–228.
59. Strindberg LZ (1956). *Dependence of the results of pulp therapy on certain factors. Acta Odontologica Scandinavica.*
60. Friedman S (2002). Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure). *Endodontic Topics* 1: 54–78.
61. Friedman S, Mor C (2004). The success of endodontic therapy--healing and functionality. *Journal of the California Dental Association* 32: 493–503.
62. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM (1986). The periapical index: A scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Dental Traumatology* 2: 20–34.
63. Brynolf I (1967). *A histologic and roentgenographic study of the periapical region of human upper incisors. Odontologisk Revy.* doi:10.1016/j.nedt.2018.03.022.
64. Quesnell BT, Alves M, Hawkinson RW, Johnson BR, Wenckus CS, BeGole EA (2005). The effect of human immunodeficiency virus on endodontic treatment outcome. *Journal of Endodontics* 31: 633–636.

65. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD (2008). A New Periapical Index Based on Cone Beam Computed Tomography. *Journal of Endodontics* 34: 1325–1331.
66. Niemczyk SP (2001). Re-inventing intentional replantation: a modification of the technique. *Practical procedures & aesthetic dentistry : PPAD* 13: 433–439.
67. Forde K (2011). *Harty's Endodontics in clinical practice, 6th edition*. (B. S. C. B. S. Chong, editör) *British Dental Journal*. doi:10.1038/sj.bdj.2011.138.
68. Alaçam T (2012). *Endodonti*, 1.Baskı Özyurt Matbaacılık.
69. Del Fabbro M, Taschieri S, Testori T, Francetti L, Weinstein RL (2007). Surgical versus non-surgical endodontic re-treatment for periradicular lesions. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 52: 340–341.
70. McCaul LK, McHugh S, Saunders WP (2001). The influence of specialty training and experience on decision making in endodontic diagnosis and treatment planning. *International Endodontic Journal* 34: 594–606.
71. Hülsmann M, Schäfer E (2014). *Endodontide Problemler. Etiyoloji, Tanı ve Tedavi*. (B. H. Şen, editör).
72. Endodontics AA of (2013). Guide to Clinical Endodontics. *AAE Guidance*. doi:10.23750/abm.v88i1.5309.
73. Gutmann JL (2014). Surgical endodontics: past, present, and future. *Endodontic Topics* 30: 29–43.
74. American Association of Endodontists (2016). AMERICAN ASSOCIATION of ENDODONTISTS: Glossary of Endodontic Terms. Ninth Edition. *Aae*.
75. Wong R (2004). Conventional endodontic failure and retreatment. *Dental Clinics of North America* 48: 265–289.
76. Stabholz A, Friedman S (1988). Endodontic retreatment-Case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *Journal of Endodontics* 14: 607–614.

77. Ingle JI, Taintor JF (1985). *ENDODONTICS 3RD EDITION. Ingle, J I And J F Taintor Endodontics, 3rd Edition Xix+881p Lea and Febiger: Philadelphia, Pa, USA Illus.*
78. Çalışkan K (2006). *Endodontide Tanı ve Tedaviler*, İkinci Bas Nobel Tıp Kitapevleri.
79. Goon WW (1991). Managing the obstructed root canal space: rationale and techniques. *Journal of the California Dental Association* 19: 51–60.
80. Yoshida T, Gomyo S, Itoh T, Shibata T, Sekine I (1997). An experimental study of the removal of cemented dowel-retained cast cores by ultrasonic vibration. *Journal of Endodontics* 23: 239–241.
81. Friedman S, Stabholz A, Tamse A (1990). Endodontic retreatment-Case selection and technique. Part 3. Retreatment techniques. *Journal of Endodontics* 16: 543–549.
82. Ingle JI, Bakland LK (2008). *Endodontics* 6.
83. Hauman CHJ, Love RM (2003). Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 2. Root-canal-filling materials. *International Endodontic Journal* 36: 147–160.
84. Heling I, Chandler NP (1996). The antimicrobial effect within dentinal tubules of four root canal sealers. *Journal of Endodontics* 22: 257–259.
85. Barkhordar RA (1989). Evaluation of antimicrobial activity in vitro of ten root canal sealers on *Streptococcus sanguis* and *Streptococcus mutans*. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 68: 770–772.
86. Mickel AK, Nguyen TH, Chogle S (2003). Antimicrobial activity of endodontic sealers on *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics* 29: 257–258.
87. Augsburger RA, Peters DD (1990). Radiographic evaluation of extruded obturation materials. *Journal of Endodontics* 16: 492–497.
88. Allan NA, Walton RC, Schaeffer MA (2001). Setting times for endodontic sealers under clinical usage and in vitro conditions. *Journal of endodontics* 27: 421–423.
89. Kazemi RB, Safavi KE, Spångberg LSW (1993). Dimensional changes of endodontic

- sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 76: 766–771.
90. Peters DD (1986). Two-year in vitro solubility evaluation of four gutta-percha sealer obturation techniques. *Journal of Endodontics* 12: 139–145.
 91. Davis MC, Walton RE, Rivera EM (2002). Sealer distribution in coronal dentin. *Journal of Endodontics* 28: 464–466.
 92. van der Burgt TP, Mullaney TP, Plasschaert AJM (1986). Tooth discoloration induced by endodontic sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 61: 84–89.
 93. Geurtsen W (2001). Biocompatibility of root canal filling materials. *Australian Endodontic Journal* 27: 12–21.
 94. Desai S, Chandler N (2009). Calcium Hydroxide-Based Root Canal Sealers: A Review. *Journal of Endodontics* 35: 475–480.
 95. Aşçı SK (2014). *Endodonti Quintessence*.
 96. Soares I, Goldberg F, Massone EJ, Soares IM (1990). Periapical tissue response to two calcium hydroxide-containing endodontic sealers. *Journal of Endodontics* 16: 166–169.
 97. Shashirekha G, Jena A, Pattanaik S, Rath J (2018). Assessment of pain and dissolution of apically extruded sealers and their effect on the periradicular tissues. *Journal of conservative dentistry : JCD* 21: 546–550.
 98. Gopikrishna V, Chandra BS (2013). *Endodontic Practice* 13 ed.: 576.
 99. Karapinar Kazandag M, Sunay H, Tanalp J, Bayirli G (2009). Fracture resistance of roots using different canal filling systems. *International Endodontic Journal* 42: 705–710.
 100. Lertchirakarn V, Timyam A, Messer HH (2002). Effects of root canal sealers on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth. *Journal of Endodontics* 28: 217–219.
 101. Lee CQ, Harandi L, Cobb CM (1997). Evaluation of glass ionomer as an endodontic sealant: An in vitro study. *Journal of Endodontics* 23: 209–212.

102. Khandelwal D, Ballal NV (2016). Recent advances in root canal sealers. *International Journal of Clinical Dentistry* 9: 183–194.
103. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Ørstavik D (2004). Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro. *International Endodontic Journal* 37: 193–198.
104. Shalhav M, Fuss Z, Weiss EI (1997). In vitro antibacterial activity of a glass ionomer endodontic sealer. *Journal of Endodontics* 23: 616–619.
105. Schroeder A (1954). The impermeability of root canal filling material and first demonstrations of new root filling materials. *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 64: 921–931.
106. Sousa-Neto MD, Passarinho-Neto JG, Carvalho-Júnior JR, Cruz-Filho AM, Pécora JD, Saquy PC (2002). Evaluation of the effect of EDTA, EGTA and CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. *Brazilian dental journal* 13: 123–128.
107. Carvalho-Júnior JR, Guimarães LFL, Correr-Sobrinho L, Pécora JD, Sousa-Neto MD (2003). Evaluation of solubility, disintegration, and dimensional alterations of a glass ionomer root canal sealer. *Brazilian dental journal* 14: 114–118.
108. Tagger M, Tagger E, Tjan AHL, Bakland LK (2002). Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *Journal of Endodontics* 28: 351–354.
109. Ørstavik D (2005). Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endodontic Topics* 12: 25–38.
110. Teixeira CS, Alfredo E, De Camargo Thomé LH, Gariba-Silva R, Silva-Sousa YTC, Sousa-Neto MD (2009). Adhesion of an endodontic sealer to dentin and gutta-percha: Shear and push-out bond strength measurements and sem analysis. *Journal of Applied Oral Science* 17: 129–135.
111. Hasnain M, Bansal P, Nikh V (2017). An in vitro comparative analysis of sealing ability of bioceramic-based, methacrylate-based, and epoxy resin-based sealers. *Endodontology* 29: 146–150.

112. Almeida JFA, Gomes BPFA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ, Zaia AA (2007). Filling of artificial lateral canals and microleakage and flow of five endodontic sealers. *International Endodontic Journal* 40: 692–699.
113. Shenoi PR, Badole GP, Khode RT (2014). Evaluation of softening ability of Xylene & Endosolv-R on three different epoxy resin based sealers within 1 to 2 minutes - an in vitro study . *Restorative Dentistry & Endodontics* 39: 17.
114. Al-Assaf K, Chakmakchi M, Palaghias G, Karanika-Kouma A, Eliades G (2007). Interfacial characteristics of adhesive luting resins and composites with dentine. *Dental Materials* 23: 829–839.
115. Kim YK, Grandini S, Ames JM, Gu L sha, Kim SK, Pashley DH, Gutmann JL, Tay FR (2010). Critical Review on Methacrylate Resin-based Root Canal Sealers. *Journal of Endodontics* 36: 383–399.
116. Schwartz RS (2006). Adhesive Dentistry and Endodontics. Part 2: Bonding in the Root Canal System-The Promise and the Problems: A Review. *Journal of Endodontics* 32: 1125–1134.
117. Teixeira FB, Teixeira ECN, Thompson J, Leinfelder KF, Trope M (2004). Dentinal bonding reaches the root canal system. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 16: 348–354.
118. Rising DW, Goldman M, Brayton SM (1975). Histologic appraisal of three experimental root canal filling materials. *Journal of Endodontics* 1.
119. Benkel BH, Rising DW, Goldman LB, Rosen H, Goldman M, Kronman JH (1976). Use of a hydrophilic plastic as a root canal filling material. *Journal of Endodontics* 2: 196–202.
120. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B (2004). Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dental Materials* 20: 963–971.
121. Pameijer CH, Barnett F, Zmener O, Schein B (2008). Methacrylate based resin endodontic sealers : A paradigm shift in endodontics? *Academy of Dental*

122. Radovic I, Monticelli F, Vulicevic Z (2014). Self-adhesive Resin Cements: A literature review. *The Journal of adhesive dentistry* 251-258. doi:10.3290/j.jad.a13735.
123. Tyagi S, Tyagi P, Mishra P (2013). Evolution of root canal sealers: An insight story. *European Journal of General Dentistry* 2: 199–218.
124. Ørstavik D, Nordahl I, Tibballs JE (2001). Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dental Materials* 17: 512–519.
125. Thrivikraman G, Madras G, Basu B (2014). In vitro/In vivo assessment and mechanisms of toxicity of bioceramic materials and its wear particulates. *RSC Advances* 4: 12763–12781.
126. Hench LL (1991). Bioceramics: From concept to clinic 74: 1487–1510.
127. Krell KF, Wefel JS (1984). A calcium phosphate cement root canal sealer-Scanning electron microscopic analysis. *Journal of Endodontics* 10: 571–576.
128. Camilleri J (2017). Will Bioceramics be the Future Root Canal Filling Materials? *Current Oral Health Reports* 4: 228–238.
129. Qutieshat A, Al-Hiyasat A, Darmani H (2019). Biocompatibility evaluation of Jordanian Portland cement for potential future dental application. *Journal of Conservative Dentistry* 22: 249–254.
130. Willershausen I, Wolf T, Kasaj A, Weyer V, Willershausen B, Marroquin BB (2013). Influence of a bioceramic root end material and mineral trioxide aggregates on fibroblasts and osteoblasts. *Archives of Oral Biology* 58: 1232–1237.
131. Chen I, Karabucak B, Wang C, Wang H-G, Koyama E, Kohli MR, Nah H-D, Kim S (2015). Healing after root-end microsurgery by using mineral trioxide aggregate and a new calcium silicate-based bioceramic material as root-end filling materials in dogs. *Journal of Endodontics* 41: 389–399.
132. Ginebra MP, Fernández E, De Maeyer EAP, Verbeeck RMH, Boltong MG, Ginebra J, Driessens FCM, Planell JA (1997). Setting reaction and hardening of an apatitic

- calcium phosphate cement. *Journal of Dental Research* 76: 905–912.
133. Prati C, Gandolfi MG (2015). Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dental Materials* 31: 351–370.
 134. McHugh CP, Zhang P, Michalek S, Eleazer PD (2004). pH required to kill *Enterococcus faecalis* in vitro. *Journal of Endodontics* 30: 218–219.
 135. Drs A, Koch K, Brave D, Nasseh AA (2013). A review of bioceramic technology in endodontics. *Roots* 1: 6–13.
 136. Shinbori N, Grama AM, Patel Y, Woodmansey K, He J (2015). Clinical Outcome of Endodontic Microsurgery That Uses EndoSequence BC Root Repair Material as the Root-end Filling Material. *Journal of Endodontics* 41: 607–612.
 137. Cherng AM, Chow LC, Takagi S (2001). In vitro evaluation of a calcium phosphate cement root canal filler/sealer. *Journal of Endodontics* 27: 613–615.
 138. Hess D, Solomon E, Spears R, He J (2011). Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. *Journal of Endodontics* 37: 1547–1549.
 139. Olcay K, Taşlı PN, Güven EP, Ülker GMY, Öğüt EE, Çiftçioğlu E, Kiratlı B, Şahin F (2020). Effect of a novel bioceramic root canal sealer on the angiogenesis-enhancing potential of assorted human odontogenic stem cells compared with principal tricalcium silicate-based cements. *Journal of Applied Oral Science* 28: 1–9.
 140. Manual (y.y.). Well-Root ST. Available at: http://www.vericom.co.kr/english/product/index_.ht .
 141. Reszka P, Nowicka A, Lipski M, Dura W, Drożdżik A, Woźniak K (2016). A Comparative Chemical Study of Calcium Silicate-Containing and Epoxy Resin-Based Root Canal Sealers. *BioMed Research International* 2016.
 142. Yang DK, Kim S, Park JW, Kim E, Shin SJ (2018). Different Setting Conditions Affect Surface Characteristics and Microhardness of Calcium Silicate-Based Sealers. *Scanning* 2018.
 143. Huang Y, Celikten B, De Faria Vasconcelos K, Nicolielo LFP, Lippiatt N, Buyuksungur A, Jacobs R, Orhan K (2017). Micro-CT and nano-CT analysis of filling

- quality of three different endodontic sealers. *Dentomaxillofacial Radiology* 46.
144. Manual (y.y.). EndoSeal MTA. Available at: <https://maruchiusa.com/pages/endoseal-mta>. .
 145. Silva EJNL, Carvalho NK, Prado MC, Zanon M, Senna PM, Souza EM, De-Deus G (2016). Push-out Bond Strength of Injectable Pozzolan-based Root Canal Sealer. *Journal of Endodontics* 42: 1656–1659.
 146. Lim ES, Park YB, Kwon YS, Shon WJ, Lee KW, Min KS (2015). Physical properties and biocompatibility of an injectable calcium-silicate-based root canal sealer: In vitro and in vivo study. *BMC Oral Health* 15: 1–7.
 147. Upadhyay ST, Purayil TP, Ginjupalli K (2017). Comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth obturated with Pozzolan-based MTA sealer and epoxy resin-based sealer: An in vitro study. *World Journal of Dentistry* 8: 37–40.
 148. Lin GSS, Ghani NRNA, Noorani TY, Ismail NH, Mamat N (2020). Dislodgement resistance and adhesive pattern of different endodontic sealers to dentine wall after artificial ageing: an in-vitro study. *Odontology*. doi:10.1007/s10266-020-00535-7.
 149. Ha JH, Kim HC, Kim YK, Kwon TY (2018). An evaluation of wetting and adhesion of three bioceramic root canal sealers to intraradicular human dentin. *Materials* 11: 1–9.
 150. Gound TG, Marx D, Schwandt NA (2003). Incidence of flare-ups and evaluation of quality after retreatment of resorcinol-formaldehyde resin (“Russian Red Cement”) endodontic therapy. *Journal of endodontics* 29: 624–626.
 151. Brodin P (1988). Neurotoxic and analgesic effects of root canal cements and pulp-protecting dental materials. *Endodontics & dental traumatology* 4: 1–11.
 152. Serper A, Uçer O, Onur R, Etikan I (1998). Comparative neurotoxic effects of root canal filling materials on rat sciatic nerve. *Journal of endodontics* 24: 592–594.
 153. Jeng HW, ElDeeb ME (1987). Removal of hard paste fillings from the root canal by ultrasonic instrumentation. *Journal of Endodontics* 13: 295–298.
 154. Duncan HF, Chong BS (2008). Removal of root filling materials. *Endodontic Topics*

19: 33–57.

155. Gilbert B, Rice RT (1835). Re-treatment in endodontics 333–338.
156. Mollo A, Botti G, Principi Goldoni N, Randellini E, Paragliola R, Chazine M, Ounsi HF, Grandini S (2012). Efficacy of two Ni-Ti systems and hand files for removing gutta-percha from root canals. *International endodontic journal* 45: 1–6.
157. de Mello JE, Cunha RS, da Silveira Bueno CE, Zuolo ML (2009). Retreatment efficacy of gutta-percha removal using a clinical microscope and ultrasonic instruments: Part I-an ex vivo study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* 108: 59–62.
158. Barbosa S V., Burkard DH, Spångberg LSW (1994). Cytotoxic effects of gutta-percha solvents. *Journal of Endodontics* 20: 6–8.
159. Chutich MJ, Kaminski EJ, Miller DA, Lautenschlager EP (1998). Risk assessment of the toxicity of solvents of Gutta-Percha used in endodontic retreatment. *Journal of Endodontics* 24: 213–216.
160. Horvath SD, Altenburger MJ, Naumann M, Wolkewitz M, Schirrmeister JF (2009). Cleanliness of dentinal tubules following gutta-percha removal with and without solvents: A scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal* 42: 1032–1038.
161. Salgado KR, De Castro RF, Prado MC, Brandão GA, Da Silva JM, Da Silva EJNL (2019). Cleaning ability of irrigants and orange oil solvent combination in the removal of root canal filling materials. *European Endodontic Journal* 4: 33–37.
162. Tamse A, Unger U, Metzger Z, Rosenberg M (1986). Gutta-percha solvents-a comparative study. *Journal of Endodontics* 12: 337–339.
163. Wennberg A, Ørstavik D (1989). Evaluation of alternatives to chloroform in endodontic practice. *Dental Traumatology* 5: 234–237.
164. McMichael AJ (1988). Carcinogenicity of benzene, toluene and xylene: epidemiological and experimental evidence. *IARC scientific publications* 3–18.
165. Magalhães BS, Johann JE, Lund RG, Martos J, Del Pino FAB (2007). Dissolving

- efficacy of some organic solvents on gutta-percha. *Brazilian Oral Research* 21: 303–307.
166. Pécora JD, Spanó JC, Barbin EL (1993). In vitro study on the softening of gutta-percha cones in endodontic retreatment. *Brazilian dental journal* 4: 43–47.
 167. Schäfer E, Zandbiglari T (2002). A comparison of the effectiveness of chloroform and eucalyptus oil in dissolving root canal sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 93: 611–616.
 168. Mandel E, Friedman S (1992). Endodontic retreatment: A rational approach to root canal reinstrumentation. *Journal of Endodontics* 18: 565–569.
 169. Hülsmann M, Drebenstedt S, Holscher C (2008). Shaping and filling root canals during root canal re-treatment. *Endodontic Topics* 19: 74–124.
 170. Yılmaz A, Helvacıoğlu D (2014). Nikel-Titanyum Döner Alet sistemleri ile Retreatment. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 48: 71–78.
 171. Schirrmeister JF, Hermanns P, Meyer KM, Goetz F, Hellwig E (2006). Detectability of residual Epiphany and gutta-percha after root canal retreatment using a dental operating microscope and radiographs - An ex vivo study. *International Endodontic Journal* 39: 558–565.
 172. Ferreira JJ, Rhodes JS, Pitt Ford TR (2001). The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *International Endodontic Journal* 34: 267–274.
 173. Betti LV, Bramante CM, de Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB (2009). Efficacy of Profile .04 taper series 29 in removing filling materials during root canal retreatment-an in vitro study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endontology* 108: e46–e50.
 174. Ersev H, Yılmaz B, Dinçol ME, Dağlaroğlu R (2012). The efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment instrumentation to remove single gutta-percha cones cemented with several endodontic sealers. *International Endodontic Journal* 45: 756–762.
 175. Schirrmeister JF, Wrbas KT, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig E (2006).

- Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* 101: 542–547.
176. Taşdemir T, Er K, Yildirim T, Çelik D (2008). Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. *International Endodontic Journal* 41: 191–196.
177. Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E (1980). A clearing technique for the study of root canal systems. *Journal of Endodontics* 6: 421–424.
178. Akpınar KE, Altunbaş D, Kuştarci A (2012). The efficacy of two rotary NiTi instruments and H-files to remove gutta-percha from root canals. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal* 17: 3–8.
179. Schirrmeister JF, Wrbas KT, Meyer KM, Altenburger MJ, Hellwig E (2006). Efficacy of Different Rotary Instruments for Gutta-Percha Removal in Root Canal Retreatment. *Journal of Endodontics* 32: 469–472.
180. Brundle CR, Charles A. Evans, Wilson S (1992). *Encyclopedia of Materials Characterization Surfaces, Interfaces, Thin Films*.
181. Şen BH, Pişkin B, Baran N (1996). The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. *International Endodontic Journal* 29: 23–28.
182. Simsek N, Keles A, Ahmetoglu F, Ocak MS, Yologlu S (2014). Comparison of different retreatment techniques and root canal sealers: a scanning electron microscopic study. *Brazilian oral research* 28: 1–7.
183. Mamootil K, Messer HH (2007). Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *International Endodontic Journal* 40: 873–881.
184. Pirani C, Pelliccioni GA, Marchionni S, Montebugnoli L, Piana G, Prati C (2009). Effectiveness of Three Different Retreatment Techniques in Canals Filled With Compacted Gutta-Percha or Thermafil: A Scanning Electron Microscope Study. *Journal of Endodontics* 35: 1433–1440.

185. Xu L, Zhang L, Zhou X, Wang R, Deng Y, Huang D (2012). Residual Filling Material in Dentinal Tubules after Gutta-percha Removal Observed with Scanning Electron Microscopy. *Journal of Endodontics* 38: 293–296.
186. De Deus GA, Gurgel-Filho ED, Maniglia-Ferreira O, Coulinho-Filho T (2004). The influence of filling technique on depth of tubule penetration by root canal sealer: A study using light microscopy and digital image processing. *Australian Endodontic Journal* 30: 23–28.
187. Rodrigues CT, Duarte MAH, Guimarães BM, Vivan RR, Bernardineli N (2017). Comparison of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment. *Brazilian oral research* 31: e113.
188. Kim S, Baek S (2004). The microscope and endodontics. *Dental Clinics of North America* 48: 11–18.
189. Yilmaz Z, Karapinar SP, Ozcelik B (2011). Efficacy of rotary Ni-Ti retreatment systems in root canals filled with a new warm vertical compaction technique. *Dental Materials Journal* 30: 948–953.
190. Canali LCF, Duque JA, Vivan RR, Bramante CM, Só MVR, Duarte MAH (2019). Comparison of efficiency of the retreatment procedure between Wave One Gold and Wave One systems by Micro-CT and confocal microscopy: an in vitro study. *Clinical Oral Investigations* 23: 337–343.
191. Rached-Júnior FA, Sousa-Neto MD, Bruniera JFB, Duarte MAH, Silva-Sousa YTC (2014). Confocal microscopy assessment of filling material remaining on root canal walls after retreatment. *International Endodontic Journal* 47: 264–270.
192. Castro RF de, Melo J do SS, Dias LC de L, Silva EJNL, Brandão JM da S (2018). Evaluation of the efficacy of filling material removal and re-filling after different retreatment procedures. *Brazilian oral research* 32: e94.
193. Kok D, Da Rosa RA, Barreto MS, Busanello FH, Santini MF, Pereira JR, Só MVR (2014). Penetrability of AH plus and MTA fillapex after endodontic treatment and retreatment: A confocal laser scanning microscopy study. *Microscopy Research and*

Technique 77: 467–471.

194. Kim H, Kim E, Lee SJ, Shin SJ (2015). Comparisons of the Retreatment Efficacy of Calcium Silicate and Epoxy Resin-based Sealers and Residual Sealer in Dentinal Tubules. *Journal of Endodontics* 41: 2025–2030.
195. Donnermeyer D, Bunne C, Schäfer E, Dammaschke T (2018). Retreatability of three calcium silicate-containing sealers and one epoxy resin-based root canal sealer with four different root canal instruments. *Clinical Oral Investigations* 22: 811–817.
196. Sae-Lim V, Indulekha D, Lim BK, Lee HL (2000). Effectiveness of ProFile .04 Taper rotary instruments in endodontic retreatment. *Journal of Endodontics* 26: 100–104.
197. Khedmat S, Azari A, Shamshiri AR, Fadae M, Bashizadeh Fakhar H (2016). Efficacy of ProTaper and Mtwo Retreatment Files in Removal of Gutta-percha and GuttaFlow from Root Canals. *Iranian endodontic journal* 11: 184–187.
198. Pawar A, Thakur B, Metzger Z, Kfir A, Pawar M (2016). The efficacy of the Self-Adjusting File versus WaveOne in removal of root filling residue that remains in oval canals after the use of ProTaper retreatment files: A cone-beam computed tomography study. *Journal of Conservative Dentistry* 19: 72–76.
199. Marfisi K, Mercadé M, Plotino G, Duran-Sindreu F, Bueno R, Roig-Cayón M (2010). Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and Resilon from root canals. *International endodontic journal* 43: 1022–1028.
200. Azim AA, Wang HH, Tarrosh M, Azim KA, Piasecki L (2018). Comparison between Single-file Rotary Systems: Part 1—Efficiency, Effectiveness, and Adverse Effects in Endodontic Retreatment. *Journal of Endodontics* 44: 1720–1724.
201. Akbulut MB, Akman M, Terlemez A, Magat G, Sener S, Shetty H (2016). Efficacy of twisted file adaptive, reciproc and protaper universal retreatment instruments for root-canal-filling removal: A cone-beam computed tomography study. *Dental Materials Journal* 35: 126–131.
202. Roggendorf MJ, Legner M, Ebert J, Fillery E, Frankenberger R, Friedman S (2010). Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow

- following removal with NiTi instruments. *International Endodontic Journal* 43: 200–209.
203. Kurt MH, Orhan K (2016). Diş Hekimliğinde Mikro-Bilgisayarlı Tomografi Kullanımı. *Türkiye Klinikleri Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Özel Dergisi* 2: 14–21.
204. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N (2008). Three-dimensional Evaluation of Effectiveness of Hand and Rotary Instrumentation for Retreatment of Canals Filled with Different Materials. *Journal of Endodontics* 34: 1370–1373.
205. Pedullà E, Abiad RS, Conte G, Khan K, Lazaridis K, Rapisarda E, Neelakantan P (2019). Retreatability of two hydraulic calcium silicate-based root canal sealers using rotary instrumentation with supplementary irrigant agitation protocols: a laboratory-based micro-computed tomographic analysis. *International Endodontic Journal* 52: 1377–1387.
206. Oltra E, Cox TC, LaCourse MR, Johnson JD, Paranjpe A (2017). Retreatability of two endodontic sealers, EndoSequence BC Sealer and AH Plus: a micro-computed tomographic comparison. *Restorative Dentistry & Endodontics* 42: 19.
207. Ma J, Al-Ashaw AJ, Shen Y, Gao Y, Yang Y, Zhang C, Haapasalo M (2012). Efficacy of ProTaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from oval root canals: A micro-computed tomography study. *Journal of Endodontics* 38: 1516–1520.
208. De Siqueira Zuolo A, Zuolo ML, Da Silveira Bueno CE, Chu R, Cunha RS (2016). Evaluation of the Efficacy of TRUShape and Reciproc File Systems in the Removal of Root Filling Material: An Ex Vivo Micro-Computed Tomographic Study. *Journal of Endodontics* 42: 315–319.
209. Neelakantan P, Grotra D, Sharma S (2013). Retreatability of 2 mineral trioxide aggregate-based root canal sealers: A cone-beam computed tomography analysis. *Journal of Endodontics* 39: 893–896.
210. Uzun Ö (2007). Deneysel endodontide üç boyutlu rekonstrüksiyon çalışmaları. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 24: 181–186.

211. Uzunoglu E, Yilmaz Z, Sungur DD, Altundasar E (2015). Retreatability of root canals obturated using gutta-percha with bioceramic, MTA and resin-based sealers. *Iranian Endodontic Journal* 10: 93–98.
212. Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XY (2008). Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *International Endodontic Journal* 41: 288–295.
213. Fariniuk LF, Westphalen VPD, da Silva-Neto UX, Carneiro E, Baratto Filho F, Fidel SR, Fidel RAS (2011). Efficacy of five rotary systems versus manual instrumentation during endodontic retreatment. *Brazilian Dental Journal* 22: 294–298.
214. Joseph M, Ahlawat J, Malhotra A, Rao M, Sharma A, Talwar S (2016). In vitro evaluation of efficacy of different rotary instrument systems for gutta percha removal during root canal retreatment. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* 18: 355–360.
215. Hülsmann M, Rummelin C, Schäfers F (1997). Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: A comparative SEM investigation. *Journal of Endodontics* 23: 301–306.
216. de Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S (2008). Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study-Phase 4: Initial Treatment. *Journal of Endodontics* 34: 258–263.
217. Hülsmann M, Bluhm V (2004). Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *International Endodontic Journal* 37: 468–476.
218. Yılmaz F, Koç C, Kamburoğlu K, Ocak M, Geneci F, Uzuner MB, Çelik HH (2018). Evaluation of 3 Different Retreatment Techniques in Maxillary Molar Teeth by Using Micro-computed Tomography. *Journal of Endodontics* 44: 480–484.
219. Jou YT, Karabucak B, Levin J, Liu D (2004). Endodontic working width: Current concepts and techniques. *Dental Clinics of North America* 48: 323–335.
220. Crozeta BM, Silva-Sousa YTC, Leoni GB, Mazzi-Chaves JF, Fantinato T, Baratto-

- Filho F, Sousa-Neto MD (2016). Micro-Computed Tomography Study of Filling Material Removal from Oval-shaped Canals by Using Rotary, Reciprocating, and Adaptive Motion Systems. *Journal of Endodontics* 42: 793–797.
221. Crozeta BM, Chaves de Souza L, Correa Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD, Jaramillo DE, Silva RM (2020). Evaluation of Passive Ultrasonic Irrigation and GentleWave System as Adjuvants in Endodontic Retreatment. *Journal of Endodontics* 46: 1279–1285.
222. Keleş A, Şimşek N, Alçin H, Ahmetoglu F, Yologlu S (2014). Retreatment of flat-oval root canals with a self-adjusting file: An SEM study. *Dental Materials Journal* 33: 786–791.
223. Rechenberg DK, Paqué F (2013). Impact of cross-sectional root canal shape on filled canal volume and remaining root filling material after retreatment. *International Endodontic Journal* 46: 547–555.
224. da Rosa RA, Santini MF, Cavenago BC, Pereira JR, Duarte MAH, Só MVR (2015). Micro-CT evaluation of root filling removal after three stages of retreatment procedure. *Brazilian Dental Journal* 26: 612–618.
225. Costa EL, Sponchiado-Júnior EC, Garcia LFR, Marques AAF (2018). Effect of large instrument use on shaping ability and debris extrusion of rotary and reciprocating systems. *Journal of investigative and clinical dentistry* 9.
226. Velozo C, Silva S, Almeida A, Romeiro K, Vieira B, Dantas H, Sousa F, De Albuquerque DS (2020). Shaping ability of XP-endo Shaper and ProTaper Next in long oval-shaped canals: a micro-computed tomography study. *International Endodontic Journal* 53: 998–1006.
227. Özyürek T, Özsezer Demiryürek E (2017). Incidence of Dentinal Defects after Preparation with Different Nickel Titanium Rotary File Systems. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences* 23: 83–88.
228. İnce Yusufoglu S, Özçelik M, Arı Aydınbelge H (2015). Farklı eğe sistemlerinin kök kanallarından kalsiyum hidroksiti uzaklaştırmadaki etkinliklerinin değerlendirilmesi.

Selcuk Dental Journal 2: 122–122.

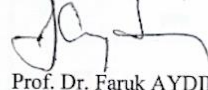
229. Manuel (y.y.). Protaper Next. *Dentsply Sirona*. Available at: <https://www.dentsplysirona.com/tr-tr/kesfet/endodonti/protaper-next-doner-egeler.html>. .
230. Libonati A, Montemurro E, Nardi R, Campanella V (2018). Percentage of Gutta-percha-filled Areas in Canals Obturated by 3 Different Techniques with and without the Use of Endodontic Sealer. *Journal of Endodontics* 44: 506–509.
231. Skinner RL, Himel VT (1987). The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha with and without the use of sealers. *Journal of Endodontics* 13: 315–317.
232. Niemi TK, Marchesan MA, Lloyd A, Seltzer RJ (2016). Effect of Instrument Design and Access Outlines on the Removal of Root Canal Obturation Materials in Oval-shaped Canals. *Journal of Endodontics* 42: 1550–1554.
233. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X (2007). Outcome of Root Canal Obturation by Warm Gutta-Percha versus Cold Lateral Condensation: A Meta-analysis. *Journal of Endodontics* 33: 106–109.
234. Moeller L, Wenzel A, Wegge-Larsen AM, Ding M, Kirkevang LL (2013). Quality of root fillings performed with two root filling techniques. An in vitro study using micro-CT. *Acta odontologica Scandinavica* 71: 689–696.
235. Ben-Amar A (1995). Removal of overextended gutta-percha root canal fillings in endodontic failure cases. *Journal of Endodontics* 21: 287–288.
236. Lipski M, Woźniak K (2003). In Vitro Infrared Thermographic Assessment of Root Surface Temperature Rises During Therafil Retreatment Using System B. *Journal of endodontics* 29: 413–415.
237. Lee FS, Van Cura JE, Begole E (1998). A comparison of root surface temperatures using different obturation heat sources. *Journal of Endodontics* 24: 617–620.
238. Allen RK, Newton CW, Brown CE (1989). Statistical Analysis of Surgical and Nonsurgical Endodontic Retreatment Cases 15: 261–266.

239. Romeiro K, de Almeida A, Cassimiro M, Gominho L, Dantas E, Chagas N, Velozo C, Freire L, Albuquerque D (2020). Reciproc and Reciproc Blue in the removal of bioceramic and resin-based sealers in retreatment procedures. *Clinical Oral Investigations* 24: 405–416.
240. Özyürek T, Ozsezer Demiryurek E (2017). Comparison of the Effectiveness of Different Techniques for Supportive Removal of Root Canal Filling Material. *European Endodontic Journal* 1: 6.
241. Giuliani V, Cocchetti R, Pagavino G (2008). Efficacy of ProTaper Universal Retreatment Files in Removing Filling Materials during Root Canal Retreatment. *Journal of Endodontics* 34: 1381–1384.
242. Betti L V., Bramante CM (2001). Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *International Endodontic Journal* 34: 514–519.
243. Manual (y.y.). Protaper Universal Retreatment. *Dentsply Sirona*. Available at: <https://www.dentsplysirona.com/en-ca/products/endodontics/retreatment.html/Endodontics/Retreatment-&Special-Cases/Retreatment-Files/ProTaper-Universal-Retreatment-Files/p/TUL-PTURTDAST/c/CAT-00087002.html>. .
244. Aslan T, Üstün Y, Şahin S, Çınar F (2018). PROTAPER UNIVERSAL RETREATMENT SİSTEMİ KULLANILARAK YAPILAN TEKRARLAYAN KANAL TEDAVİLERİ ve ÜÇ YILLIK TAKİPLERİ: İKİ OLGU SUNUMU. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 81–87. doi:10.17567/ataunidfd.410467.
245. Hassanloo A, Watson P, Finer Y, Friedman S (2007). Retreatment efficacy of the Epiphany soft resin obturation system. *International Endodontic Journal* 40: 633–643.
246. Wilcox LR, Krell K V., Madison S, Rittman B (1987). Endodontic retreatment: Evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. *Journal of Endodontics* 13: 453–457.

247. Karamifar K, Mehrasa N, Pardis P, Saghiri MA (2017). Cleanliness of canal walls following gutta-percha removal with hand files, race and race plus XP-endo finisher instruments: A photographic in vitro analysis. *Iranian Endodontic Journal* 12: 242–247.
248. Bernardes RA, Duarte MAH, Vivan RR, Alcalde MP, Vasconcelos BC, Bramante CM (2016). Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *International Endodontic Journal* 49: 890–897.
249. Ezzie E, Fleury A, Solomon E, Spears R, He J (2006). Efficacy of retreatment techniques for a resin-based root canal obturation material. *Journal of Endodontics* 32: 341–344.
250. Kakoura F, Pantelidou O (2018). Retreatability of root canals filled with Gutta percha and a novel bioceramic sealer: A scanning electron microscopy study. *Journal of Conservative Dentistry* 21: 632–636.

EKLER

EK-1

	T.C. KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ KTÜ TIP FAKÜLTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL BAŞKANLIĞI
Sayı : 24237859-8	14.12.2018
Konu: Etik Kurul onay belgesi	
Sayın; Prof. Dr. Tamer TAŞDEMİR Endodonti ABD.	
“Biyoseramik Esaslı Kanal Patlarının Retreatment Esnasında Kanal Duvarlarından Sökülebilirliğinin İncelenmesi” başlıklı etik kurul 2018/258 protokol numaralı tez çalışma önerisi raportör ve etik kurul görüşleri doğrultusunda; tıbbi etik açıdan uygun olduğuna karar verilmiştir.	
Bilginizi ve gereğini rica ederim.	
	 Prof. Dr. Faruk AYDIN Etik kurul Başkanı
Ek: 1 adet onay belgesi	
	ASLININ AYNIYDIR  Şerafettin YILMAZ Etik Kurul Sekreteri
61080 – Trabzon / TÜRKİYE Tel: +90 (462) 377 5403 Faks: +90(462)325 2270 Elektronik Ağ: www.ktu.edu.tr	
Ayrıntılı Bilgi İçin İrtibat Şerafettin YILMAZ e posta: serafettinyilmaz@ktu.edu.tr	

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Soyadı, Adı : ESEN MUTLU, Sinem
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti
Doğum Tarihi ve Yeri : 04.07.1992 Muğla
Telefon (İş) : 0(462) 377 4799
E-Posta : sinemis.en@hotmail.com
Yazışma Adresi (İş) : sinemesen@ktu.edu.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık	KTÜ Diş Hekimliği Fakültesi	2021
Lisans	Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2015
Lise	Muğla Anadolu Öğretmen Lisesi	2010

AKADEMİK/MESLEKİ DENEYİMİ

Görevi	Kurum	Süre (Yıl -Yıl)
1. Arş. Gör.	19 Mayıs Üniversitesi	2017-2017

YABANCI DİL

İngilizce

UZMANLIK ALANI

Endodonti