

**T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİMDALI**

**OVAL ŞEKİLLİ KANALLARIN TEKRARLAYAN
TEDAVİLERİNDE FARKLI TEKNİKLERİN KÖK KANAL
DOLGUSUNU UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Ecehan HAZAR

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Baran Can SAĞLAM

Doç. Dr. Özgür İlke ATASOY ULUSOY

ZONGULDAK

2018

**T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİMDALI**

**OVAL ŞEKİLLİ KANALLARIN TEKRARLAYAN
TEDAVİLERİNDE FARKLI TEKNİKLERİN KÖK KANAL
DOLGUSUNU UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Ecehan HAZAR

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Baran Can SAĞLAM

Doç. Dr. Özgür İlke ATASOY ULUSOY

ZONGULDAK

2018

KABUL ve ONAY :

‘OVAL ŞEKİLLİ KANALLARIN TEKRARLAYAN TEDAVİLERİNDE FARKLI TEKNİKLERİN KÖK KANAL DOLGUSUNU UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ’ başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Endodonti Anabilim Dalı doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

26.04.2018

Başkan: Doç.Dr. Özgür İlke ATASOY ULUSOY

Üye: Doç.Dr. Baran Can SAĞLAM

Üye: Prof.Dr. Özgür UZUN

Üye: Doç.Dr. Sibel KOÇAK

Üye: Doç.Dr. Mustafa Murat KOÇAK

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Sabri CORA

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

TARİH:20.04.2018

Prof. Dr. V. Haktan ÖZAKMAK

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Doktora eğitimim süresince bilgisini ve tecrübelerini paylaşan, tez çalışmam sırasında bana yol gösteren, her aşamasında yardım eden değerli doktora danışman hocam Doç. Dr. Baran Can Sağlam'a,

Tez çalışmalarımın yürütülmesi ve değerli fikirleriyle doktora tezime katkıda bulunan doktora ikinci danışman hocam Doç. Dr. Özgür İlke Atasoy Ulusoy'a,

Doktora programının açılmasında büyük emeği geçen, her zaman bana destek olan, bilgi ve tecrüberinden faydalandığım değerli hocalarım Doç. Dr. Sibel Koçak ve Doç. Dr. M. Murat Koçak'a,

Eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, değerli hocalarım Endodonti Anabilim Dalı başkanı Prof. Dr. Emre Bodrumlu ve Doç. Dr. Sevinç Aktemur Türker'e,

Doktora hayatım ve tez aşaması boyunca yanımda olan dostlarım Dt. Olcay Özdemir, Uzm. Dt. Burcu Bilgin, Dr. Dt. Sinem Akgül, Dr. Dt. Gaye Sağlam ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Tez çalışmama maddi destek sağlayan Bülent Ecevit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne, çalışmamın istatistiksel değerlendirmelerinde büyük emeği olan Dr. Öğr. Üyesi Fürüzan Köktürk'e, laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımları için Uzm. Koray Alper ve Dr. Arda Büyüksungur'a,

Fikirlerime her zaman saygı gösteren, desteğini ve sevgisini benden esirgemeyen hayat arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Hazar'a,

Sayılsız fedakarlıkla beni bugüne getiren, güçlü ve özgür bir birey olmamı sağlayan babam İsmail Demir ve annem merhume Nurhan Demir'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ecehan HAZAR

Mart, 2018

ÖZET

Ecehan HAZAR. Oval Şekilli Kanalların Tekrarlayan Tedavilerinde Farklı Tekniklerin Kök Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. Bülent Ecevit Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Zonguldak, 2018.

Kök kanal tedavisi başarısız olduğunda, ilk tedavi seçeneği olarak cerrahi olmayan tekrarlayan endodontik tedavi tercih edilir. Çalışmalar, kök kanal dolgusunun tamamen uzaklaştırılmadığını göstermektedir. Bu çalışmada, 3 farklı değerlendirme yöntemi kullanılarak, oval şekilli kanallarda, aktivasyon yöntemlerinin kök kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmada 40 adet mandibular molar dişin oval şekilli distal köküne kök kanal dolgusu yapıldı. Ardından döner sistem eğeleri ile kök kanal dolgusu söküldü. Aktivasyon prosedürlerine göre rastgele kontrol ve üç deney grubuna ayrıldı. Deney gruplarında Pasif ultrasonik irrigasyon (PUI), Self adjusting file (SAF) ve XP endo finisher (XPF) aktivasyonları yapıldı. Artık kök kanal dolgusu mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT) ve dijital radyografi ile yüzdesel olarak değerlendirildi, alınan SEM görüntülerinde ise skorlandı.

Mikro-BT analizinde; PUI, SAF ve XPF gruplarında kontrol grubundan daha fazla artık kök kanal dolgusu izlendi ($p<0.05$). Mikro-BT ve dijital radyografi analizinde deney grupları arasında anlamlı fark görülmedi ($p>0.05$). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, XPF tüm değerlendirme yöntemlerinde daha fazla artık kök kanal dolgusunu uzaklaştırdı ($p<0.05$). Değerlendirme yöntemlerinden hiçbirinde SAF ve PUI grupları arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$). SEM değerlendirmesinde tüm gruplarda apikal bölgede daha yüksek skorlar izlendi ($p<0.05$). Aktivasyon yöntemlerinin hiçbirinde kök kanal dolgusu tamamen uzaklaştırılmamıştır. Mikro-CT analizi, radyografik değerlendirmeden daha ayrıntılı veriler sağlamıştır. Aktivasyon yöntemleri kök kanal temizliğini artırmıştır. XPF ile diğer aktivasyon yöntemlerine göre daha temiz kanal duvarları elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Tekrarlayan tedavi, Pasif ultrasonik irrigasyon, Self Adjusting File, XP Endo finisher, Mikro-BT, Dijital radyografi, Taramalı elektron mikroskobu.

ABSTRACT

Ecehan HAZAR. Evaluation of the efficacy of different techniques in removal of root canal filling during retreatment of oval shaped root canals. Bulent Ecevit University, Institute of Health Sciences, Department of Endodontics, PhD Thesis, Zonguldak, 2018.

When initial root canal treatment fails, non-surgical treatment is preferred as the first treatment option. Studies showed that filling material can not be completely removed from the root canal system. The aim of this study is compare the efficacy of different irrigation activation methods to remove root canal obturation material from oval shaped root canals by use 3 different evaluation methods.

Forty oval shaped distal canals from mandibular first molars were filled. Each distal canals were retreated with rotary retreatment files. Then all specimens were randomly assigned to one control and three experimental groups according to the activation procedures: Passive Ultrasonik Irrigation (PUI), Self Adjusting File (SAF) and XP Endo Finisher (XPF). The percentage of removed filling material was assessed by means of micro computed tomography and digital radiographic imaging. Root canal walls were examined and scored in three regions, apical, middle and coronal by using SEM.

PUI, SAF and XPF activation in assessed micro-CT analyses improved root canal cleanliness when compared to control group ($p < 0.05$). There was no significant difference between the PUI, SAF and XPF groups in both micro-CT analysis and digital radiographic analysis ($p > 0.05$). When compared to control group, XPF activation technique removed more residual filling in all evaluation methods ($p < 0.05$). There was no difference between the SAF and PUI groups in any of the evaluation methods ($p > 0.05$). SEM evaluation showed higher scores in apical region in all groups ($p < 0.05$). None of the activation techniques removed root canal remnants completely ($p < 0.05$). Micro-CT provided more detailed data than digital radiography. The use of activation methods reduces the amount of residual filling material. When XPF activation method was used, cleaner root canal walls were observed than other activation methods.

Keywords: Retreatment, Passive ultrasonic irrigation, Self Adjusting File, XP Endo finisher, Micro-CT, Digital radiography, Scanning electron microscopy.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL ve ONAY:	iii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİL DİZİNİ	xi
TABLO DİZİNİ	xiv
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Kök Kanal Tedavisinin Başarısızlık Sebepleri.....	4
2.1.1. Mikrobiyal sebepler	4
2.1.1.1. İntraradiküler enfeksiyon	4
2.1.1.2. Ekstraradiküler enfeksiyon.....	5
2.1.2. Mikrobiyal olmayan sebepler	6
2.1.2.1. Mikrobiyal olmayan endojen sebepler	6
2.1.2.2. Mikrobiyal olmayan ekzojen sebepler	7
2.1.3. Çatlak ve kırık dişler.....	7
2.1.4. Yanlış teşhis ve tedavi	8
2.1.5. Skar dokusuyla iyileşme ve nöropatik problemler	8
2.2. Endodontide Başarı ve Başarısızlığın Değerlendirilmesi.....	9
2.3. Başarısız Olmuş Kök Kanal Tedavilerinde Tedavi Planlaması	11
2.4. Tekrarlayan Kök Kanal Tedavilerinde Başarıyı Etkileyen Faktörler.....	12
2.4.1. Hasta ile ilgili faktörler.....	12
2.4.2. Diş ile ilgili anatomik faktörler	12
2.4.3. Tedavi ile ilgili faktörler.....	14
2.5. Cerrahi Olmayan Tekrarlayan Kök Kanal Tedavilerinde Başarı	15
2.6. Başarısız Olmuş Kök Kanal Tedavilerinin Yenilenmesi	16
2.6.1. Tekrarlayan tedavilerde koronal restorasyonun uzaklaştırılması	16
2.6.2. Tekrarlayan kök kanal tedavilerinde patların ve simanların uzaklaştırılması	17
2.6.2.1. Kanal dolgu simanlarının uzaklaştırılması.....	17
2.6.2.2. Kök kanal patlarının uzaklaştırılması.....	17

2.6.3. Güta perkanın kök kanalından uzaklaştırılması.....	18
2.6.3.1. Güta perkanın kök kanalından uzaklaştırılmasında kullanılan kök kanal aletleri	19
2.6.3.2. Güta perkanın kök kanalından uzaklaştırılmasında kullanılan yöntemler	21
2.7. Tekrarlayan Kök Kanal Tedavisi Sonrası Artık Kalan Kök Kanal Dolgusu ve Debrisin Uzaklaştırma Yöntemleri.....	24
2.7.1. El eğeleri ile şırınga irrigasyonu ile artık kök kanal temizliğinin artırılması. 25	
2.7.2. Negatif basınçlı irrigasyon ile artık kök kanal dolgusunun ve debrisin uzaklaştırılması.....	26
2.7.3. Sonik irrigasyon ile artık kök kanal dolgusunun ve debrisin uzaklaştırılması.....	26
2.7.4. Ultrasonik irrigasyon ile artık kök kanal dolgusunun ve debrisin uzaklaştırılması.....	27
2.7.5. XP Endo Finisher artık kök kanal dolgusunun ve debrisin uzaklaştırılması.....	27
2.7.6. Self Adjusting File ile artık kök kanal dolgusunun ve debrisin uzaklaştırılması.....	28
2.8. Tekrarlayan Kök Kanal Tedavilerinde Kalan Artık Kök Kanal Dolgusunun Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler	29
2.8.1. Radyografik yöntem ile kalan kök kanal dolgusunun ve debrisin incelenmesi	29
2.8.2. Enstrümanların izlenmesiyle kalan kök kanal dolgusunun değerlendirilmesi	30
2.8.3. Dokunma duyusu ile kalan kök kanal dolgusunun değerlendirilmesi	30
2.8.4. Solvent emdirilmiş kağıt koni ile kalan kök kanal dolgusunun değerlendirilmesi	31
2.8.5. Operasyon mikroskobu ile kalan kök kanal dolgusunun değerlendirilmesi	31
2.8.6. Mikro bilgisayarlı tomografi ile kalan kök kanal dolgusunun ve debrisin incelenmesi	31
2.8.7. Steromikroskop ile kalan kök kanal dolgusunun ve debrisin incelenmesi	32

2.8.8. Taramalı elektron mikroskobu ile kalan kök kanal dolgusunun ve debrisin incelenmesi	33
2.8.9. Konik ışınlibilgisayarlı tomografi ile kalan kök kanal dolgusunun ve debrisin incelenmesi	33
2.8.10. Şeffaflaştırma ile kalan kök kanal dolgusunun ve debrisin incelenmesi	34
2.9. Oval Şekilli Kanalların Kök Kanal Tedavisi.....	34
3. GEREÇ VE YÖNTEM	36
3.1. Etik Kurul Onayı	36
3.2. Dişlerin Seçimi ve Saklanması.....	36
3.3. Örneklerin Hazırlanması	38
3.3.1. Kök kanal preparasyonları	38
3.3.2. Kök kanal dolgusu	38
3.4. Başlangıç Dijital Radyografilerinin Alınması	39
3.5. Başlangıç Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT) Görüntülerin Alınması	40
3.6. Kök Kanal Dolgularının Sökümü.....	41
3.7. Deney Gruplarının Oluşturulması	41
3.7.1. Kontrol grubunun hazırlanması (Grup 1)	42
3.7.2. Pasif Ultrasonik İrrigasyon grubunun hazırlanması (Grup 2)	42
3.7.3. Self Adjusting File grubunun hazırlanması (Grup 3)	43
3.7.4. XP Endo Finisher grubunun hazırlanması (Grup 4).....	44
3.8. Final Dijital Radyografilerin ve Final Mikro Bilgisayarlı Tomografilerin Alınması	44
3.9. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Görüntülerinin Alınması.....	45
3.10. Kalan Dolgu Miktarlarının Değerlendirmesi	45
3.10.1. Dijital radyografik metod.....	45
3.10.2. Mikrobilgisayarlı tomografi analizi (mikro-BT)	46
3.10.3. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirme (SEM).....	46
3.11. İstatistiksel Yöntem	47
4. BULGULAR.....	48
4.1. Mikro Bilgisayarlı Tomografi Değerlendirmesine Ait Bulgular.....	48
4.2. Dijital Radyografik Değerlendirmeye Ait Bulgular	51
4.3. Taramalı Elektron Mikroskobu Değerlendirmesine Ait Bulgular.....	53
4.4. Mikro-BT ve Dijital Radyografi Değerlendirmeleri Arasında Korelasyon Analizi .	62

5. TARTIŞMA	64
6. SONUÇLAR	77
7. KAYNAKLAR	78
8. EKLER.....	102
EK 1. Etik Kurul Onayı.....	102
9. ÖZGEÇMİŞ	103



SİMGELER VE KISALTMALAR

µm	Mikrometre
°C	Santigrad Derece
BT	Bilgisayarlı Tomografi
CBCT	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
DRG	Dijital Radyografi
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
kHz	Kilohertz
kVp	Kilovolt pik
mA	Miliamper
Mikro-BT	Mikro Bilgisayarlı Tomografi
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
Ncm	Newton santimetre
Nd:YAP	Neodmiyum:Yttrium-Aluminum-Perovskite
Nd:YAG	Neodmiyum:Yttrium-Aluminum-Garnet
NiTi	Nikel Titanyum
PUI	Pasif Ultrasonik İrrigasyon
Rpm	Dakikadaki tur sayısı
RVG	Radyovizyografi
SAF	Self Adjusting File
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
XPF	XP Endo Finisher

ŞEKİL DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Oval şekilli kök kanal CBCT görüntüsü.....	37
Şekil 2. Separe ile ayrılan alt molar dişin distal kökü.....	37
Şekil 3. Bukkolingual ve meziodistal yönden alınan dijital radyografiler.....	37
Şekil 4. Gruplardan birine ait örneklerin görüntüsü.....	38
Şekil 5. Örneklerin ependorf tüpünde distile su içinde saklanması	39
Şekil 6. Distal köklerden dijital radyografi alınması	40
Şekil 7. Kök kanal dolgusu yapıldıktan sonra alınan dijital radyografiler.....	40
Şekil 8. Mikro bilgisayarlı tomografi cihazı.	41
Şekil 9. Ultrasonik cihaz ve ultrasonik irrigasyon ucu	43
Şekil 10. RDT3-NX başlık endomotor ve Vatea haznesi	43
Şekil 11. XPF irrigasyon aktivasyon eğesinin oda sıcaklığında ve soğutulduktan sonra görüntüsü	44
Şekil 12. SEM analizi için hazırlanan distal kök	45
Şekil 13. Taramalı elektron mikroskobu görüntüsü.....	47
Şekil 14. Mikro bilgisayarlı tomografi analizine göre kalan artık dolgu miktarının gruplara göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).	49
Şekil 15. Kontrol grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan mikro-BT görüntüleri.....	50
Şekil 16. PUI grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan mikro-BT görüntüleri.....	50
Şekil 17. SAF grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan mikro-BT görüntüleri.....	50
Şekil 18. XPF grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan mikro-BT görüntüleri.....	51
Şekil 19. Dijital radyografik değerlendirmeye göre kalan artık dolgu miktarının gruplara göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).	52
Şekil 20. Kontrol grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan dijital radyografiler.	52

Şekil 21. PUI grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan dijital radyografiler.	52
Şekil 22. SAF grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan dijital radyografiler.	53
Şekil 23. XPF grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan dijital radyografiler.	53
Şekil 24. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin koronal üçlüde gruplara göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).	54
Şekil 25. Koronal üçlüde sırasıyla kontrol, PUI, SAF ve XPF gruplarına ait SEM görüntüleri ($\times 1000$).	55
Şekil 26. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin orta üçlüde gruplara göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).	56
Şekil 27. Orta üçlüde sırasıyla kontrol, PUI, SAF ve XPF gruplarına ait SEM görüntüleri ($\times 1000$).	56
Şekil 28. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin apikal üçlüde gruplara göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).	57
Şekil 29. Apikal üçlüde sırasıyla kontrol, PUI, SAF ve XPF gruplarına ait SEM görüntüleri ($\times 1000$).	58
Şekil 30. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin kontrol grubunda bölgelere göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).	59
Şekil 31. Kontrol grubuna ait bir örneğin koronal orta ve apikal üçlü SEM görüntüsü ($\times 1000$).	59
Şekil 32. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin PUI grubunda bölgelere göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).	60
Şekil 33. PUI grubuna ait bir örneğin koronal orta ve apikal üçlü SEM görüntüsü ($\times 1000$).	60
Şekil 34. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin SAF grubunda bölgelere göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).	61
Şekil 35. SAF grubuna ait bir örneğin koronal orta ve apikal üçlü SEM görüntüsü ($\times 1000$).	61

- Şekil 36. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin XPF grubunda bölgelere göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir). 62
- Şekil 37. XPF grubuna ait bir örneğin koronal orta ve apikal üçlü SEM görüntüsü (×1000). 62



TABLO DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 1. Grupların adı ve içerikleri.....	42
Tablo 2. Gruplara ait ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum kalan artık dolgu miktarı değerleri ($p=0.008$) (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).	49
Tablo 3. Gruplara ait ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum kalan artık dolgu yüzdesi değerleri ($p=0.008$) (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).	51
Tablo 4. Bölgelere ait skor değerlerinin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri.	53
Tablo 5. Tüm gruplar için mikro-BT analizi ve dijital radyografi değerlendirilmesi arasındaki korelasyon analizi.	63

1.GİRİŞ

Başarılı bir endodontik tedavi; kök kanal sisteminden enfekte ve nekrotik pulpa dokusunun temizlenmesi, mikroorganizmaların elimine edilmesi ve yeniden enfeksiyon gelişimini önlemek için kök kanalının üç boyutlu olarak doldurulması ile sağlanmaktadır (1). Kök kanal tedavilerinde %90'ın üzerinde başarı elde edilmesine rağmen tedavi prensiplerine dikkat edilmediği takdirde başarısızlıkla karşılaşmak mümkündür (2). Kök kanal tedavisinin başarısızlığı, klinik ve radyografik bulgular ile değerlendirilmektedir. Başarısızlığın ana nedeni; kök kanallarının yetersiz temizlenmesi ve tam tıkama sağlayamayan kök kanal dolgusuna bağlı olarak yeniden enfeksiyon gelişmesidir (3). Günümüzde endodontik tedavinin başarısız olduğu durumlarda apikal cerrahi uygulamaları yerine endodontik tedavinin yenilenmesi ön plana çıkmaktadır.

Mandibular molarların distal kanallarının enine kesitleri sıklıkla oval şekildedir (4). Birçok çalışma enstrümantasyon yönteminden bağımsız olarak oval şekilli kanallarda enstrümanların tüm dentin yüzeyine temas etmediğini, enfekte dentini bütünüyle kaldırmadığını göstermiştir (5-7). Enstrümantasyonun yetersiz yapıldığı durumlarda kanal içerisindeki enfekte dentin, patojen bakteriler ve toksinleri tamamen uzaklaştırılamamaktadır. Buna ilave olarak oval şekilli kanallarda kök kanallarının tamamen doldurulması oldukça güçtür (8). Yeterli tıkama sağlanamayan kök kanal dolgularında, zamanla kanal dolgusu boyunca sızıntı meydana gelebilmekte ve kök kanalı içerisindeki bu boşluklarda bakteriler tekrar çoğalarak enfeksiyon oluşturabilmektedir.

Tekrarlayan endodontik tedavilerde kök kanal dolgusu uzaklaştırılmalı, dezenfeksiyon sağlanmalı, kök kanalı endodontik tedavi prensiplerine uygun şekilde yeniden şekillendirilmeli ve hermetik olarak doldurulmalıdır (2). Tekrarlayan tedavilerde kök kanal dolgusu sökümü sonrası kalan artık güta perka, kanal patı ve debris; nekrotik doku ve mikroorganizmalar içerir. Bu organik ve inorganik materyal inatçı enfeksiyonlara sebep olabilir. Bu nedenle dentin duvarları ve dentin tübülleri mümkün olduğunca artık materyalden temizlenmelidir. Yapılan birçok çalışmada kök kanallarında artık güta perka, kanal patı ve debrisin tamamen uzaklaştırılamadığı gösterilmiştir (9-11). Tekrarlayan tedavilerde irrigasyon aktivasyon yöntemleri gibi

ek prosedürlerle temizleme etkinliği artırılmaya çalışılmaktadır (9,11). Bu amaçla sonik ve ultrasonik irrigasyon, lazer ile aktivasyon, manuel dinamik aktivasyon gibi teknikler kullanılabilir.

Ultrasonikler endodontide sıklıkla irrigasyon solüsyonlarının aktivasyonu için kullanılırlar. İrrigasyon solüsyonlarında oluşturdukları akustik dalgalanma ve kavitasyon ile temizlenmesi güç olan anatomik bölgelerin (ramifikasyon, istmus, lateral kanallar vb.) ve dentin tübüllerinin temizlenebilirliğini artırmayı amaçlar. Tekrarlayan endodontik tedavide gutta perkanın uzaklaştırılmasında şırınga ile yapılan irrigasyonla kıyaslandığında, pasif ultrasonik irrigasyon tekniği birçok çalışmada başarılı bulunmuştur (11,12).

Self adjusting file (SAF) bükülebilen kafes şeklinde dizayna sahiptir. Kafes yüzeyi abrazivdir, dentin duvarlarından aşındırma yapar. Kök kanalı içinde ilerlerken kendini kanalın şekline adapte eder, dentin duvarlarına hafif baskı uygular ve uygulama sırasında düşük basınçla devamlı irrigasyon yapar. Oval şekilli kanallarda diğer döner sistemler ile kıyaslandığında daha fazla dentin duvarına temas eder (13). Yapılan çalışmalarda SAF'ın kök dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra dentin duvarlarının temizlenme etkinliğini artırdığı gösterilmiştir (14-16).

XP Endo Finisher güncel bir irrigasyon aktivasyon egesidir. Şekillendirme yapmaksızın dentin duvarından smear tabakasını, debris ve nekrotik dokuları uzaklaştırmayı amaçlar. '0' konisitede ISO #25 ege çapında nikel titanyum alaşımından üretilmiş oldukça esnek bir egedir. Üretici firmanın iddiasına göre, kendi etrafında 6 mm çapında salınım hareketi sayesinde hem dar hem de geniş kanallarda tüm dentin duvarlarına temas etmektedir. Debrisi, kök kanal medikamanlarını ya da tekrarlayan tedavi sonrası artık dolgu materyalini ve patı uzaklaştırabilmektedir (17).

Tekrarlayan tedavilerde kalan dolgu materyalini değerlendirmek için farklı görüntüleme teknikleri vardır (9). Dijital radyografiler kolay ulaşılabilir ve tekrarlanabilir yöntemdir. Klinik ve deneysel çalışmalarda artık kalan kök kanal dolgusu dijital radyografiler ile incelenmektedir (18-20). Radyasyon dozu, konvansiyonel radyografilerden ve konik ışınli bilgisayarlı tomografiden daha düşüktür.

Taramalı Elektron mikroskobu (SEM), in vitro çalışmalarda dentin yüzeyinin büyütme altında görüntülenmesinde kullanılır. Tekrarlayan tedavilerde dentin tübüllerinden uzaklaştıramayan dolgu materyali SEM ile incelenebilir.

Mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-BT), destrüktif ya da invaziv olmayan güncel bir görüntüleme yöntemidir. 3 boyutlu inceleme imkanı sağlar ve tekrarlanabilir bir tekniktir. Diş yapılarının ve kök kanal dolgusunun hacmi bu görüntüleme yöntemi ile hesaplanabilir.

Literatüre bakıldığında; bugüne kadar oval şekilli kanallarda tekrarlayan tedavilerde pasif ultrasonik irrigasyon, Self Adjusting File ve XP Endo Finisher aktivasyon yöntemlerinin, mikro bilgisayarlı tomografi, radyografi ve taramalı elektron mikroskobu ile karşılaştırıldığı çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızın amacı oval şekilli kök kanallarında tekrarlayan tedavi sonrası Pasif Ultrasonik Irrigasyon, Self Adjusting File ve XP Endo Finisher aktivasyon yöntemlerinin artık kalan kök kanal dolgusu miktarı üzerine etkisinin 3 değerlendirme yöntemi (Dijital radyografi, Mikro bilgisayarlı tomografi, Taramalı elektron mikroskobu) ile araştırılmasıdır.

Hipotezlerimiz;

1. Tekrarlayan kök kanal tedavilerinde uygulanan aktivasyon yöntemlerinin artık kök kanal dolgu miktarını azaltması,
2. Tekrarlayan kök kanal tedavilerinde uygulanan aktivasyon yöntemleri arasında artık kök kanal dolgu miktarı açısından fark olmaması çalışmamızın hipotezlerini oluşturmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanal Tedavisinin Başarısızlık Sebepleri

2.1.1. Mikrobiyal sebepler

Endodontik tedavi görmüş dişlerde başarısızlığın en büyük nedeninin, tedavi sonrası canlılığını devam ettiren mikroorganizmalar olduğu gösterilmiştir (21). Kök kanal dolgusu yapılmış dişlerde kök kanalı içerisinde ve periapikal dokularda mikroorganizmalar hayatta kalabilmektedir (22). Kök kanal tedavisi yapıldıktan sonra enfekte olan dişlerin mikrobiyal florası, kök kanal tedavisi yapılmamış enfekte dişlerden farklıdır. Birincil enfeksiyonlarda gram (-) anaerobik çubukların baskın olduğu polimikrobiyal flora vardır. Enfekte kök kanalında 10-30 çeşit tür bakteri ve 10^3 - 10^8 bakteri hücresi bulunabilir (23). En sık rastlananlar *Trepenoma* türleri, *Tannerella forsyhia*, *Porphyromonas* türleri, *Dialister* türleri, *Filifactor alocis*, *Pseudoramibacter alactolyticus*, *Fusobacterium nucleatum*, *Pyramidobacter piscolens*, *Synergistes* türleri, *Eikenella corrodens*, *Prevotella* türleri, *Olsenella* türleri, *Parvinomanas micra*, *Peptostreptococcus* türleri ve *Camphylobacter* türleridir (24). Kök kanal tedavisi sonrası görülen inatçı ya da sekonder enfeksiyonlarda ise sıklıkla gram (+) fakültatiflerin yer aldığı 1 ila 5 tür ve 10^2 - 10^5 bakteri hücresi bulunur (25). En sık görülen türler *Enterococcus faecalis*, *Streptekok* türleri, *Pseudoramibacter alactolyticus*, *Propipnibacterium propionicum*, *Filifactor alocis*, *Dialister* türleri, *Actinomyces* türleri, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Enterik* çomaklardır (24).

2.1.1.1. İntraradiküler enfeksiyon

Kök kanal tedavisi yapılmış dişlerde görülen apikal periodontitis sıklıkla mikrobiyal kaynaklıdır. Kök kanal tedavisi iyi yapılmış görünen dişlerde dahi mikroorganizmalar varlığını sürdürebilmekte ve enfeksiyona neden olabilmektedir.

Bakterilerin kök kanal sistemine girme zamanına göre intraradiküler

enfeksiyon dirençli ya da sekonder olabilir. Dirençli enfeksiyon, ilk tedavinin yapıldığı sırada bulunan, başarıyla ortadan kaldırılamayan veya kontrol edilemeyen bakterilerden kaynaklanır. Sekonder enfeksiyon ise tedavi öncesi kök kanalında bulunmayan ancak tedavi sırasında aseptik çalışılmadığında ya da restorasyon sızdırdığında kök kanalına giren bakteriler tarafından oluşturulur.

Kültür, mikroskop ve moleküler yöntem çalışmalarında, başarısız kök kanal tedavileri yüksek oranda intraradiküler enfeksiyonla ilişkili bulunmuştur (26-28). Dirençli radiküler enfeksiyona neden olan dirençli bakteriler genellikle kök kanal enstrümanları ve irriganlarının erişemediği ulaşılması zor alanlarda bulunur. Bu alanlar dentin tübülleri, lateral kanallar, istmuslar ve apikal ramifikasyonlardır (29).

Kök kanal tedavisi sonrası başarısızlığın en yaygın nedeninin; sekonder enfeksiyonlardan ziyade dirençli bakterilerin olduğuna inanmak için güçlü nedenler vardır. Bu nedenlerden biri; kök kanal tedavisi sonrası semptomatik olan dişlerden alınan biyopsi örneklerinde bakterin sıklıkla apikal üçlüde bulunduğu orta ve koronal üçlüde rastlanmadığı gösterilmiştir (26). Diğer nedenler ise; kök kanal dolumu öncesi alınan bakteri kültürlerinde sonuçlar pozitif çıkması (30) ve nekrotik dişlerde kök kanal tedavisinin başarısız olma insidansı vital dişlere nazaran daha düşük olmasıdır (31-33).

2.1.1.2. Ekstraradiküler enfeksiyon

Kök kanal tedavisi öncesi birincil enfeksiyon genellikle intraradiküler alanla sınırlıdır fakat ekstraradiküler alana da yayılım gösterebilir (29). Ekstraradiküler enfeksiyon apikal foramen sınırlarının ötesini ve dış kök yüzeyini sarabilir (34, 35). Kök kanal tedavisi yapılsa da kök yüzeyinde biyofilm oluşturup mineralize olabilir ve semptomları devam ettirebilirler (29,35). Biyofilmi parçalamak ve mikroorganizmaları ortadan kaldırmak için endodontik irrigan ve medikamanların periradiküler dokulara taşırılması, sitotoksitelerinden dolayı önerilmemektedir (36). Kök kanal tedavisi ile birlikte cerrahi girişim gerekebilir.

İntraradiküler enfeksiyona bağlı ekstraradiküler enfeksiyon, intraradiküler enfeksiyon sonrasında bakterilerin periradiküler dokuları istilası sonucu görülür (35). Periapikal dokularda konak savunması meydana geldiği için intraradiküler enfeksiyon bileşenleri olmaksızın kendisini sürdüremez. Bağımsız ekstradiküler

enfeksiyonların, intraradiküler bir enfeksiyon tarafından beslenilmediği ve kök kanal tedavisiyle iyileşmediği düşünülmektedir. Bu durum kesin olarak kanıtlanmış değildir (37). Yapılan bir histolojik çalışmada başarısız kök kanal tedavisi olan birçok diş incelenmiş bağımsız ekstraradiküler enfeksiyon bulgusuna rastlanılmamıştır. Ekstraradiküler enfeksiyona rastlanan olgularda, intraradiküler enfeksiyon da bulunmuştur (26). Ayrıca bu konuyla ilgili önemli bir tartışma, cerrahi müdahale ile örnek alınarak mikrobiyolojik olarak incelenen apikal periodontitis lezyonlarının cerrahi işlemler sırasında kontamine olabileceğidir. Kök kanalının apikal kısmında, kanal tedavisinin sonlandırdığı apikal daralımın ilerisinde bulunan bakteriler, cerrahi prosedürler sırasında biyopsi örneğine götürülebilir ve kültür ve moleküler çalışmalarla "ekstraradiküler" bakteriler olarak kabul edilebilirler (38).

2.1.2. Mikrobiyal olmayan sebepler

Moleküler biyoloji teknikleri ve morfolojik çalışmalar, tedavi sonrası apikal periodontitisli kök kanallarının çoğunun intraradiküler veya ekstraküler enfeksiyonlarla ilişkili olduğunu göstermiştir (28,39,40). Bununla birlikte, mikrobiyal olmayan faktörler nedeniyle iyileşmediği düşünülen birkaç vaka bildirisi vardır (41).

2.1.2.1. Mikrobiyal olmayan endojen sebepler

Endojen nedenlere, periapikal gerçek kistler ve kolesterol kristalleri gösterilebilir. Periapikal gerçek kistler etrafı epitel tabakası ile çevrili, kök kanalı ile ilişkide olmayan kistlerdir. Nair ve arkadaşları yaptıkları histopatolojik çalışmada, inceledikleri lezyonların %9'unun periapikal gerçek kist olduğunu bulmuşlardır (42). Gerçek periapikal kistler kök kanalı ile ilişkide olmadığı için kök kanallarında iritanların uzaklaştırılması tek başına yeterli değildir. Tedavileri için cerrahi işlem gerektirirler (35).

Oral kavitede kolesterol kristalleri periapikal kistlerin %29-43'ünde görülür. Kolesterol, neredeyse tüm hayvan dokularında ve hücre zarının yapısında bulunur. Kist duvarlarında birikerek kristalleşir. Kristallerin; (i) lezyon içindeki kan

damarlarının parçalanmış eritrositlerinden; (ii) kronik periapikal lezyonlarda çok sayıda parçalanmış lenfosit, plazma hücreleri ve makrofajlardan ve (iii) dolaşımdaki plazma lipidlerinden salınan kolesterolden oluştuğu düşünülmektedir (43).

2.1.2.2. Mikrobiyal olmayan ekzojen sebepler

Yabancı cisim reaksiyonlarıdır. Kök kanal tedavisi sırasında apikalden itilen dolmuş materyali, kâğıt koni, besin artıkları örnek gösterilebilir (26,44). Mikrobiyal olmayan faktörlerin tedavi başarısızlığında tek başına rol oynadığı kanıtlanmış değildir. Bu vakaların çoğunda, hastalığın sebebi olarak eşlik eden enfeksiyonun varlığını göz ardı etmek çok zordur. Ortograd olarak kök kanal tedavisinin yenilenmesi sonrasında cerrahi işlem gerekebilir.

2.1.3. Çatlak ve kırık dişler

Tekrarlayan endodontik tedavi öncesi operasyon mikroskopu ya da büyütme sistemleri ile dişler dikkatli bir şekilde değerlendirilmeli, varsa çatlak ya da kırık hatları tespit edilmelidir. Periodontal dokulara ya da ağız içine açılan çatlak ve kırık hatlarında bakteriyel kontaminasyon görülebilir, kök kanal tedavisi yenilense bile tekrar enfekte olmasına neden olabilir (45). Klinik ve radyografik muayene yanı sıra dikkatli bir anamnez almak gerekir. Hatalı endodontik prosedürler ve post uygulamaları çatlak ya da vertikal kırıklara neden olabilir.

Vertikal kök kırığı, koronal kısımdan apekse kadar kökün uzunlamasına kırığıdır. Endodontik olarak tedavi edilmiş dişlerde en yaygın çekim sebeplerindendir (46). Kesin tanı koymak güçtür, çoğu zaman başarısız kök kanal tedavileri ya da periodontal hastalıklarla karışabilir.

Çatlak dişlerde endodontik tedavi sonrası bant ya da kron restorasyonu uygulanabilir. Vertikal kırıklı dişlerde ise fragmanların ağız dışında yapıştırılması ardından dişin reimplantasyonu denenmiştir (47,48). Ancak bu dişlerin uzun dönem prognozu tartışmalıdır ve ankilozla sonuçlanabilir. Posterior dişlerde oklüzal stresler nedeniyle başarı şansı anterior dişlerden daha düşüktür (49).

2.1.4. Yanlış teşhis ve tedavi

Diş ve periodontal dokular dikkatli değerlendirilmeli, vitalite kontrolleri yapılmalıdır. Diş yzeyinde çatlak varlığı riskine karşın özel bzytmelerle muayene desteklenmelidir. Radyografik olarak patoloji gsteren durumların ayırıcı teşhisi yapılmalıdır. Endodontik kaynaklı olmayan periradikler lezyonlarda dişler vitaldir ve asemptomatiktir.

Tedaviye karar verirken endodontik, protetik, restoratif ve cerrahi olarak dişin tedavi edilebilirliğine karar verilmeli, ayrıca doğru dişin tedavi edildiğinden emin olunmalıdır.

2.1.5. Skar dokusuyla iyileşme ve nropatik problemler

Periapikal bldgedeki bir lezyonun skar dokusuyla (fibrz doku) iyileşmesi başarsızlık olarak kabul edilmez. Ortograd tedavi ya da cerrahi tedavi sonrasında grrlebilir. Sınırları dzensizdir, asimetrik yapıda olabilir. İçerisinde kemik yapıları grrlebilir, etrafı belirgin bir kemik dokusu ile çevrili olabilir (50).

Klinik ve radyolojik bulgu olmadan diş ya da diş boşluğunda ağrı Őikayetinde ‘atipik diş ağrısı’ denmektedir. Sıklıkla diş tedavisi ya da cerrahi tedavilerden sonra başlar, aylarca srlebilir (51). Ağrı srrekli, spontan ve kntttur.

Kanal tedavisi, diş çekimi, cerrahi işlemler, lokal anestezi uygulamaları, trigeminal sinir liflerinde deaferentasyon oluşturarak nropatik ağrı oluşturabilir (52). Trigeminal nevralli, post-herpetik nralji, miyofasiyal ağrı, çatlak diş sendromu ve temporal eklem ağrıları ile ayırıcı tanısı yapılmalıdır. Diş tedavisi sonrası klinik ve radyolojik patoloji bulunmamasına rağmen devam eden ağrı ile karşılaşılırsa, nropatik problemler akla getirilmeli, gereksiz tedavi yenilemelerinden kaçınılmalıdır.

2.2. Endodontide Başarı ve Başarısızlığın Değerlendirilmesi

Endodontik tedavilerin sonuçları hem radyografik hem de klinik olarak değerlendirilmelidir. İlk kontrol 1 yıl sonra olmak üzere, en az 4 yıllık takip yapılmalıdır (53).

2006 yılında yayınlanan Avrupa Endodonti Derneği'nin (ESE) yönergesine göre tedavi başarısının tanımı aşağıda verilmiştir (53).

Kök kanal tedavisinin başarılı sayıldığı durumlar;

- Ağrı, şişlik, mobilite gibi semptomlar yok.
- Fistül yok.
- Dişte fonksiyon kaybı yok.
- Radyografide normal lamina dura ve periodontal ligament boşluğu mevcut.

Kök kanal tedavisinin başarısının belirsiz olduğu durumlar;

- Diş asemptomatik ancak radyografik değerlendirmede lezyonun boyutu aynı kalmış ya küçülmüşse tedavi başarılı sayılmaz.

Kök kanal tedavisinin başarısız kabul edildiği durumlar;

- Dişte enfeksiyon belirtileri varsa,
- Diş semptomatikse,
- Radyografide tedaviden sonra, daha önce bulunmayan bir lezyon ortaya çıkmışsa ya da lezyonun boyutu büyümüşse,
- 4 yıllık takip ardından küçülse dahi hala lezyon varsa,
- Devam eden kök rezorpsiyonu varsa kök kanal tedavisi başarısız kabul edilir.

Şişlik ve ağrının olmayışı, varsa fistülün kapanması, dişin fonksiyonel olması ve çevre yumuşak dokularda harabiyet bulunmaması klinik açıdan başarı

kriterleridir. Radyografik açıdan başarı ise; periodontal ligamentin sınırları ve genişliği normal görünmesi şeklindedir.

Endodontik tedavinin değerlendirilmesinde histolojik olarak başarı kriterleri altın standarttır, ancak konservatif yaklaşıma uygun bir başarı değerlendirmesi değildir. Bu nedenle rutin tedavilerde uygulanmaz. Periapikal iyileşme başarısı histolojik olarak aşağıdaki gibi değerlendirilir (54);

Histolojik olarak başarılı;

- İltihap yok.
- Apikal foramende yeni sement yığılımları var.
- Periodontal fibril rejenerasyonları mevcut.
- Sağlıklı odontoblastlar ile yeni kemik yapımı var.
- Rezorpsiyon yok ya da tedavi öncesi bulunan rezorpsiyon bölgesinde sement yığılımı var.

Histolojik olarak belirsiz;

- Hafif iltihap var.
- Periodontal fibrillerin düzensiz organizasyonu mevcut.
- Aynı anda hem tamir hem de rezorpsiyon gösteren sement alanları var.
- Tamir var ancak osteoklastik aktiviteyle birlikte düşük düzeyde.

Histolojik olarak başarısız

- Şiddetli iltihap mevcut.
- Tamir yok.
- Kök ya da kemikte rezorpsiyon mevcut.
- Granülasyon dokusu ve epitel proliferasyonu varlığı.
- Nekrotik doku bölgeleri mevcut.

2.3. Başarısız Olmuş Kök Kanal Tedavilerinde Tedavi Planlaması

Başarısız olmuş kök kanal tedavisinden sonra klinisyenin 4 adet tedavi seçeneği mevcuttur (55). Bunlar;

- 1) Dişi takip etmek ve kontrollerini yapmak.
- 2) Kök kanal tedavisini yenilemek.
- 3) Endodontik cerrahi (Apikal kök rezeksiyonu, hemiseksiyon, periradiküler küretaj, kök amputasyonu, dişin çekilip tekrar replante edilmesi) işlem yapmak.
- 4) Dişi çekmek.

Kesin tanı konulmadığında, dişi takip etmek faydalıdır. Hasta bilgilendirilmeli, kontrollere çağırılmalıdır. Dişin tedavi edilmesine karar verildiğinde ise etken dikkatli bir şekilde araştırılmalıdır. Eğer etken yabancı cisim reaksiyonu, gerçek kist veya ekstradiküler enfeksiyon ise endodontik cerrahi gerekir. Endodontik cerrahi yapılacak dişlerde mevcut kök kanal tedavisinin ortograd olarak da yenilenmesi başarıyı artıracaktır.

Cerrahi olmayan kök kanal tedavisi yenilenme endikasyonları;

- Kök kanal tedavisi yapılmış dişin semptomatik olması.
- Radyografik olarak yeni lezyon oluşumu görülmesi.
- Tedavi öncesi bulunan bir lezyonun yeterli süre geçmesine rağmen iyileşmemesi.
- Kök kanalının tamamen doldurulmamış olması ya da gözden kaçan ekstra kanal varlığı.
- Kök kanal dolgusunun ağız ortamına açık kalması.

2.4. Tekrarlayan Kök Kanal Tedavilerinde Başarıyı Etkileyen Faktörler

2.4.1. Hasta ile ilgili faktörler

Yaş: Hastanın yaşının tekrarlayan tedavilerin başarısına etkisinin olmadığını ileri süren çalışmalar mevcuttur (56-58). Imura ve ark. (56) yaptıkları çalışmalarında 50-59 yaş arasındaki bireylere yapılan tekrarlayan endodontik tedavileri diğer yaş gruplarından başarılı bulmuşlardır. Yapılan bir sistematik derlemeye 8 prospektif, 14 retrospektif çalışmanın sonuçları dahil edilmiş; yaşın ve periapikal hastalığı artırmadığı bulunmuştur (59).

Hastanın genel sağlık durumu: Sistemik hastalıklardan bir kısmı vücuttaki onarım mekanizmalarını değiştirir dolayısıyla iyileşmeyi engelleyebilir (60,61). Bununla birlikte, şeker hastalığı, alerjik reaksiyon öyküsü, sistemik steroid tedavisi, uzun süreli antibiyotik kullanımı, tiroksin tedavisi, hormon replasman tedavisi ve koroner kalp hastalığının, tedavi sonrası periapikal iyileşmeye etkisi araştırılan prospektif bir çalışmada, iyileşme üzerinde önemli bir etkiye sahip herhangi bir tıbbi durum veya terapi bulunmamıştır (58).

2.4.2. Diş ile ilgili anatomik faktörler

Periodontal durum: Derin ve enflame periodontal cep, kök kanal tedavisi yapılmış bir dişte lateral kanallar yoluyla kök kanalını yeniden enfekte edebilir.

Anatomik varyasyonlar: İstmuslar, oval şekilli kanallar, kurvatürlü kanallar, ekstra kök varlığı ve aksesuar kanallar tekrarlayan tedavilerde başarıyı olumsuz etkiler.

Kalsifikasyonlar: İlk yapılan tedavide yapılan kısa kanal dolgusu kalsifikasyon nedeniyle olabilir. Pulpa odasında ve kök kanallarında kalsifikasyon olan dişlerde mikroorganizmalar, geriye kalan boşluklarda çoğalabilir ve periradiküler patolojinin gelişmesine neden olabilirler. Periradiküler lezyon bulunan

dişlerde kalsifiye kanal açılarak kök ucuna ulaşılamayan tekrarlayan tedavilerin prognozu düşük olacaktır (55).

Rezorpsiyon varlığı: Rezorpsiyon ve beraberinde görülen granülasyon dokusu tekrarlayan tedavilerde prognozu etkiler. Apikal daralımın kaybolduğu apikal rezorpsiyonlarda kök kanal dolgusunu tekrar yapmak güçleşir.

Travmatik oklüzyon: Oklüzal travma hem periodontal dokular hem de periradiküler dokularda enfeksiyona neden olabilir. Sıçanlar üzerinde, pulpası açık dişlerde yapılan bir çalışmada prematür kontak olan dişlerde daha fazla periradiküler enfeksiyon ortaya çıktığı bulunmuştur (62).

Periapikal lezyonun patolojisi ve büyüklüğü: Yapılan çalışmalarda periapikal lezyonlu dişlerdeki tedavilerin başarısızlık olasılıklarının, periapikal lezyonu bulunmayanlara göre 6-7 kat arttığını bildirilmiştir (58,63). Periapikal lezyon boyutu küçük olan dişlerde, büyük olanlara nazaran daha yüksek başarı oranı bulunmuştur (27,58). Lezyonun çapında her 1 mm'lik artış için başarı oranının %14 oranında azaldığını gösterilmiştir (58). Daha büyük lezyonlar uzun süredir devam eden ve karmaşık kanal sistemine ve dentin tübüllerine daha derin nüfuz eden kök kanal enfeksiyonlarını temsil edebilir (64). Periapikal lezyonun büyük olması, kist ihtimalini güçlendirmektedir. Lümeni dişin kök kanalına açık olan kistlerde etken, cerrahi olmayan tekrarlayan tedavi ile uzaklaştırılabilir ve kist iyileşebilir. Gerçek kistlerde ise cerrahi olmayan kök kanal tedavisi yanısıra cerrahi işlem de yapılması gerekir (65).

Dişin morfolojik tipi ve dental arktaki yeri: Diş tipleri, endodontik tedaviden sonra dişin kaybı ile sonuçlanan diş kırığına duyarlılık bakımından farklılık gösterebilir. Maksiller premolarlar ve mandibular molar dişlerin, meydana gelen kırık nedeniyle en sık çekilen dişler olduğu bulunmuştur (58,66). Yapılan bir çalışmada diş tipi başarıyı etkileyen bir faktör olarak bulunmasa da proksimal kontakların ve dental arkta sonda bulunan dişlerin başarı şansı anlamlı ölçüde düşük bulunmuştur (58). Bu durum ikiden daha az proksimal kontakta sahip ya da arkta sonda bulunan terminal dişlerde; oklüzal kuvvetin olumsuz dağılımı nedeniyle açıklanabilir. Bu nedenle, molar dişlerde, proksimal kontakları bulunmayan dişlerde

ve dental arkta sonda bulunan dişlerde restorasyon tasarlarırken oklüzal ve aksiyel kuvvetlerin olumlu dağılımını sağlamak önemlidir.

2.4.3. Tedavi ile ilgili faktörler

İzolasyon: Aseptik koşullarda çalışılması tekrarlayan tedavilerde başarıyı artıracaktır. Rubber dam ve pamuk pelet ile yapılan izolasyonun kıyaslandığı bir çalışmada, rubber dam kullanıldığında başarı oranının anlamlı ölçüde arttığı bulunmuştur (67).

Koronal restorasyonun kalitesi: Koronal restorasyonun görevlerinden biri de, ağız içinden mikroorganizmaların kök kanal dolgusuna sızmasını önlemektir. Yapılan bir çalışmada marjinal uyumsuzluk göstermeyen, renk değişikliği ya da sekonder çürük bulunmayan restorasyonlar iyi olarak tanımlanmış ve iyi koronal restorasyon yapılan dişlerde periapikal iyileşme, zayıf adaptasyonu olan koronal restorasyonlu dişlerden daha iyi bulunmuştur (57). Daimi restorasyon yapılan dişlerde başarı oranları, geçici restorasyon yapılan dişlerden yüksek bulunmuştur (68).

Post varlığı ya da dişin protez için destek olarak kullanılması: Post-core uygulanan dişler ya da köprülerin altında destek olarak bulunan dişler daha fazla mekanik strese maruz kalmaktadır (69). Hem protetik restorasyonların uygulanması sırasında, hem de sonrasında maruz kaldıkları stres nedeniyle daha fazla çatlak ve kırık meydana gelmesi kök kanal tedavisinin başarısını düşürür (31).

Kök kanal dolgusunun tipi: Güta perkanın yerleştirilmesinde en yaygın kullanılan ve kabul gören tekniklerden biri olan soğuk lateral kondensasyon, sıklıkla diğer tekniklerle karşılaştırma için kontrol grubu olarak kullanılır (63). Tek kon kullanımı sıcak vertikal kompaksiyon ile kıyaslandığında daha düşük başarı oranları gösterdiği bulunmuştur (67,70). Termoplastik yöntemlerin başarıya ilave bir katkı sağlayacağını destekleyen anlamlı bir kanıt bulunmamıştır (63).

Eksik kanal preparasyonu: Kök kanal debritlemanının apikal daralımı kadar yapılması gerekmektedir (53). Apikal daralım radyografik apeksin 0.5-2 mm gerisinde sement ve dentinin birleşim noktasıdır. Herhangi bir referans noktası ve apikal daralım arası mesafe çalışma boyu olarak ifade edilir. Çalışma boyundan kısa kalan her bir 1 mm enstrümanla edilmemiş alan başarıyı %12 azaltmaktadır (58).

Taşkın preparasyon: Çalışma boyunun doğru hesaplanmaması ya da periapikal dokulara debrisin ve eski kök kanal dolgusunun itilmesi sonucu, periradiküler dokularda yaralanma görülebilir. Mikroorganizmaların çoğalması için uygun olan bu ortam başarıyı düşürebilir (58).

Yanlış irrigasyon: Hatalı ya da eksik yapılan irrigasyon nedeniyle dezenfeksiyon sağlanamaması başarıyı düşürür. Sodyum hipokloritin daha yüksek bir konsantrasyonda kullanılması tedavi sonucunda belirgin fark oluşturmasa da, diğer spesifik irriganların ilave kullanımı başarı oranını anlamlı bir şekilde artırmıştır (58).

Prosedürel hatalar: Prosedürel hatalar kök kanal tedavisinin yenilenmesini engelleyebilir ya da zorlaştırabilir. Perforasyonlar, kök kanalında basamak oluşturulması, kanal transportasyonu, kırık alet varlığı yenilenecek tedavinin başarısını etkileyecektir (58,71).

2.5. Cerrahi Olmayan Tekrarlayan Kök Kanal Tedavilerinde Başarı

Cerrahi olmayan tekrarlayan kök kanal tedavilerinin başarı oranları çeşitlilik göstermektedir. Ng ve ark. (72) cerrahi olmayan tekrarlayan kök kanal tedavisi sonrası 4 yıllık başarı oranını %95 bulmuştur. Yapılan bir sistematik derlemede 2-4 yıl arası cerrahi olmayan tekrarlayan kök kanal tedavilerinin başarıları %70.9, endodontik cerrahi tedavilerin başarıları %77.8 bulunurken; 4-6 yılda bu oran cerrahi olmayan tedaviler için %83.3, cerrahi olan tedavilerde ise %71.8 bulunmuştur. Uzun vadeli prognoz düşünüldüğünde cerrahi olmayan tekrarlayan kök kanal tedavilerinin daha başarılı olduğu gösterilmiştir (73).

2.6. Başarısız Olmuş Kök Kanal Tedavilerinin Yenilenmesi

2.6.1. Tekrarlayan tedavilerde koronal restorasyonun uzaklaştırılması

Kök kanal tedavisi yenilenmesine karar verilen dişlerde öncelikle kök kanal ağzlarına ve pulpa odasına ulaşmak gerekir. Bu amaçla amalgam, kompozit, kron ve köprü gibi koronal restorasyonların uzaklaştırılması gerekmektedir. Marjinal adaptasyonu zayıf, altında çürük bulunduran restorasyonlar tekrarlayan kök kanal tedavisi sırasında mikrobiyal kontaminasyon oluşturabilir, koronal sızıntıya bağlı olarak enfeksiyonu devam ettirebilir. Bu nedenle şüpheli restorasyonlar tamamen uzaklaştırılmalı ve yenilenmelidir (74).

Klinisyenin; fonksiyonel olarak tasarlanmış, estetik sağlayan, marjinal uyumları iyi olan mevcut restorasyonu tümüyle uzaklaştırması gerekmez. Kuronun korunması izolasyon ve rubber dam uygulamalarını kolaylaştırır. Restorasyon üzerinden pulpa odasına giriş sağlanabilir ancak bu durumlarda görüş azalır, perforasyonlar, çatlak ve kırıklar hekimin gözünden kaçabilir. Ayrıca restorasyon dişin morfolojisini tam olarak yansıtmayabilir dolayısıyla hekimin iatrojenik hata yapma riski artar.

Endodontik tedavili dişler sıklıkla post sistemleri ile desteklenerek restore edilirler. Postlar uzaklaştırılırken ultrasonik cihazlar, özel post aşındırma frezleri ve özel post uzaklaştırma sistemleri kullanılabilir. Uzaklaştırılırken perforasyon, dişte kırık, dişin restore edilemeyecek hale gelmesi, postun kırılması ve döner sistemlerin ısı oluşturmaya bağlı periodonsiyum hasarı görülebilir. Postun uzaklaştırılmasına karar verilirken şu hususlara dikkat edilmelidir;

- 1) Postun dizaynı: Vidali postlar kanal içerisine sıkıştırıldıkları için çıkarılmaları daha zordur.
- 2) Postun yapıldığı materyal: Seramik postlar metallere nazaran oldukça kırılmandır. Zirkonyum postlar ise serttir bu nedenle çıkarılmaları zordur.
- 3) Postun simantasyonu: Rezin esaslı simanlarla yapıştırılan postların sökülmesi oldukça zordur.
- 4) Dişin arktaki yeri: Posterior bölgeye gidildikçe görüş ve çalışma alanı daralacağından postun uzaklaştırması zorlaşacaktır.

2.6.2. Tekrarlayan kök kanal tedavilerinde patların ve simanların uzaklaştırılması

Kök kanal tedavisinde sıklıkla kanal dolgu materyali pat ya da siman ile birlikte kullanılır.

2.6.2.1. Kanal dolgu simanlarının uzaklaştırılması

Günümüzde kullanımları zayıf adezyonları, sızıntıya sebep olmaları ve toksik kimyasal içermeleri nedeniyle kanal dolgu simanları önerilmemektedir (75). Kri patı gibi yumuşak yapıdaki kanal dolgu simanlarının uzaklaştırılmaları için özel işlemlere gerek duyulmaz. Kanal aletleri kullanılarak ve irrigasyon yapılarak uzaklaştırılabilir (76).

Resorsinol-formalin içeren simanlar Batı Avrupa kökenli ve rengi nedeniyle 'Rus kırmızısı' olarak bilinen sert yapıdaki kanal dolgu simanlarından. Rezin içeriklidirler ve sertleşme reaksiyonları sonunda dentin tübülleri ile rezin tag oluştururlar. Tamamen polimerize olduklarında sökülmeleri imkansızdır (77). Sert yapıdaki kanal dolgu simanlarını uzaklaştırmak oldukça zordur ve zaman alır. Rezin çözen bir çözücü ile bekletilmeleri, drill ve ultrasonik cihazların kullanılması gerekebilir (75).

2.6.2.2. Kök kanal patlarının uzaklaştırılması

Çinko oksit ojenol ve kalsiyum hidroksit içerikli patlar kök kanalından mekanik enstrümantasyon ve irrigasyon solüsyonları ile uzaklaştırılır. Fakat cam iyonomer ya da rezin içerikli patlar kök kanal duvarına adezyon gösterdiği için uzaklaştırılmaları daha zordur (78).

Çinkooksit ojenol, cam iyonomer ve epoksi rezin içerikli patların kök kanalından uzaklaştırılmasının araştırıldığı bir çalışmada, cam iyonomer içerikli patın uzaklaştırılma süresi ve geriye kalan pat miktarı en fazla bulunmuştur (79). Yapılan başka bir çalışmada ise epoksi rezin içerikli patlar cam iyonomer esaslıların da dahil olduğu 3 tip patla kıyaslanmış ve en zor uzaklaştırılan pat olduğu

gösterilmiştir (80). Bu durumun epoksi rezin patın hem güta perka hem de dentin duvarlarına yapışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (78).

2.6.3.Güta perkanın kök kanalından uzaklaştırılması

Güta perka, kök kanal patı ya da simanı ile birlikte uygulanan ve en çok kullanılan kök kanal dolgu maddesidir. Bu nedenle tekrarlayan kök kanal tedavilerinde en sık karşımıza çıkan dolgu malzemesidir. Güta perkanın pembe rengi ve radyoopasitesi sayesinde klinik ve radyografik olarak tespiti nispeten kolaydır (75).

Tekrarlayan kök kanal tedavisi planlanırken radyografik olarak güta perkanın kondensasyon şekli ve kanal dolgusunun seviyesi incelenir (81). Tek bir standart 0.02 konsistide kon veya kötü kondanse edilmiş güta perkadan oluşan bir kök kanal dolgusunda, dolgu ile kanal duvarı arasında boşluklar olacaktır. Bu kanallarda güta perka kanal içinde serbest duracağından kolaylıkla çıkarılabilir. H tipi bir ege güta perkanın yanından ilerletilip ege duvar ile dolgu maddesi arasına sıkışınca dışarı çekilebilir, nikel titanyum döner sistemler kullanılabilir ya da ultrasonik eğeleme yapılabilir. Taşkın doldurulmuş tek kon ya da zayıf kondanse edilmiş güta perka varlığında el eğeleri ile uzaklaştırmak daha başarılı olabilmektedir (75).

İyi kondanse edilmiş güta perka ile yapılan kök kanal dolgularında, güta perka ve kök kanal duvarı arasında eğelerin ilerletilebileceği boşluk bulunmaz. Bu nedenle öncelikle solvent ya da ısı ile güta perkanın yumuşatılması gerekebilir. Bu işlemler güta perka içinde eğenin yerleştirilebileceği boşluk oluşturur ve aşama aşama çıkarılmasını sağlar. İyi kondanse edilmiş güta perkanın tümünün tek seferde uzaklaştırılması genellikle mümkün olmamaktadır. Güta perka bayatladıkça kırılabilirliği artmaktadır. Bu nedenle kök kanal dolgusu üzerinden uzun yıllar geçmiş tekrarlayan tedavilerde güta perkanın tek parça halinde çıkması zorlaşmaktadır (75).

2.6.3.1.Güta perkanın kök kanalından uzaklaştırılmasında kullanılan kök kanal aletleri

- **Paslanmaz çelik el aletleri:**

K tipi eğeler: Kanal içerisinde çeyrek tur rotasyon ardından çekme ile kullanılırlar (82). Uçları kesici değildir. H tipi eğelerden daha esnektir. Mekanik dayanıklılığı H tipi eğelerden daha fazladır (83). Spiralleri arasında biriken debris temizlenmezse kök kanalını tıkayabilir, apikalden debris itebilir bu nedenle sık sık temizlenmelidir, kök kanalı irriga edilmelidir.

Heldström eğeler (H tipi eğeler): Yalnızca çekme hareketiyle kullanılırlar. Pozitif kesme açıları K tipi eğerden daha fazladır. Bu özellik H tipi eğeler K tipi eğelerden daha fazla kesme etkinliği sağlar. Oval ve ekliptik şekilli kanallarda çevresel eğeleme için kullanılırlar. Güta perkanın kök kanalından uzaklaştırılmasında paslanmaz çelik el aletleri içerisinde en etkili olanıdır (84).

- **Paslanmaz çelik döner aletler:**

Gates Glidden: Alev şekilli kesici olan kafa ve ince kesici olmayan gövdesi vardır. Aletin ucu kesici değildir. Gövde ile sap arası alet kırıldığında kolay uzaklaştırılabilmesi için zayıflatılmıştır. 1 den 6 ya doğru gittikçe kalınlığı 0.20 mm artan 6 adet eğe vardır. 1 numaralı eğenin çapı 0.50 mm, 6 numaralı eğenin çapı 1.5 mm dir. Düşük hızda ve pasif olarak kullanılırlar. Koronal üçlünün şekillendirilmesinde kullanılırlar. Tekrarlayan tedavilerde koronal üçlüden güta perkanın uzaklaştırılmasında kullanılabilirler. Eğimli kanallarda eğe kurvatür kısmında kullanılmamalıdır. Perforasyon riski yüksektir.

Peaso Reamer: Post boşluğu hazırlamada kullanılırlar. Uca doğru gittikçe incelen uzun, dar bir kafa kısmı ve ince gövdesi vardır. Gates Gliddenler gibi kesmeyen ucu, lateral kısmı kesme yapan hafif spiralli kafa kısımları vardır. Kurvatürlü olmayan dişlerde koronal kısımdan güta perkanın uzaklaştırılmasında kullanılabilir.

- **Nikel titanyum döner aletler:**

Nikel titanyum alaşımlar (NiTi) süper elastik özellikleri sayesinde endodontide popülerlik kazanmışlardır. Alaşım %55 nikel %45 titanyum içerir.

Genel özellikleri;

- 1) Biyouyumludur.
- 2) Süperelastiktir (pseudoelastik).
- 3) Özgül ağırlığı düşük ve hafiftir.
- 4) Elastikiyet modülü düşüktür (35 KN/mm²).
- 5) Çok yüksek defleksiyon yeteneği vardır (%4-8).
- 6) Şekil hafızası vardır.
- 7) Isı iletkenliği düşüktür.

Kendilerine has moleküler kristalin yapısındadır. Bu yapı gerilme artmadan aletin daha fazla stresi tolere edebilmesini sağlar. Ostenitik faz en kararlı faz, martensitik faz ise en kararsız fazdır. Pseudo veya süper elastiklik, maddenin belli oranda belirgin bir kuvvet değişikliği olmaksızın geri dönüşümlü olarak şekil değiştirmesidir. NiTi eğerler normalde ostenitik formdadır ancak stres uygulandığında martensitik forma dönüşür. Bu dönüşüm termoelastik bir dönüşümdür. Elastik deformasyonla ilgili değildir. Bu faz değişiklikleri eğeye süper elastikiyet (pseudo elastikiyet) verir.

NiTi eğerler yüksek sıcaklıkta ostenitik, düşük sıcaklıkta martensitik fazdadır. Eğe martensitik fazdan ostenitik faza dönüşmediği sürece metal verildiği şekli alır. Dönüşüm sıcaklığını geçtiğinde ise metal asıl şeklini alır.

NiTi alaşımının korozyon direnci yüksektir. Sterilizasyon prosedürlerinden etkilenmezler. Kesme etkinliği paslanmaz çelikten azdır ancak kırılma direnci fazladır (85). Özellikle eğri kanallarda paslanmaz çelik eğerlere göre daha yüksek esneklikleri sayesinde kullanılmaları daha uygundur (86). Bu alaşım elastikiyeti sayesinde eğerlere kanal transportasyonu ve basamak oluşturma riskinde azalma avantajlarını sağlar (82).

2.6.3.2.Güta perkanın kök kanalından uzaklaştırılmasında kullanılan yöntemler

Fiziksel mekanik yöntemler

- **El aletleri ile güta perkanın çıkarılması**

İyi kondanse olmamış güta perka varsa bu yöntem kullanılır. K tipi ege güta perka ve kanal duvarı arasında ilerletilir ve yol açılır. H tipi ege açılan boşluğa ilerletilir güta perka sıkıştırılır ve çekilir. Taşkın dolgularda ve düz kanallı dişlerde kullanılabilir. H tipi eğeler ısıtılarak güta perkaya penetrasyonu arttırılabilir. Isıtılmış H tipi ege güta perka dolgunun içine yerleştirilir ve dışarı doğru çekilir. Isı etkisiyle yumuşamış olan dolgu soğudunda ege nin yivleri arasında donar, ege dolguya vidalanmış olur bu sayede kanaldan tek parça halinde çıkarılması kolaylaşır. El eğelerinin ısıtılarak kullanılması özellikle çözücü kullanımının sakıncalı olduğu taşkın kök kanal dolgularında başarılı olmaktadır.

- **Döner aletlerle güta perkanın uzaklaştırılması**

Boyerlok, reamer, gates glidden ve peaso frezleri ile güta perka kök kanalından uzaklaştırılabilmektedir. Bu aletler güta iyi kondanse edildiği durumlarda çözücü kullanımı kontrendike ise kullanılabilir. Uygulama sırasında kırılabilir ya da perforasyonlara yol açabilirler. Bu nedenle dar ve eğri kanallarda kullanılmaları önerilmez.

0.04 ve 0.06 konisitedeki nikel titanyum döner aletler güta perkanın kök kanalından çıkarılmasında etkili ve hızlı aletlerdir (3,87). Aletlerin kök kanalı içinde sıkışmadan dönebilmesi için kanal genişliğinin yeterli olması gerekir. Ortalama 350-1000 devir/dakika (rpm) hızda kullanılırlar. Bu dönme hızında sürtünmenin etkisiyle güta perka yumuşar ve kök kanalından uzaklaştırılır. Bazı firmalar güta perkanın kök kanalından uzaklaştırılması için özel nikel titanyum döner ege sistemleri geliştirmişlerdir. Bunlar;

ProTaper Universal Retreatment (Dentsply): D1, D2, D3 olmak üzere 3 eğeden oluşur. D1 30/9, D2 25/8, D3 ise 20/7 ebat ve konisitedir. Yalnızca D1 eğenin ucu kesicidir. Güta perka ve termafil doldurucular için 500 rpm, çinkooksit ojenol esaslı doldurucularda ise 250-300 rpm hızda kullanılırlar.

Mtwo (WDW): 2 adet eğeden oluşur. Her ikisi de çalışma boyunda kullanılırlar. R1 25/0.5 R2 ise 15/0.5 uç genişliği ve açığı sahiptir. Her iki eğe de 21 mm'dir. Uçları kesicidir. Dar kanallarda R2 diğer kanallarda R1 kullanılır.

R-endo (MicroMega): 6 adet eğeden oluşur. Rm (25/0.4) 12 mm'dir, kanal ağzlarındaki dolgu ve engelleri kaldırmada kullanılır. Re (25/0.6) 10 mm'dir, 1-3 mm derinlikte kullanılır. R1 (25/8) 8 mm'dir, koronalden orta üçlüye kadar kullanılır. R2 (25/0.12) 12 mm'dir, orta üçlüde kullanılır. R3 (25/4) 12 mm'dir, apikal üçlüde çalışma boyunda kullanılır. Rs (25/4) 12 mm yine çalışma boyunda apikal uça isteye bağlı kullanılır.

D-Race (FKG): 2 eğeden oluşur. İlk kullanılan eğe olan DR1 (30/0.1) dolgu maddesine ilk penetrasyonu kolaylaştırmak için kesici uca sahiptir ve koronal bölgeyi temizler. 1000 rpm hızda kullanılır. DR2 (25/0.04) kesici olmayan uca sahiptir, çalışma boyuna kadar ilerletilir. 600 rpm hızda kullanılır.

- **Ultrasonik eğeleme**

Tek kon ya da zayıf kondanse edilmiş güta perka ultrasonik eğeleme ile uzaklaştırılabilir. Özellikle sert simanların kök kanalından uzaklaştırılmasında ultrasonik aletlerin kullanımı önerilmektedir (88). Ultrasonik eğe kanal ağzına yerleştirilir, hafifçe apikale doğru itilir. Uygulanan ultrasonik enerji ile sert simanlar parçalanır ve irrigasyonla kanaldan çıkarılır. Ultrasonik enerji ile oluşan ısı güta perkayı da yumuşatmaktadır. Özel üretilmiş ultrasonik uçlarla kök kanalından güta perka uzaklaştırılabilmektedir (82).

- **Isı ile güta perkanın uzaklaştırılması**

Kanal sondu ya da özel ısı taşıyıcı aletler (System B, Touch-N-Heat) ile güta perka parçalar halinde kök kanalından uzaklaştırılabilmektedir. Geniş ve düz

kanallarda kullanılır. Dar kanallarda aletin girişı zorlaşmaktadır, kurvatürlü kanallarda ise kurvatürü aşamaz. Alet ısıtılarak güta perkanın koronaline yerleştirilir ardından ısıtma aleti kapatılır. Güta perka soğurken taşıyıcı alete yapışır ve kanaldan çıkarılır. Taşıyıcı uç temizlenir ve işlemler güta perka çıkmayana dek tekrarlanır (82).

- **Lazer ile güta perkanın uzaklaştırılması**

Yapılan bir laboratuar çalışmasında kök kanalından kanal dolgusunun uzaklaştırılması için Nd:YAP lazer tek başına ya da el aletleri ile birlikte kullanılmış farklı kök kanal dolgu patları ve kırık alet uzaklaştırılmıştır. Lazer kuru olan kök kanallarında uygulanmış ve ortaya çıkan ısı artışı periapikal dokuların sağlığı için tolere edilebilir sınırların üzerinde bulunmuştur (89). Bunun üzerine kırık alet ve güta perkanın uzaklaştırılması üzerine Nd:YAG kullanımı araştırılmıştır (90,91). Yapılan çalışmalarda diğer tekniklerde de olduğu gibi, kök kanal dolgusunun tamamı kök kanal sisteminden uzaklaştırılamamıştır (90,92). El eğeleri ile birlikte Nd:YAG lazer kullanımının kök kanal dolgusunu uzaklaştırma süresini kısalttığı, ancak lazer kullanımı sonucu dentin tübüllerinin eridiği bildirilmiştir (93). Lazer uygulamasıyla birlikte kemik ve çevredeki dokulara aktarılan ısı ile ilgili yaygın bir endişe vardır (90,91,93). Lazerlerin kök dolgusunu uzaklaştırmak amacıyla klinik kullanımının önerilmesinden önce güvenilirliğini belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Kimyasal yöntemler

- **Güta perka çözücüler**

Kloroform, halotan, benzen, okalıptol, ksilen, portakal yağı gibi esansiyel yağlar güta perkayı çözer. Bu çözücüler güta perkayı yumuşattığı için iyi kondanse edilmiş kanal dolgularında ya da eğri kanallarda kullanılabilir (82). Çözücülerin kullanılması apikalden debris ve irriganların ekstrüzyonunu azaltabilir

(94, 95). Tüm çözücüler bir miktar toksiktir, periapikal dokulara taşırılmaması gerekir (96). Apikalden taşırıldıklarında postoperatif ağrıya neden olabilirler (97).

Çözücüler dentinin yapısını değiştirerek, rezin dolguların bağlanmasını azaltabilirler (98). Çözücü uygulaması, kanal duvarlarında ve dentin tübüllerinde daha fazla gütta perka kalmasına neden olabilir (99). Yapılan bir çalışmada kök kanalından gütta perka uzaklaştırılması incelenmiş; Mtwo R eğesi çözücü ile birlikte kullanıldığında etkinliğinin azaldığı bulunmuştur (100).

Çözücüler tek başına gütta perkayı uzaklaştıramaz, birlikte endodontik aletlerin kullanılması gerekir. Koronal kısımdan çalışma boyunu ulaşıncaya kadar çözücü kullanılarak gütta perka yumuşatılır, ardından kanal çapına uygun H tipi eğe ile uzaklaştırılır. Çalışma boyunda, periapikal dokulara çözücünün taşmasını önlemek için kullanılmaz. El eğeleri ile birlikte çözücü kullanımı gütta perkayı yumuşattığı için köke uygulanan kuvveti azaltır. Uygulanan kuvvetin azalması, perforasyon, alet kırılması riskini azaltır.

Gates glidden frezi ile koronal kısımda 2-3 mm'lik boşluk hazırlanır. Konisitesi fazla olan döner sistem eğeleri kök kanalında kullanım sırasıyla ilerletilir. Her eğe bıçakları arasında debris ve gütta perka görünmeyinceye kadar kullanılır. Çalışma boyuna ulaşıncaya kadar çözücü kullanılmaya devam edilir. Her eğeden sonra irrigasyon yapılır. Çözücü kullanımının çalışma boyuna ulaşmayı kolaylaştırdığını gösteren çalışmalar vardır (101). Kurvatürlü kanallarda çözücü ve döner aletlerin birlikte kullanımı kanal transportasyonuna neden olabilir (102).

2.7. Tekrarlayan Kök Kanal Tedavisi Sonrası Artık Kalan Kök Kanal Dolgusu ve Debrisin Uzaklaştırma Yöntemleri

Tekrarlayan tedavilerin amacı, kök kanalının dezenfeksiyonu ve tıkanması için önceki kök kanal dolgu maddesinin çıkarılmasıdır (103). Tekrarlayan tedavilerde kök kanalları temizlenirken öncelikle kök kanal içeriğinin ana kısmı enstrümanlarla mekanik olarak uzaklaştırılır (104). Bu enstrümanlar paslanmaz çelik el eğeleri ya da nikel titantum döner aletlerdir. Bununla birlikte, yapılan çalışmalar, tekrarlayan tedavi sonrasında kanal duvarında önemli miktarda kök dolgu kalıntısı kaldığını göstermiştir (10). Yalnızca mekanik temizlik ile kök kanallarının tamamen

temizlenmesi beklenmez ilave olarak irrigasyon solüsyonlarının aktive edilerek uygulanması gerekir (105).

Kök kanal sistemlerinin temizlenmesi ve dezenfeksiyonunu artırmak için mekanik enstrümantasyon ile birlikte çeşitli irrigasyon teknikleri ve cihazları kullanılmaktadır. Tüm temizleme yöntemleri için en büyük zorluk, mekanik enstrümantasyonun tamamlanmasından sonra genellikle dokunulmadan bırakılan kanal duvarları, istmuslar ve olukların etkin bir şekilde temizlenmesidir (14,105).

2.7.1. El eğeleri ile şırınga irrigasyonu ile artık kök kanal temizliğinin artırılması

Geleneksel olarak, kök kanallarının kemomekanik temizliği şırınga ile yapılır. Bu yöntem manipülasyonunun kolay olması, verilen irrigan hacminin kolay belirlenmesi, iğne derinliğinin kolay ayarlanması, ucuz olması ve cihaz gerektirmemesi nedeniyle en çok kullanılan yöntemdir (106). Bununla birlikte bu yöntemin birtakım dezavantajları bulunmaktadır. Irrigasyon sırasında meydana gelen pozitif basınçtan dolayı irrigasyon solüsyonu apikalden taşabilir ve periapikal dokularda hasara ve post operatif ağrıya neden olabilir (107). Ayrıca kanal düzensizliklerinde büyük miktarda debris bırakabilir ve kök kanalının apikal üçlüsüne irrigan ulaşmayabilir (108). İğnenin penetrasyon derinliğinin artırılması için daha fazla apikal genişletme yapılması gerekir.

Çeşitli invitro çalışmalarda irrigasyon solüsyonunun kök kanalı içinde iğne ucundan 1-1.5 mm'den daha ileriye gitmediğini gösterilmiştir (109). Bununla birlikte, yapılan bir invivo çalışmada ise, iğne ucu çalışma boyundan 2 mm kısa yerleştirilse dahi irrigasyon solüsyonunun iğne ucundan yalnızca 0-0.1 mm ileriye gittiği gösterilmiştir (108). Bu durumun hava sıkışması (vapor lock) fenomeninden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu fenomene göre hava kemikle çevrili kapalı bir uç olan kök kanalının apikaline sıkışır ve irriganın bu bölgeye nüfuzunu engeller (109). Dahası yalnızca apikal bölgede değil kök kanalının diğer bölgelerinde de geleneksel iğne irrigasyonu debris ve biyofilmi uzaklaştırmada sınırlı etkinlik göstermiştir (110).

2.7.2. Negatif basınçlı irrigasyon ile artık kök kanal dolgusunun ve debrisin uzaklaştırılması

Negatif basınçlı irrigasyon sistemleri, kök kanalının apikal kısmına irrigasyon solüsyonunun etkili bir şekilde taşınmasını hedeflerken ekstrüzyonun önlenmesini amaçlar. Ticari olarak EndoVac sistemi (SybronEndo, Orange, CA) olarak piyasaya sunulmuştur. Bu sistem vakum hattına bağlı ana dağıtım ucu, makro ve mikro kanülden oluşur. İrrigan ana dağıtım ucu ile pulpa odasından apikale gönderilir ardından mikro kanül ve makro kanül arasında oluşan negatif basınçla apikal kısım yıkanır (111). Geleneksel şırınga yöntemiyle kıyaslandığında çalışma boyunca kadar irriganın ulaştığı ve apikal kısmı daha iyi temizlediği gösterilmiştir (111). Negatif basınçlı irrigasyonun en büyük avantajı, mikro kanül tam çalışma uzunluğuna yerleştirildiğinde bile irrigant ekstrüzyon riskini ortadan kaldırılmasıdır (112). Bununla birlikte, pasif ultrasonik irrigasyon ile karşılaştırıldığında negatif basınçlı irrigasyon sisteminin bakteri sayılarının azaltılmasında daha az etkili olduğu gösterilmiştir (113). Bu sistemin en büyük dezavantajı, kanülün yerleştirilebilmesi için apikal çapın 40/0.04 ya da 40/0.06 boyutuna kadar genişletilmesi gerekmesidir. Kurvatürlü ya da dar kanallarda bu her zaman mümkün olmamaktadır (114). Ayrıca kanülün ucunda bulunan, 0.1 mm'lik 12 delik tıkanabilmektedir (115).

2.7.3. Sonik irrigasyon ile artık kök kanal dolgusunun ve debrisin uzaklaştırılması

Sonik irrigasyon, ultrasonik irrigasyondan (20-26 kHz) daha düşük bir frekansta (1-6 kHz) titreşimler oluşturarak çalışır. Sonik irrigasyon için ticari olarak EndoActivator sistemi (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) piyasaya sunulmuştur. Smear tabakası, biyofilm ve debris uzaklaştırılmasında kök kanal sisteminin temizlenmesine katkıda bulunduğu ancak ulaşılması zor bölgelerde kanal duvarlarında debris bıraktığını bildirilmiştir (116).

2.7.4. Ultrasonik irrigasyon ile artık kök kanal dolgusunun ve debrisin uzaklaştırılması

Pasif ultrasonik irrigasyon (PUI), kanal içindeki irrigasyon solüsyonunun ultrasonik ajitasyonu ile kanal temizliğinin ve dezenfeksiyonun etkinliğini arttırmayı amaçlar. Kök kanalının preparasyonu bittikten sonra pasif ultrasonik irrigasyon, devamlı veya aralıklı modda kullanılabilir. Aralıklı teknikte, kanal ilk önce irrigasyon solüsyonu ile doldurulur ve özel bir ultrasonik uç ile etkinleştirilir. Ultrasonik uç ileri-geri pasif olarak hareket ettirilerek kök kanal duvarlarına temas ettirilmeden kullanılır. Pasif ultrasonik irrigasyonun debris ve bakterileri tamamen ortadan kaldıramamasına rağmen, kök kanal temizliğinde geleneksel şırınga irrigasyonundan daha etkili olduğu gösterilmiştir (117,118).

İrrigasyonun ultrasonik olarak aktivasyonu ile akustik dalgalanma ve kavitasyonla mekanik olarak dokunulmayan kanal düzensizliklerinin temizlenmesini amaçlar. Geleneksel şırınga irrigasyonu ile kıyaslandığında lateral kanallara, istmuslara ve dentin tübüllerine irrigan daha iyi nüfuz eder (119-121). Dar ya da kurvatürlü kanallarda irrigasyon ucunun kavite duvarlarına temas etmesi pasif ultrasonik irrigasyonun etkinliğini azaltır ve dentin yüzeyinde düzensizliklere neden olabilir (122,123).

2.7.5. XP Endo Finisher artık kök kanal dolgusunun ve debrisin uzaklaştırılması

XP Endo Finisher kök kanal preparasyonundan sonra kullanılan, dentinde kesme yapmaksızın kök kanal sisteminin temizliğini arttırmayı amaçlayan irrigasyon aktivasyonu ağıdır. Ege oldukça esnektir ve 6mm çapa kadar genişleyebilir. Bu sayede tüm kök kanal duvarlarına temas ederek irrigasyon solüsyonu ile birlikte mekanik temizlik yapar. ISO #25 çapındadır ve konik değildir. Alaşım özellikleri sayesinde ve konisitesi olmaması nedeniyle ege kırılmaya dirençlidir. Nikel titanyum MaxWire (Martensite-Austenite, Elektropolish-Flex) denilen yeni bir alaşım teknolojisi ile üretilir. Bu materyal farklı sıcaklıklarda farklı şekilde bulunur ve oldukça esnektir. Nikel titanyum alaşımının şekil hafızası prensibi temel alınarak üretilmiştir. Alaşım soğutulduğunda M fazına geçer. Bu fazda ege düzdür. Vücut

sıcaklığına yükseldiğinde ise eğe A fazına geçer. A fazında eğe moleküler hafızasına bağlı olarak şekil değiştirir. Eğin A fazındaki şekli rotasyonla çalıştırıldığında standart eğelerle ulaşılması mümkün olmayan alanlara temas etmesini ve bu alanları temizlemesini sağlar. Eğe tekrar soğutulursa tekrar M fazına geçer ve düzleşir. Kök kanalında debris ve smear uzaklaştırmak için geliştirilmiştir. Üretici firma medikaman ve artık kök kanal dolgu materyalinin de bu yöntem ile uzaklaştıracağını ileri sürmüştür.

XP Endo Finisher, kök kanal preparasyonu en az #25 numaralı eğeye kadar genişletilmiş kanallarda kullanılabilir. Çok köklü dişlerde önce en geniş olan kanaldan başlanır. Eğe steril bir şekilde plastik mm ölçerli tüp ile birlikte paketlenmektedir. Kullanılırken önce eğe tüpün içine yerleştirilir ardından çalışma boyunun belirlenmesi için stoper ayarlanır. Eğe anguldurva ucuna takılır, soğutucu sprey ile soğutulur. Soğutulan eğe M fazına geçerek düzleşir. Tüpten çıkarılarak kök kanalına yerleştirilir. Eğe yerleştirilirken pulpa odasında irrigasyon solüsyonu bulunmamalıdır. Tüm çalışma boyunca, 1 dakika 7-8 mm'lik ileri geri hareketlerle çalıştırılır. 800-1000 rpm hızda 1Ncm torkla rotasyonel hareketle kullanılır. Vücut sıcaklığına gelen eğe A fazına geçerek orijinal şekli olan kaşık formuna geçer. Bu form 1.5 mm derinliğinde, 10 mm uzunluğundadır ve eğin ucunda yer alır. Bu asimetric şekil rotasyonda irrigasyon solüsyonunununda dalgalanmalar oluşturur (124).

2.7.6. Self Adjusting File ile artık kök kanal dolgusunun ve debrisin uzaklaştırılması

Self Adjusting File (SAF) (ReDent, Raanana, İsrail) sivri silindir şekilli, bükülebilen delikli eğe dizaynındadır. 1.5 mm ve 2.0 mm çapında iki egesi vardır. Her iki eğe de 120 nm incelikte nikel titanyum alaşımından yapılan sıkıştırılabilir kafes yapısındadır. Kafes yüzeyi abrazivdir.

Eğe ilerletilirken hafifçe sıkıştığında orijinal boyutuna dönmek için çalışır dolayısıyla kanal duvarlarına sürekli olarak hafif bir baskı uygular. Kök kanalı içerisinde ilerletilirken kendini kanalın şekline adapte eder, tüm dentin duvarlarında preparasyon yapar (125,126). Eğin boş olan lümeninden enstrümantasyon sırasında özel irrigasyon haznesi (VATEA) ve anguldurvaya takılan polietilen hortumu sayesinde devamlı irrigasyon yapılır (125). SAF sisteminde irrigasyon

solüsyonu peristaltik bir basınçla eğeye gelir ancak delikli eğe dizaynı sayesinde kök kanalında basınç ortadan kalkar (126). Bu nedenle pozitif ya da negatif basınçlı değildir. İrrigasyon solüsyonunun apikal kısma gönderilmesi eğenin yaptığı içeri-dışarı çalışma hareketiyle sağlanır (127).

Bu sistem ile kök kanalları sürekli taze irrigasyon solüsyonu ile yıkanır. Rotasyonel hareketle çalışmadığı ve devamlı irrigasyon yapıldığı için istmus ya da kök kanal düzensizliklerine dentin talaşlarını itip, bu alanları tıkamadığı düşünülmektedir (127).

2.8. Tekrarlayan Kök Kanal Tedavilerinde Kalan Artık Kök Kanal Dolgusunun Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

Kök kanal dolgu materyalinin çıkarılması, altında kalan dentin tabakasının ve kök kanal sisteminin dezenfeksiyonunu sağlamak için ön koşuldur. Kök kanal patını ve dolgu materyalinin tamamen çıkarılması zordur. Yapılan in vitro çalışmaların birçoğunda kök kanal dolgusu sökümü sonrasında artık dolgu ve kanal patı kaldığı bulunmuştur (3,128-134). Bununla birlikte klinik koşullarda, kalan kök kanal dolgusunu ve patı tespit etmek zordur.

Deneysel çalışmalarda kalan kök kanal dolgusu, kökler ikiye ayrılarak mikroskop altında görüntülenebilir, şeffaflaştırma yapılabilir, mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-BT) görüntüleri alınabilir ve stereomikroskop ile incelemiş (135). Klinik koşullarda ise kalan kök kanal dolgusu; radyografi alınarak, enstrümanlarla, solvent emdirilmiş kağıt koni ve operasyon mikroskobu ile tespit edilebilir. Fakat bu yöntemlerle kök kanal patı da düşünüldüğünde, tüm kök kanal dolgusunun uzaklaştırıldığı tespit edilmesi mümkün görünmemektedir.

2.8.1. Radyografik yöntem ile kalan kök kanal dolgusunun ve debrisin incelenmesi

Radyografik yöntem, kök kanal sisteminin anatomisinin doğrudan gözlenmesi, köklerin sayısı ve eğriliği, hastalığın varlığı veya yokluğunu tespit etmek gibi avantajlara sahiptir. Bununla birlikte, bu tekniğin her durumda uygun olmadığını gösteren bir takım dezavantajları da vardır. Radyografinin eksiklikleri

arasında, teknik duyarlılık ve öznellik, iyonlaştırıcı radyasyonun tehlikesi ve üç boyutlu bir nesneden iki boyutlu görüntü üretilmesinden kaynaklanan üst üste binme hataları yer alır.

Yapılan bir çalışmada, kök kanal dolgusu sökümü sonrası radyografik olarak boş görünmesine rağmen kökler ikiye ayrıldıktan sonra kök kanalında güta perka bulunmuştur (136). Schirrmeister ve ark. (137) ve Drebenstedt ve ark. (138) radyografilerde kalan güta perka veya Resilon miktarının olduğundan daha düşük gözlendiğini belirtmiştir. Schirrmeister ve ark. (137) güta perka kalıntılarının sadece %78'inin radyografik olarak tespit edildiğini bildirmiştir.

Schirrmeister ve ark. (139) Epiphany ve güta perka ile doldurulmuş tek köklü üst çene kesici dişlerin tekrarlayan tedavisinde kalan dolgu materyalinin değerlendirilmesi için radyografi ve operasyon mikroskobunu karşılaştırmışlardır. Operasyon mikroskobu özellikle güta perkayı radyografiden daha iyi saptanmasını sağlamıştır. Betti ve Bramante (128) ile Carvalho Maciel ve Scelza da (140) yaptıkları çalışmalarda radyografi kullanıldığında kalan güta perka ve patın hepsinin tespit edilemediğini bildirmişlerdir.

2.8.2. Enstrümanların izlenmesiyle kalan kök kanal dolgusunun değerlendirilmesi

Bazı araştırmacılar çevresel eğelemeyi takiben eğenin yivleri arasına bakılarak pat, güta perka ya da dentinin debrislerinin izlenebileceğini ifade etmiştir (79,139).

2.8.3. Dokunma duyusu ile kalan kök kanal dolgusunun değerlendirilmesi

Büyük bir parça halinde kalan güta perka, önceden eğim verilmiş ince bir H tipi eğe ile tespit edilebilir. Eğe pasif bir şekilde kanaldan çekilirken güta perka kalıntısına temas ettiğinde, dentinden geçerken olduğu gibi kaymaz hafif bir titreşim yapar.

2.8.4. Solvent emdirilmiş kağıt koni ile kalan kök kanal dolgusunun değerlendirilmesi

Solvent emdirilmiş kağıt koni dentin duvarlarına temas ettirildikten sonra incelenerek kök kanalında kalan gütta perkanın pozisyonu belirlenebilir. Bu teknikle kalan kök kanal patının yeri tespit edilemez. Bununla birlikte solvent kullanıldığında dentin tübüllerinde ve kök kanal duvarında daha fazla artık gütta perka kaldığı gösterilmiştir (99).

2.8.5. Operasyon mikroskobu ile kalan kök kanal dolgusunun değerlendirilmesi

Klinik şartlarında operasyon mikroskobunun büyütmesi kullanılarak, çalışma alanının görünürlüğü artırılır (74). Bunun yanısıra ilave aydınlatma sağlar. Mantıksal olarak tedavi kalitesinin operasyon mikroskobu ile geliştirileceği düşünülse de yapılan bir çalışmada çekilmiş dişlerde operasyon mikroskobu kullanıldığında gütta perka uzaklaştırmada kullanılmayanlara göre fark bulunmamıştır (141). İlave olarak operasyon mikroskobu kurvatürün altında kalan kök kanalının izlenmesine olanak tanımaz. Başka bir çalışmada ise operasyon mikroskobu ile konvansiyonel radyografiler kıyaslandığında, operasyon mikroskobunun gütta perkayı daha iyi tespit ettiği gösterilmiştir (139).

2.8.6. Mikro bilgisayarlı tomografi ile kalan kök kanal dolgusunun ve debrisin incelenmesi

Yüksek çözünürlüklü mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-BT) diş hekimliğinin farklı alanlarında uygulanan etkili bir teknolojidir. Geleneksel bilgisayarlı tomografi (BT) teknolojisiyle dişler üzerinde yapılan çalışmalar, 1-2 mm'lik dikey çözünürlük kapasitesi ve metalik maddeler tarafından X-ışınlarının zayıflatılması nedeniyle sınırlı kalmıştır. Geleneksel BT'nin düşük çözünürlüğü diş veya kök kanalları (142, 143) gibi küçük nesnelerin rekonstrüksiyonu için yetersizdi. Mikro-BT 'nin geliştirilmesi ile dikey çözünürlük kapasitesi 100-200 µm'ye çıkmıştır (142,144). Günümüzde, aksiyel tarama adımları 10 µm altına kadar

düşürülebilmektedir (145). Mikro-BT, çeşitli araştırmalarda kullanılmaktadır. Bunların arasında trabeküler kemik ve membranöz kemik yapısının incelenmesi (146,147), oral implantların etrafındaki kemik dokusunun veya greftlenmiş periostun değerlendirilmesi (148,149), kemik defektlerinin iyileşme modelleri ve periapikal kemik yıkımının morfolojik değerlendirilmesi (150-152), mine kalınlığı ve molarların sert doku makromorfolojisi incelenmesi (142,144) vardır. Ayrıca mikro-BT yardımıyla dişlerin üç boyutlu modeli oluşturulabilir (153).

Endodontide deneysel çalışmalarda, mikro-BT'nin değerli bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır (154). Kök kanal geometrisi ve enstrümantasyonun kök kanalı morfolojisi üzerindeki etkisi çeşitli araştırmalarla değerlendirilmiştir (142,154). Mikro-BT tekniğinin birçok avantajı vardır. Yöntem hızlıdır ve invaziv değildir. Sonuçlar tekrarlanabilir ve histolojik kesitlerle karşılaştırılabilir (152). Kemik, bağ dokusu, dişler veya kök kanallarının morfolojisi üzerinde çalışmalar yapılabilmektedir (142,152). Mikro-BT, dokuların yüzey alanı ve hacmine göre zamanla değişimlerini gösterebilir (142). Mikro-BT kök kanal dolgusunu, boşlukları ve diş yapılarını ayırt edebilen güvenilir ve invaziv olmayan bir tarama yöntemidir (145). Bu teknoloji aynı zamanda dişin uzunlamasına kesitinde kanal dolgusu ya da debris gibi kalıntıların nicel ve nitel olarak yüksek hassasiyetle değerlendirilmesine olanak tanır (155). Orijinal kök kanal anatomisi ve tedavi prosedürleri sonrası, örneklere invaziv bir işlem yapılmadan 3 boyutlu rekonstrüksiyon ile karşılaştırılabilir (156). Kök kanal dolgusunun sökülmeden önce ve sonra hacmini mm³ olarak verebilir (157). Bu tekniğin dezavantajları; veri toplama ve 3 boyutlu rekonstrüksiyonda kullanılan cihaz ve bilgisayar programlarının maliyetleri yüksektir, araştırmacının dikkatli ve özenli bir şekilde veri toplaması gerekir, cihazlar üzerinde tecrübesi ve bilgisi yüksek olmalıdır, kesit alma ve rekonstrüksiyon yapılması uzun süre gerektirebilir (158). Ayrıca bu teknik *invivo* çalışmaya olanak sağlamaz, yalnızca çekilmiş dişlere uygulanabilir.

2.8.7. Steromikroskop ile kalan kök kanal dolgusunun ve debrisin incelenmesi

Steromikroskop ile kök kanalları büyütme altında incelenip fotoğraf alınabilmektedir. Ulaşılabilirliği kolaydır, kullanımı basittir ve incelenen örnek için ek materyallere ihtiyaç duyulmaz (159). Tekrarlayan kök kanal tedavisi sonrası artık

kök kanal dolgusu incelenirken kökler uzunlamasına ikiye ayrılır ya da kök ucundan belli uzaklıklarla enine kesilerek stereomikroskop altında incelenir. Bu teknik invazivdir ve yalnızca invitro çalışmalarda kullanılabilir. Taramalı elektron mikroskobu kadar detaylı inceleme imkanı sağlamaz. Yapılan bir kök kanalından güta perka uzaklaştırma çalışmasında, radyografi ve stereomikroskop ile temizlenmiş görünen örneklerde taramalı elektron mikroskobu analizlerinde kalan dolgu maddesi olduğu gösterilmiştir (100).

2.8.8. Taramalı elektron mikroskobu ile kalan kök kanal dolgusunun ve debrisin incelenmesi

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile kök kanalları ya da dış yüzeyinin özel bir bölgesi istenilen yüksek büyütme altında detaylı bir şekilde değerlendirilir. Taramalı elektron mikroskobunun çalışma prensibi; elektron demeti ile örnek yüzeyi taranırken, yüzeye çarparak yasıyan elektronların bir dedektör tarafından toplanmasıdır. Endodontide SEM; smear tabakası varlığı, dentin tübüllerine pat ya da kanal dolgularının penetrasyonu, mikroorganizmaların dentin tutulumu, biyofilm tabakası, pulpal ya da sement hücreleri, dentin yüzey değişiklikleri gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır (160-164).

2.8.9. Konik ışınlibilgisayarlı tomografi ile kalan kök kanal dolgusunun ve debrisin incelenmesi

Dijital görüntüleme sistemindeki iyileştirmeler, konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) gibi destrüktif olmayan yöntemler kullanarak kök kanal anatomisinin invivo değerlendirilmesini sağlamıştır (165). En büyük avantajları destrüktif bir yöntem olmaması, invivo uygulanabilmesi ve diğer 3 boyutlu görüntüleme sistemlerinden daha az radyasyon dozu gerektirmesidir (166). CBCT teknikleri, iki boyutlu dijital radyografi ile karşılaştırıldığında, ilave kök ve kanalların saptanmasını artırır (167, 168). CBCT ve mikro-BT'nin kıyaslandığı bir çalışmada mandibular kesici dişlerde CBCT'nin birden çok kanal varlığını tespit edebildiğini, ancak mikro-BT ile kıyaslandığında iki boyutlu yönlerini ayrıntılandıramadığı

bildirilmiştir (167). Yine başka bir çalışmada CBCT ve mikro-BT görüntüleme sistemleri kullanarak kök kanalı varyasyonlarını karşılaştırılmış ve CBCT görüntülerinin detaylarının yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır (169). Ayrıca kök kanalı içindeki güta perka, kök kanal patı gibi radyopak maddeler CBCT görüntülerinde artifaklara ve saçılma ile görüntünün bozulmasına neden olabilmektedir (170,171). Dünya Sağlık Örgütü dijital radyografilere nazaran yüksek doz radyasyon uygulanması nedeniyle CBCT'nin rutin kullanımını önermemektedir (172).

2.8.10. Şeffaflaştırma ile kalan kök kanal dolgusunun ve debrisin incelenmesi

Dişlerin şeffaflaştırılması, kök kanal sisteminin morfolojik çalışması (173), kanal enstrümantasyon teknikleri (174), post tasarımının kök kırığı üzerindeki etkisi (175), kurvatürlü kök kanallarında kök kanal patının yerleştirme teknikleri (106), kanal dolguları kalitesi (176) ve güta perkanın kök kanalından uzaklaştırılması (10) dahil olmak üzere endodontik tedavinin çeşitli yönleri hakkında bilgi elde etmek için kullanılmıştır. Kökler uzunlamasına ya da yatay olarak ayrıldığında madde kaybından oluşabilecek hataların önüne geçmek için destrüktif yöntemler yerine tercih edilir (10). Bu yöntem ile kök kanallarına boya enjekte edilir ardından diş demineralize edilerek şeffaf hale getirilir ve kök kanal sistemi dışardan görünür hale getirilir (177). Bu yöntemin dezavantajı, boya solüsyonunun istmus ramifaksiyon gibi anatomik boşluklara akmasının zor olması ve tekniğin vakit almasıdır (178).

2.9. Oval Şekilli Kanalların Kök Kanal Tedavisi

Başarılı bir endodontik tedavi, kök kanal sisteminin etkili bir şekilde temizlenmesine, şekillendirilmesine ve hermetik bir şekilde tıkanmasına bağlıdır (179,180). Kalan debris, smear tabakası veya efekte pulpa dokusu mikroorganizma içermelerinin yanısıra, kök kanal dolgusunun kanal duvarlarına adaptasyonunu da azaltarak endodontik başarısızlığa neden olabilir (8,180). Yuvarlak kesitli, düz kanallarda mekanik enstrümantasyon ve irrigasyon ile kök kanal sisteminin temizliği sağlanabilmektedir. Fakat oval şekilli ya da kurvatürlü kanallarda ve istmuslar gibi

ulaşılması güç anatomik yapılarda kök kanal sisteminin temizlenmesi büyük zorluk oluşturmaktadır.

Apikalden 5mm uzaklıkta, uzun çapı kısa çapından 2.5 kat fazla olan kök kanalları oval olarak tarif edilmektedir. Tüm dişlerin %25'inde, bazı diş tiplerinde ise %90'ında bu şekilde kanal bulunmuştur (181).

NiTi döner sistem eğelerinin enine kesitleri çoğunlukla yuvarlaktır. Kök kanallarında preparasyon yapılırken kanalın en geniş bölümünde konumlanır ve bu bölgede çalışır (125). Eğelerin çapı arttıkça daire şeklinde kesitte genişletme yapar. Eğer kök kanalı yuvarlak kesitli ise preparasyon tüm orijinal kanalı içine alabilir. Fakat oldukça sık karşılaşılan oval kesitli kök kanallarında, preparasyon sonrası özellikle bukkal ya da lingual kısımda dokunulmadan kalan bölgeler olabilir (5). Bu bölgeleri preparasyona dahil etmek için daha geniş çapta eğeler kullanılması kökün mezial ve distal duvarında aşırı incelmeye, dolayısıyla strip perforasyon ya da kök kırığına neden olabilir (182). Mekanik enstrümantasyonla erişilemeyen alanlarda temizlik, geriye kalan tüm dokuları, bakterileri ve biyofilmi uzaklaştırmak için kullanılan sodyum hipoklorit etkinliğine bağlıdır. Şırınga ve iğne ile yapılan geleneksel irrigasyon bu alanlarda genellikle yeterince etki gösterememektedir (183). Bu nedenle irrigasyon aktivasyon teknikleri kullanılması önerilmektedir.

Enfekte kök kanallarında dentin tübüllerinin 500 µm derinliğine kadar bakteri invazyonu görülebilmektedir (184). Bu alanları pratikte tamamen uzaklaştırmak mümkün değildir, bu nedenle smear tabakası kaldırılarak dentin tübüllerine antimikrobiyal ajanların nüfuz etmesi istenir (44). Başarısız endodontik vakaların tekrar tedavi edilmesinin hedefi; enfekte olmuş kök kanallarının yapılan kök kanal tedavisi hedefleri ile aynıdır. Başlangıçta, güta perka ve kök kanal patı kalıntıları da dahil olmak üzere tüm kök dolgu malzemelerini uzaklaştırmak, ardından enfekte dentin tabakasının etkin bir şekilde uzaklaştırılmasını ve dentin tübüllerinin dezenfeksiyonunu sağlamak gerekir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Etik Kurul Onayı

Bu tez çalışmasında, tekrarlayan kök kanal tedavilerinde çeşitli irigasyon aktivasyon yöntemlerinin kalan kök kanal dolgusu miktarı üzerine etkisi araştırıldı.

Çalışmanın deneyleri, Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda, Bülent Ecevit Üniversitesi Bilim Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi BIOMATEN Biyomalzeme ve Doku Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirildi.

Çalışma, Bülent Ecevit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 22.04.2016 tarih ve 2016-13442734-01 numaralı proje ile desteklenmiştir. Çalışmada insan dişi kullanabilmek için Bülent Ecevit Üniversitesi Klinik araştırmalar Etik Kurulu'ndan 10.02.2016 tarih ve 2016-35-10/02 sayılı etik kurul onayı alındı (Ek 1).

3.2. Dişlerin Seçimi ve Saklanması

Çalışmada kök kanal tedavisi yapılmamış, periodontal sebeplerle çekilmiş, apikal gelişimi tamamlanmış, distal kökünde oval şekilli tek kök kanalına ve tek apikal foramene sahip 40 adet insan mandibular molar dişi kullanıldı. Dişlerin üzerindeki yumuşak dokular ve diş taşı gibi artıklar el aletleri yardımıyla temizlendi ve dişler kullanılmaya kadar +4 °C'de distile su içerisinde bekletildi. Oval kök kanallarına sahip olup olmadığını kontrol etmek için tüm köklerin 3 boyutlu görüntüsü, Veraviewepocs 3D konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) (J Morita Mfg. Corp., Kyoto, Japonya) cihazı ile alınarak değerlendirildi (Şekil 1). Distal köklerin koronal kısmında bukkolingual çap meziodistal çaptan iki katı ya da daha fazla genişse kök kanalları oval olarak kabul edildi (181).



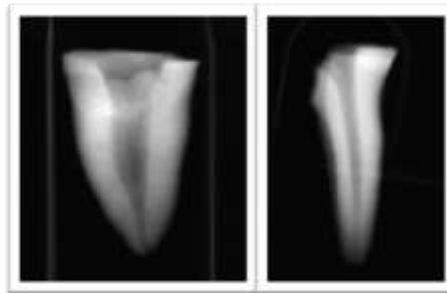
Şekil 1. Oval şekilli kök kanal CBCT görüntüsü.

Dişlerin distal kökleri elmas separe (Horico; Berlin, Almanya) yardımıyla su soğutması altında kronlarından ve mezial köklerinden ayrıldı (Şekil 2).



Şekil 2. Separe ile ayrılan alt molar dişin distal kökü.

Distal kökte; anatomik düzensizlik, kalsifikasyon, rezorpsiyon varlığının kontrolü amacıyla bukkolingual ve meziodistal olmak üzere herbir kökten iki radyografi alındı (Şekil 3). Anatomik düzensizlik ya da patoloji gösteren kökler çalışmadan çıkarıldı ve yerine çalışma kriterlerine uygun kök eklendi. Kökler mümkün olduğunca aynı uzunlukta seçildi (Şekil 4).



Şekil 3. Bukkolingual ve meziodistal yönden alınan dijital radyografiler



Şekil 4. Gruplardan birine ait örneklerin görüntüsü

Sonuç olarak tüm kriterlere uyan 40 adet oval şekilli tek kanallı, tek foramene sahip alt azı dişi distal kökü çalışmada kullanıldı.

3.3. Örneklerin Hazırlanması

3.3.1. Kök kanal preparasyonları

Çalışma boyu tespiti için #10 numaralı K tipi el eğesi (VDW Antaeos, Münih, Almanya) kök kanalı içerisinde apeksten çıkıncaya kadar ilerletildi, eğenin kök ucunda gözle görüldüğü uzunluktan 1 mm çıkarılarak çalışma boyu hesaplandı. Tüm kökler aynı şekilde sırasıyla K ve H tipi (VDW Antaeos, Münih, Almanya) el eğeleri ile step back tekniği kullanılarak ana apikal eğe #35 olacak şekilde prepare edildi. Herbir el eğesinden sonra kök kanalı, 1 ml %2.5 sodyum hipoklorit (NaOCl) (Imicryl, Konya, Türkiye) ile yıkandı. Final yıkamada 60 s 5 ml %17 EDTA (Imicryl, Konya, Türkiye) kullanıldı. Ardından 10 ml distile su ile kök kanalı yıkanarak kağıt koni (DiaDent Group International Inc., Cheungju, Kore) ile kurulandı.

3.3.2. Kök kanal dolgusu

Kök kanal dolgusu, AH Plus patı (Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya) ve güta perka konlar (DiaDent, DiaDent Group, Burnaby, Kanada) kullanılarak lateral kondensasyon yöntemiyle yapıldı. #35'lik güta perka ana kon olarak seçildi.

Yardımcı guta perka konlar kök kanalının koronal 1/3'ünde kalana kadar #25 numaralı spreader (DiaDent, DiaDent Group, Burnaby, Kanada) kullanılarak yerleştirildi. Sıcak bir ekskavatör ile guta perka kanal ağzından kesildi. Kanal ağzları rezin modifiye cam iyonomer siman ile kapatıldı. Kökler 37 °C de %100 nemli ortamda 30 gün bekletildi (Şekil 5).



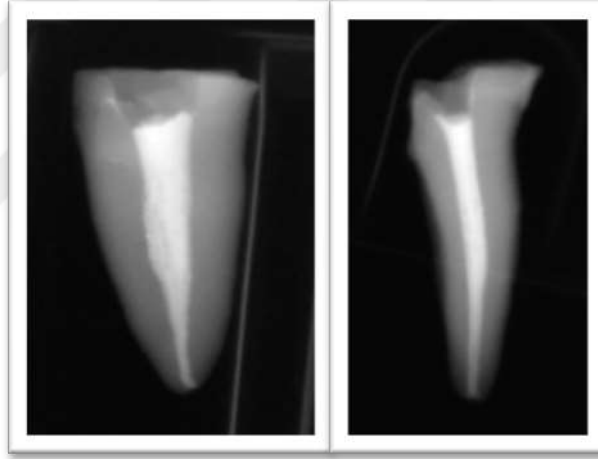
Şekil 5. Örneklerin ependorf tüpünde distile su içinde saklanması

3.4. Başlangıç Dijital Radyografilerinin Alınması

Kök kanal dolgusu yapılan köklerde başlangıç dijital radyografileri alınırken, röntgen cihazı (MyRay, Imola, İtalya) ve MyRay Zen-X radyovizyografi (RVG) cihazı (MyRay, Imola, İtalya) kullanıldı. Sensörün düz yüzeyde sabit durmasını sağlamak için silikon ölçü materyali ile RVG sensörünün içine tam oturduğu blok oluşturuldu. Tüm radyografiler sensör bu blok içindeyken 63 kVp, 8 mA, 0.23 s de alındı. Radyografiler alınırken standardizasyon sağlamak için röntgen cihazının konucu ve sensör arası mesafe 15 cm olacak şekilde ayarlandı (Şekil 6). Kök kanal dolguları yapılmış her bir kökten bukkolingual ve meziodistal doğrultuda olmak üzere 2 adet radyografi alındı (Şekil 7).



Şekil 6. Distal köklerden dijital radyografi alınması



Şekil 7. Kök kanal dolgusu yapıldıktan sonra alınan dijital radyografiler

3.5. Başlangıç Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT) Görüntülerin Alınması

Tüm örnekler, SkyScan 1172® (SkyScan 1172®; Kontich, Belçika) mikro-BT cihazı kullanılarak 21 µm izotropik çözünürlük ve 100 kV ve 100 mA de bakır ve alüminyum filtreler ile 150 dakika süreyle tarandı (Şekil 8). Yapılan taramaların piksel boyutları 10 µm olarak ayarlanıp, taramalar 0.4° dönme açısı ve toplam 360° dikey dönme açısı ile gerçekleştirildi. Örnekler ortalama 150 dakika süreyle tarandı.

Taramalar sonunda her örnek için 400 tane ham görüntü elde edilerek TIFF formatında kaydedildi.



Şekil 8. Mikro bilgisayarlı tomografi cihazı.

3.6. Kök Kanal Dolgularının Sökümü

Kanal dolumu yapılan tüm köklerden kök kanal dolgusu ProTaper Retreatment Universal seti (Dentsply; Tulsa Dental, İsviçre) kullanılarak üretici firma talimatları doğrultusunda uzaklaştırıldı. D1 (30.09) eğe 300 Ncm torkla 180 rpm hızla korondan orta üçlüye kadar ilerletildi. Eğenin bıçakları arasında güta perka görülmeinceye dek D2 (25.08) eğe çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde 300 Ncm torkla 150 rpm hızla kullanıldı. D3 (20.07) eğe 300 Ncm torkla 150 rpm hızla çalışma boyunda kullanıldı. Tüm söküm eğeleri kök kanalı içerisinde nazikçe ilerletildi. Çalışılan boya gelindiğinde eğe kök kanalından çıkarıldı, bıçakları arasında kalan kök kanal dolgu materyali nemli bir pamuk ile temizlendi, kök kanalı 2 ml distile su ile yıkandı. Herhangi bir çözücü kullanılmadı. Bu işlem tüm eğelerde bıçaklar arasında kök kanal dolgusu görünmeyene dek yapıldı. Döner sistem ile kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılmasından sonra kök kanalı 2 ml %2.5 lik NaOCl ile yıkandı ardından #40 H tipi eğe ile 60 saniye çevresel eğeleme işlemi yapıldı. 2 ml %2.5 NaOCl ardından 2 ml %17 EDTA ile irrigasyon yapıldı.

3.7. Deney Gruplarının Oluşturulması

ProTaper Retreatment eğeleri ve paslanmaz çelik el eğesi ile kök kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra örnekler kullanılacak irrigasyon aktivasyon

yöntemlerine göre rastgele 1 kontrol ve 3 deney grubuna (n=10) ayrıldı. Gruplar Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Grupların adı ve içerikleri.

Grup No	Grup Adı	İçerik
1	Kontrol	İlave irrigasyon protokolü uygulanmadı
2	PUI	Pasif ultrasonik irrigasyon aktivasyonu
3	SAF	Self Adjusting File sistemi ile irrigasyon aktivasyonu
4	XPF	XP Endo Finisher irrigasyon eğesi ile aktivasyon

3.7.1. Kontrol grubunun hazırlanması (Grup 1)

İlave irrigasyon protokolü uygulanmadı (n=10).

3.7.2. Pasif Ultrasonik İrrigasyon grubunun hazırlanması (Grup 2)

Ultrasonik uç (IRRs Smooth wire VDW GmbH, Münih, Almanya) VDW ultra (VDW GmbH, Münih, Almanya) cihazı ile birlikte 20 güç ayarında çalışma boyundan 1 mm kısa olacak şekilde çalıştırıldı (Şekil 9). 2 ml %2.5 NaOCl ile doldurulan kök kanallarında 4 kez 30 saniye ultrasonik aktivasyon yapıldı. Toplamda 2 dakika ultrasonik aktivasyon yapıldı ve 8 ml %2.5 NaOCl kullanıldı. Final yıkamada kök kanallarına %17 EDTA ile 60 saniye irrigasyon yapıldı, ardından 2ml distile su ile yıkandı, kök kanalları kağıt koni ile kurulandı (n=10).



Şekil 9. Ultrasonik cihaz ve ultrasonik irrigasyon ucu

3.7.3. Self Adjusting File grubunun hazırlanması (Grup 3)

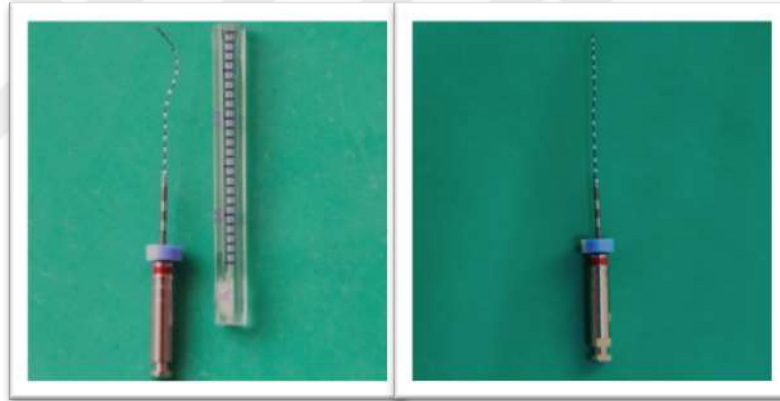
Kök kanal dolgu materyali uzaklaştırıldıktan sonra 2.0 mm çapındaki Self Adjusting File (SAF) (Re-Dent Nova, Ra'anana, İsrail) eğesi kullanıldı. SAF X-Smart Endomotor ve RDT3-NX başlık ile 0,4 amplitüdde dakikada 5,000 içeri dışarı titreşimle uygulandı (Şekil 10). SAF eğesine silikon tüple bağlı VATEA haznesinden devamlı irrigasyon yapıldı. 4 ml/dk akış hızında kullanıldı. SAF 2 dakika boyunca %2,5 NaOCl ile kullanıldı. Toplamda 2 dakika SAF aktivasyonu yapıldı ve 8 ml %2.5 NaOCl kullanıldı. Final yıkamada kök kanallarına %17 EDTA ile 60 saniye irrigasyon yapıldı, ardından 2ml distile su ile yıkandı, kök kanalları kağıt koni ile kurulandı (n=10).



Şekil 10. RDT3-NX başlık endomotor ve Vatea haznesi

3.7.4. XP Endo Finisher grubunun hazırlanması (Grup 4)

Kök kanal dolgu materyali uzaklaştırıldıktan sonra, kök kanallarına 2 ml %2.5 NaOCl irrigasyonu altında, 800 rpm de çalışan bir endomotora (X-Smart-Dentsply, İsviçre) monte edilmiş 25 numara ve 0 konisiteye sahip XP-endo Finisher eğesi ile 30 saniye aktive edildi. Eğe kök kanalına yerleştirilmeden önce kendi özel şeffaf tũpũ içerisine yerleştirilerek soğutucu sprey ile soğutuldu ve kaşık şekilli formundan dũz hale geğmesi sağlandı (şekil 11). Eğe kök kanalında çalışma boyundan 1 mm kısa olacak şekilde ileri geri hareketlerle çalıştırıldı. Aktivasyon işlemi 3 kez daha tekrarlandı. Toplamda 2 dakika XPF aktivasyonu yapıldı ve 8 ml %2.5 NaOCl kullanıldı. Final yıkamada kök kanallarına %17 EDTA ile 60 saniye irrigasyon yapıldı, ardından 2ml distile su ile yıkandı, kök kanalları kağıt koni ile kurulandı (n= 10).



şekil 11. XPF irrigasyon aktivasyon eğesinin oda sıcaklığında ve soğutulduktan sonra gũrũntũsũ

3.8. Final Dijital Radyografilerin ve Final Mikro Bilgisayarlı Tomografilerin Alınması

İrrigasyon aktivasyon yũntemlerinin uygulanmasının ardından başlangığ dijital radyografi ve mikro bilgisayarlı tomografi analizlerinde olduğu gibi final dijital radyografi ve mikro-BT gũrũntũleri alındı.

3.9. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Görüntülerinin Alınması

Kök kanal dolgusu sökümü işlemlerinin tamamlanmasından sonra köklerin bukkal ve lingual yüzeylerine elmas separe ile su soğutması altında uzunlamasına oluklar açıldı. Oluklar açılırken kök kanal dentininin lümenine bakan yüzüne elmas disk temas ettirilmekten kaçınıldı. Siman spatülü oluk içine yerleştirilip çekiç ile kökler iki parçaya ayrıldı (Şekil 12). Kök kanalındaki artık ve debrislerin incelenmesi SEM (FEI Quanta FEG 450, Çek Cumhuriyeti) ile gerçekleştirildi. SEM görüntüleri bir ikincil elektron detektörü (ETD) kullanılarak elde edildi. Tüm yarım kök kanallarının koronal, orta ve apikal yüzeylerinden, 15-20 kV'de çalıştırılan alan emisyon taramalı elektron mikroskobu ile $\times 1000$ standart büyütmede görüntüler elde edildi.



Şekil 12. SEM analizi için hazırlanan distal kök

3.10. Kalan Dolgu Miktarlarının Değerlendirmesi

3.10.1. Dijital radyografik metod

Başlangıç ve final dijital radyografilerinin alınması sonrasında görüntüler bilgisayara aktarıldı ve ImageJ 1.38 görüntü analiz yazılımı (National Institutes of Health, Bethesda, MD, ABD) ile hem kök kanal dolumunun hem de kanal sökümünün sonrası kalan dolgu materyalinin alan hesaplamaları yapıldı. Kalan dolgu maddesi ile kaplanan kök kanal duvarı alanının, kanal duvarının toplam alanına oranı bölmek suretiyle yüzde terimleriyle hesaplandı. Hesaplamalar yapılırken dolgu

materyalinin radyoopak olmasından yararlanılarak çizim yapıldı, yazılımın otomatik olarak piksel hesaplamasıyla alan ölçümleri elde edildi. Kalan dolgu maddesinin alan yüzdeleri, artık güta perka ile kaplanan alanların (AKKKD) tüm kanal alanlarına (KKD) bölünüp 100 ile çarpılmasıyla hesaplandı. Meziyodistal ve bukkopalatal yönlerden elde edilen değerlerin ortalamaları kullanıldı. Tek görüntüde, tekrarlanabilirliği artırmak ve operatör içerisindeki değişkenliği azaltmak için aynı operatör tarafından üç kez işlem tekrarlandı ve elde edilen ölçümlerin ortalaması alındı.

$$\frac{\text{Meziyodistal AKKKD} + \text{Bukkolingual AKKKD}}{\text{Meziyodistal tüm KKD} + \text{Bukkolingual tüm KKD}} \times 100$$

3.10.2. Mikrobilgisayarlı tomografi analizi (mikro-BT)

Başlangıç ve final mikro-BT taramaları sonrasında elde edilen ve TIFF formatında kaydedilen ham görüntüler, InstaRecon® (SkyScan 1172®; Kontich, Belçika) yazılım programı kullanılarak rekonstrükte edildi ve daha sonra kullanılmak üzere BMP formatında kaydedildi. Kök kanal dolgusu sökümü öncesi ve sonrası hacimsel farklılıklar yüzde olarak hesaplandı.

3.10.3. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesi (SEM)

Elde edilen SEM görüntülerinde, tek araştırmacı tarafından, tüm yarım köklerin, koronal orta ve apikal üçlüsü skorlandı. Skorlamada Pirani ve ark.'ın (185) skorlama metodu kullanıldı:

- 0- Dentin tübüllerinin %75'inden fazlası görülmektedir.
- 1- Smear tabaka mevcut ve tübüllerin %75'inden azı görülmektedir.
- 2- Sınırlı alanda smear tabakası mevcuttur ve tübüllerin %50'sinden azı görülmektedir.
- 3- Dentin smear tabakası ile kaplıdır ve tübüller izlenmemektedir.



Şekil 13. Taramalı elektron mikroskobu görüntüsü

3.11. İstatistiksel Yöntem

İstatistiksel değerlendirme SPSS 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak yapıldı. Sayısal değişkenler için tanımlayıcı istatistikler aritmetik ortalama \pm standart sapma olarak ifade edildi. Sayısal değişkenler bakımından grupların karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis varyans analizi kullanıldı. Kruskal-Wallis varyans analizinde alt grupların ikiserli karşılaştırılması ise Dunn testi ile yapıldı ve tüm değerlendirmeler için $p < 0.05$ değeri anlamlı kabul edildi. Tüm gruplar için mikro-BT analizi ve dijital radyografi değerlendirmesi arasında korelasyon analizi yapıldı.

4. BULGULAR

Çalışmada kök kanal dolgularının uzaklaştırılmasının ardından farklı aktivasyon yöntemleri ile kök kanalları temizlendi. Kalan artık dolgu miktarı dijital radyografi, mikro bilgisayarlı tomografi ve taramalı elektron mikroskobu ile incelendi ve elde edilen veriler istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Dijital radyografi ve mikro bilgisayarlı tomografi ile elde edilen sonuçların korelasyon analizi yapıldı. Farklı aktivasyon yöntemleri ile kök kanallarının temizlenmesi sonrası elde edilen veriler farklı değerlendirme metotlarına göre dört başlık altında incelendi.

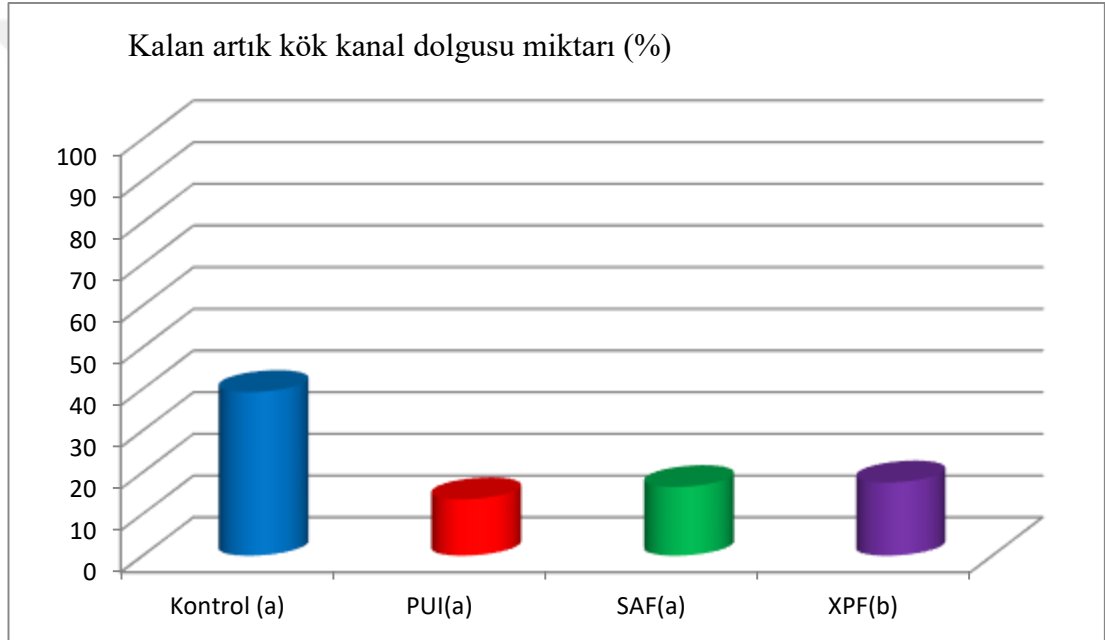
4.1. Mikro Bilgisayarlı Tomografi Değerlendirmesine Ait Bulgular

Çalışmada kullanılan kontrol ve farklı aktivasyon yöntemlerini içeren 4 farklı gruba ait ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum aralık değerleri Tablo 2’de, kalan artık kök kanal dolgusu yüzdeleri ise Şekil 14’de gösterildi. Her gruba ait örnek bilgisayarlı mikro tomografi görüntüleri Şekil 15, 16, 17 ve 18’de gösterildi.

Grupların istatistiksel karşılaştırılmasına göre kök kanalında kalan artık dolgu miktarı açısından en yüksek değer kontrol grubunda gözlemlendi. Test grupları arasında en düşük kalan artık dolgu miktarı değerleri ise PUI grubunda görüldü ve bu grubu sırasıyla SAF ve XPF grupları izledi ($p>0.05$). PUI, SAF ve XPF grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0.05$). Kontrol grubunda kalan artık dolgu miktarı değerleri, diğer test gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0.05$).

Tablo 2. Gruplara ait ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum kalan artık dolgu miktarı değerleri ($p=0.008$) (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).

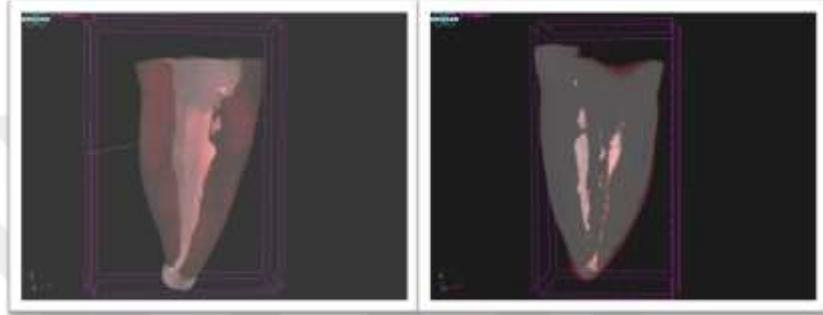
Grup	Ortalama	N	Standart sapma	Minimum	Maximum
Kontrol ^a	39,24180	10	15,809074	8,616	49,584
PUI ^b	13,54070	10	8,807677	,301	30,723
SAF ^b	16,47430	10	11,267889	3,798	37,392
XPF ^b	17,56270	10	13,768927	1,729	43,932



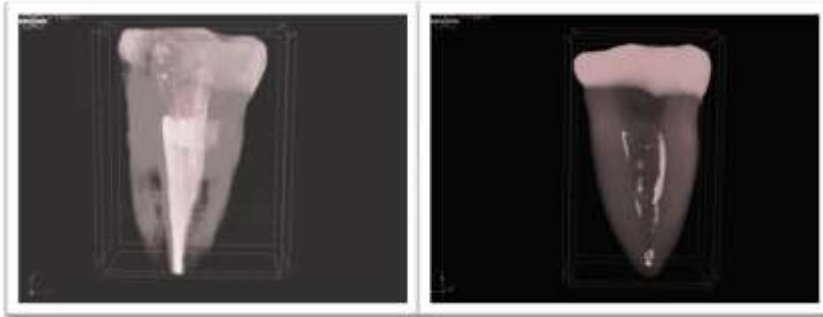
Şekil 14. Mikro bilgisayarlı tomografi analizine göre kalan artık dolgu miktarının gruplara göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).



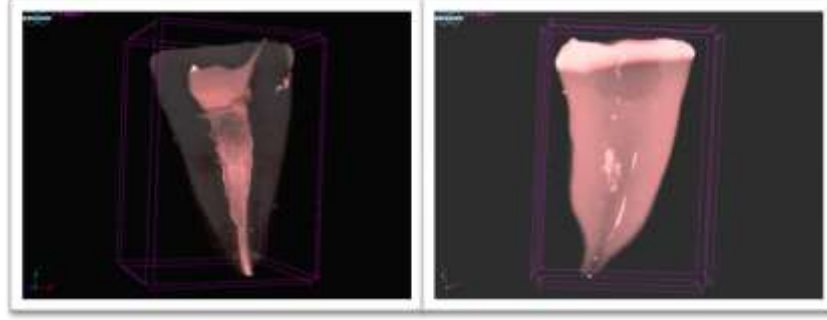
Şekil 15. Kontrol grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan mikro-BT görüntüleri.



Şekil 16. PUI grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan mikro-BT görüntüleri.



Şekil 17. SAF grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan mikro-BT görüntüleri.



Şekil 18. XPF grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan mikro-BT görüntüleri.

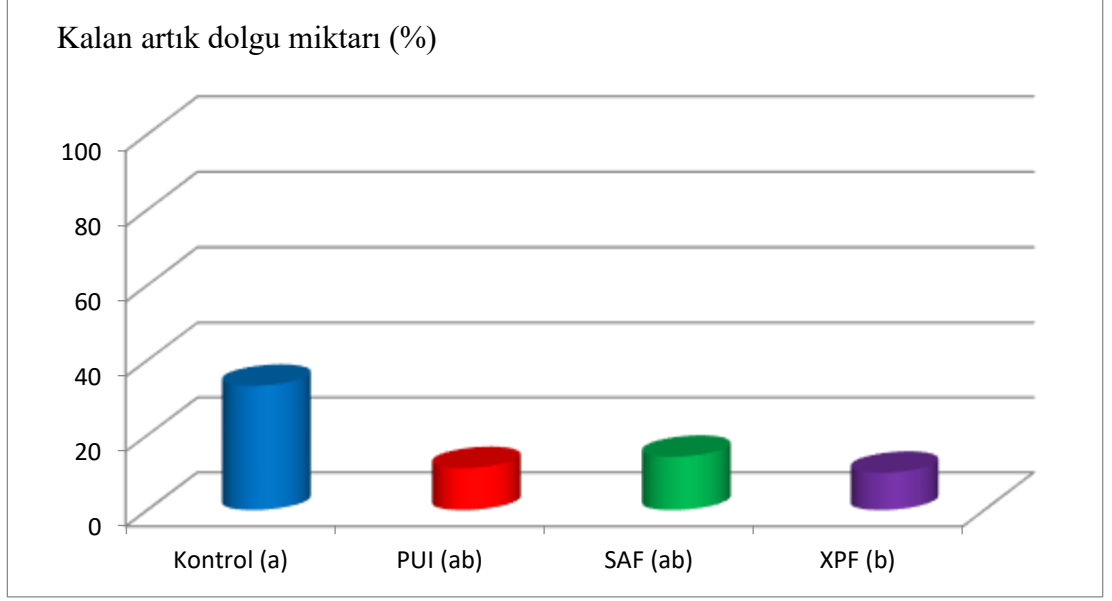
4.2. Dijital Radyografik Değerlendirmeye Ait Bulgular

Çalışmada kullanılan kontrol ve 3 farklı aktivasyon yöntemini içeren 4 gruba ait ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum aralık değerleri Tablo 3 ve Şekil 19’da gösterildi. Her gruba ait örnek dijital radyografi görüntüleri Şekil 20, 21, 22 ve 23’de gösterildi.

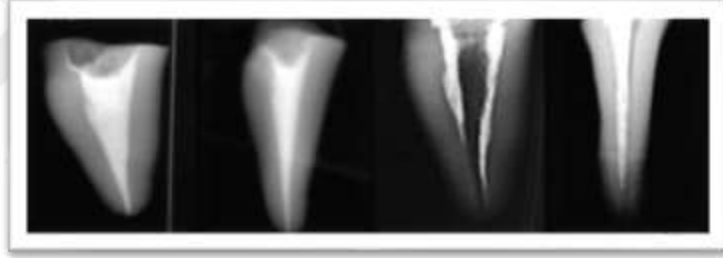
Grupların istatistiksel karşılaştırılmasına göre, kök kanalında artık dolgu yüzdesi açısından en yüksek değer kontrol grubunda gözlemlendi. Test grupları arasında en düşük kalan artık dolgu yüzdesi XPF grubunda görüldü ve bu grubu sırasıyla PUI ve SAF grupları izledi. Kontrol grubu ile XPF grubunda arasında kalan artık dolgu yüzdesi bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$). Kontrol, PUI ve SAF grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0.05$). PUI, SAF ve XPF grupları arasında da anlamlı fark görülmedi ($p > 0.05$).

Tablo 3. Gruplara ait ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum kalan artık dolgu yüzdesi değerleri ($p=0.008$) (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).

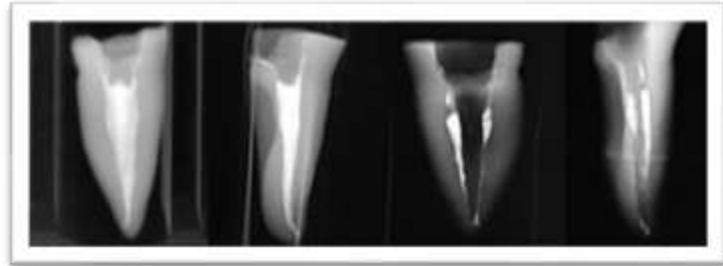
Grup	Ortalama	N	Standart sapma	Minimum	Maximum
Kontrol ^a	33,1867	10	17,26357	,59	60,60
PUI ^{ab}	11,2132	10	12,67552	,93	39,75
SAF ^{ab}	14,2322	10	14,70201	2,14	40,54
XPF ^b	9,9500	10	11,82797	,25	35,88



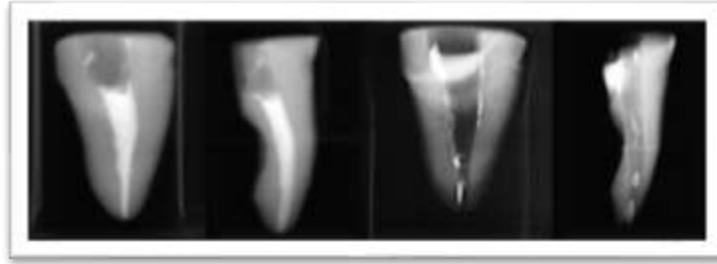
Şekil 19. Dijital radyografik değerlendirmeye göre kalan artık dolgu miktarının gruplara göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).



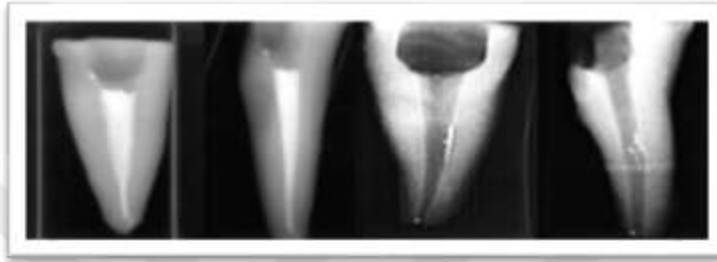
Şekil 20. Kontrol grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan dijital radyografiler.



Şekil 21. PUI grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan dijital radyografiler.



Şekil 22. SAF grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan dijital radyografiler.



Şekil 23. XPF grubunda bir örneğe ait kök kanal dolgusu sökümünden önce ve irrigasyon aktivasyonunda sonra alınan dijital radyografiler.

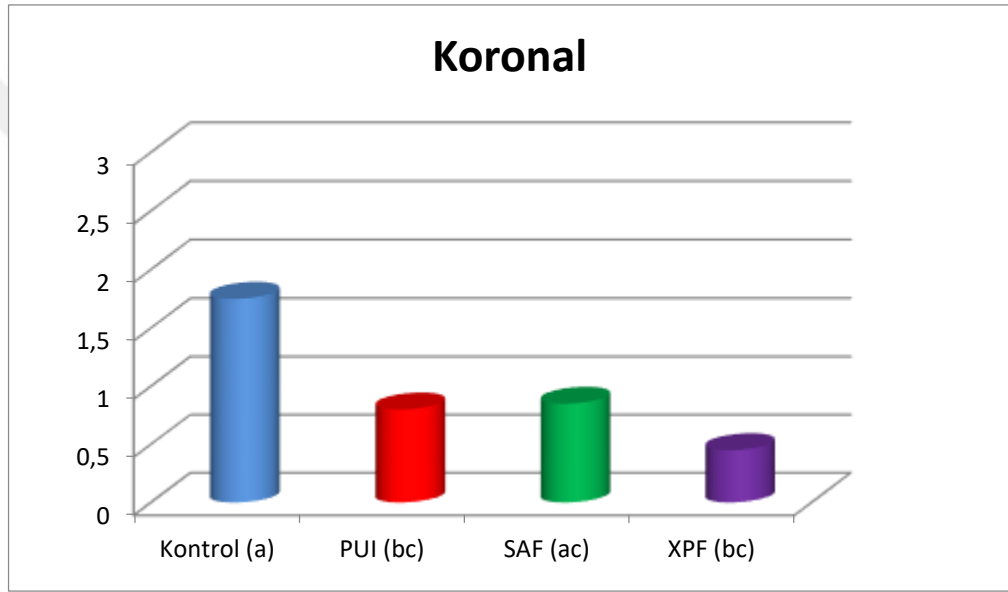
4.3. Taramalı Elektron Mikroskobu Değerlendirmesine Ait Bulgular

Çalışmada kullanılan 4 farklı gruba ve her bir grup için koronal, orta ve apikal olmak üzere farklı bölgelere ait skor değerlerinin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4’de gösterilmiştir.

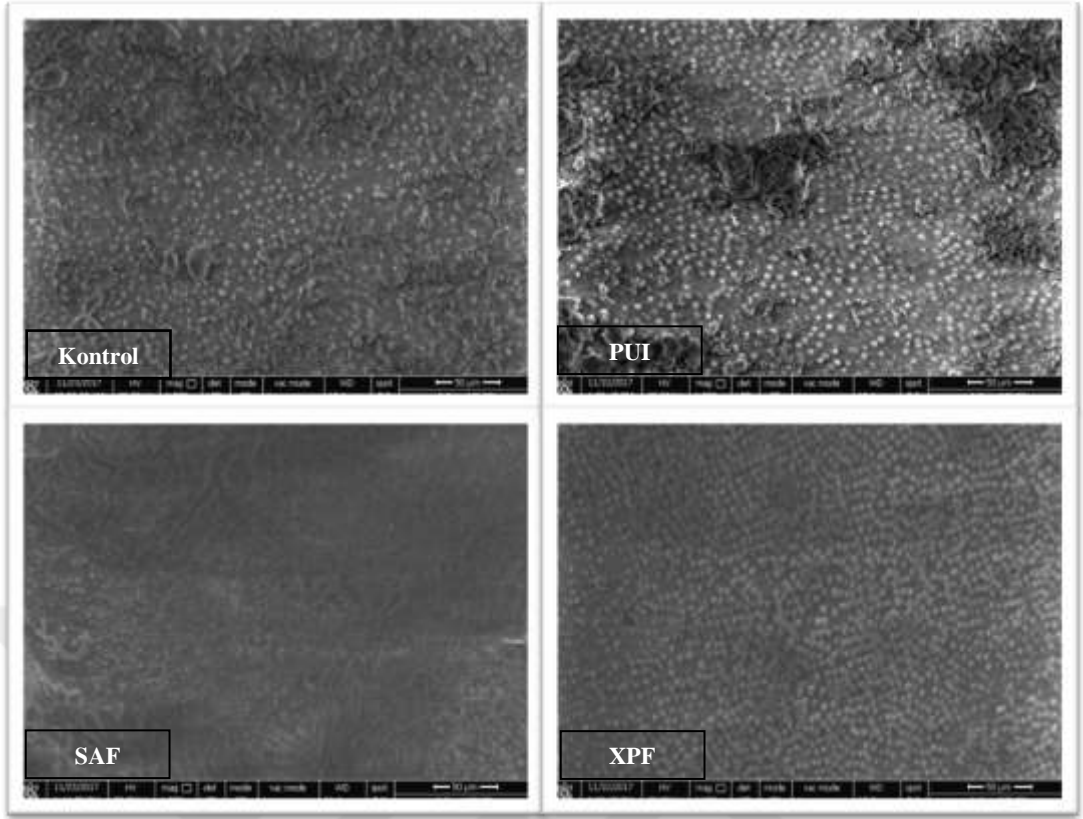
Tablo 4. Bölgelere ait skor değerlerinin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri.

Gruplar	Bölge	Ortalama	Standart Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum
Kontrol	Koronal	1,75	1,070	2,00	0	3
	Orta	1,85	1,089	2,00	0	3
	Apikal	2,70	0,733	3,00	0	3
PUI	Koronal	0,80	0,768	1,00	0	2
	Orta	1,55	0,945	2,00	0	3
	Apikal	2,40	0,821	3,00	0	3
SAF	Koronal	0,85	0,875	1,00	0	2
	Orta	1,50	1,192	2,00	0	3
	Apikal	2,20	1,056	3,00	0	3
XPF	Koronal	0,45	0,759	0,00	0	2
	Orta	0,45	0,686	0,00	0	2
	Apikal	1,45	1,050	1,00	0	3

Koronal üçlüye bakıldığında gruplar arasında en yüksek skor değerleri kontrol grubunda gözlenirken, en düşük skor değerleri XPF grubunda gözlendi. Gruplar arası karşılaştırmalarda kontrol grubu ve SAF grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0.05$). Ancak kontrol grubunda, PUI ve XPF gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek skor değerleri elde edildi ($p<0.05$). PUI, SAF ve XPF grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p>0.05$) (Şekil 24). Koronal üçlüde herbir gruba ait örnek SEM görüntüleri Şekil 25’de gösterilmiştir.

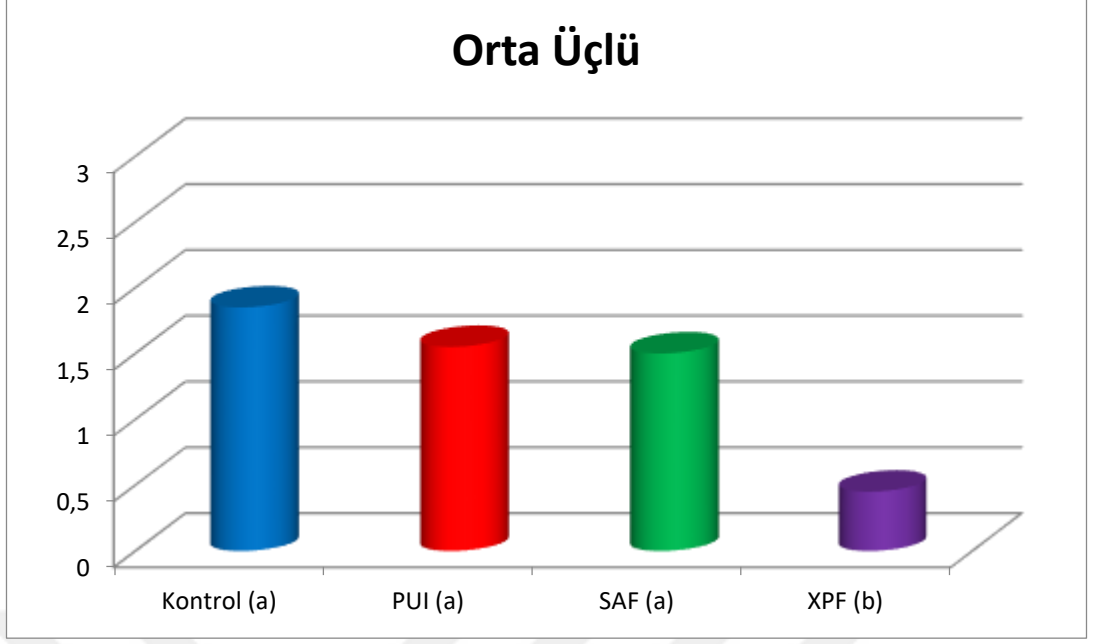


Şekil 24. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin koronal üçlüde gruplara göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).

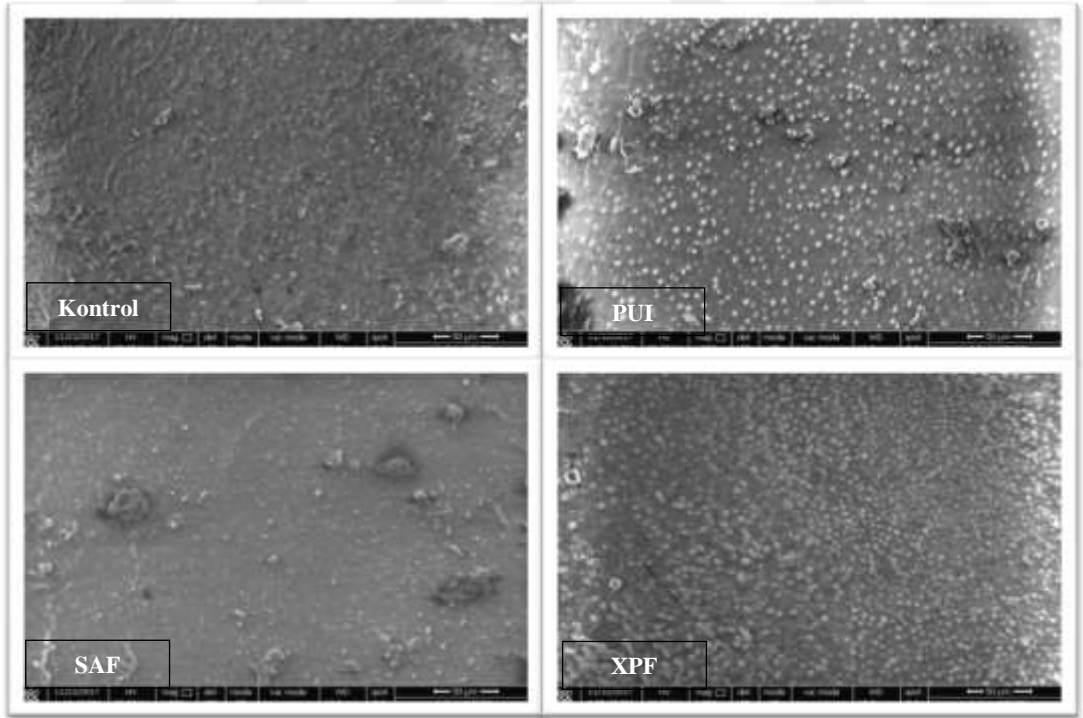


Şekil 25. Koronal üçlüde sırasıyla kontrol, PUI, SAF ve XPF gruplarına ait SEM görüntüleri ($\times 1000$).

Orta üçlüde, gruplar arasında en yüksek skor değerleri kontrol grubunda gözlenirken bu grubu sırasıyla PUI, SAF ve XPF grupları izledi (Şekil 26). Kontrol, PUI ve SAF grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p > 0.05$). XPF grubunda ise diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük skor değerleri gözlemlendi ($p < 0.05$). Orta üçlüde her bir gruba ait örnek SEM görüntüleri Şekil 27’de gösterilmiştir.

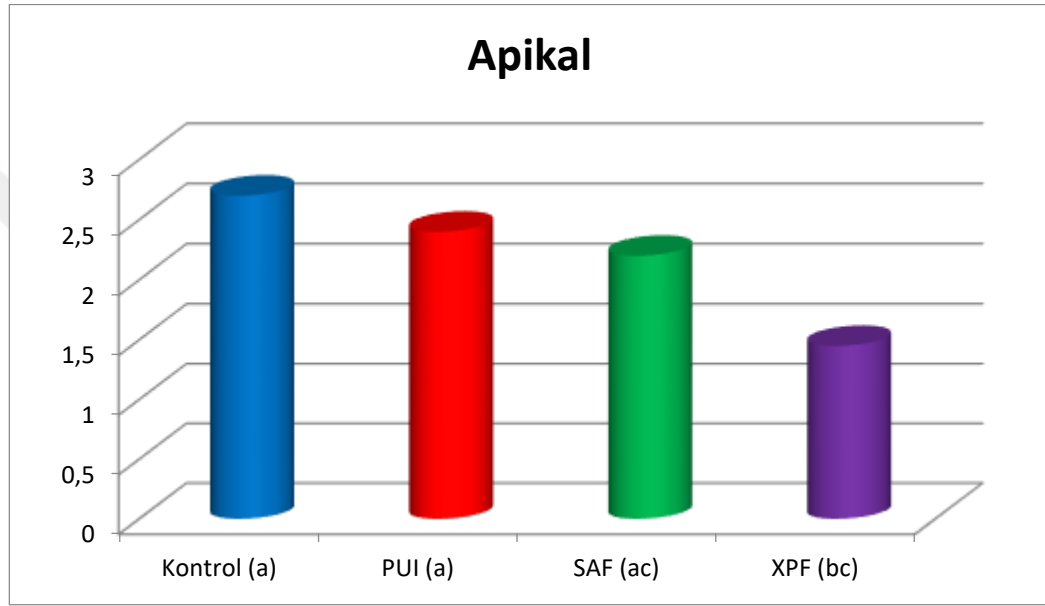


Şekil 26. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin orta üçlüde gruplara göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).

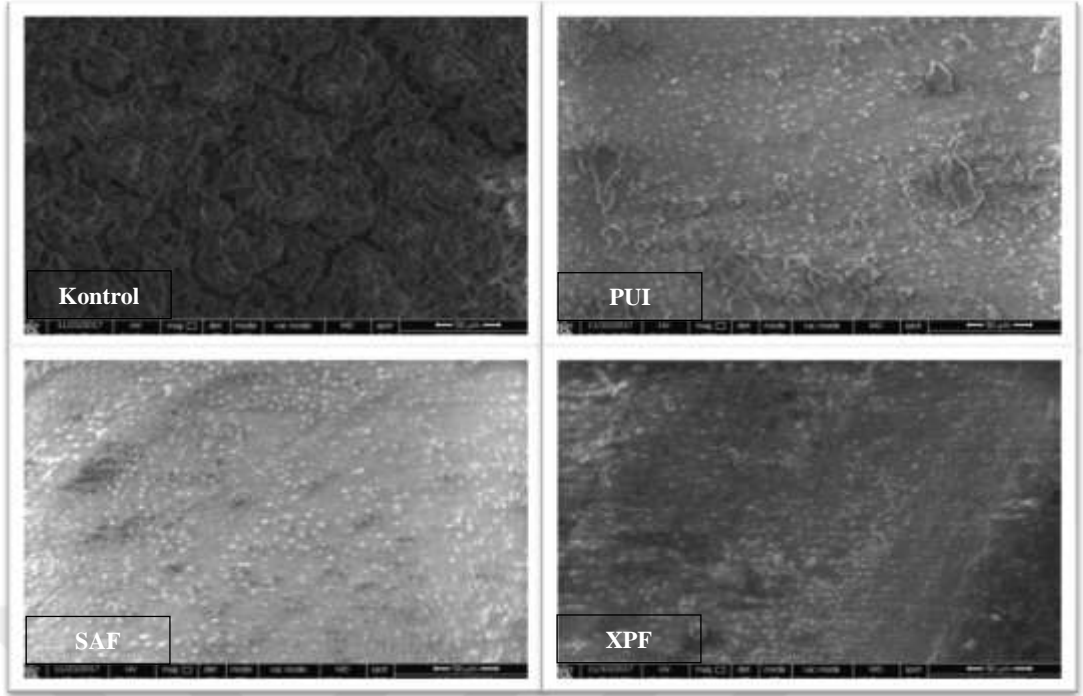


Şekil 27. Orta üçlüde sırasıyla kontrol, PUI, SAF ve XPF gruplarına ait SEM görüntüleri ($\times 1000$).

Apikal üçlüde ise gruplar arasında en yüksek skor değerleri kontrol grubunda gözlenirken bu grubu sırasıyla PUI, SAF ve XPF grupları izledi (Şekil 28). Kontrol, PUI ve SAF grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p>0.05$). XPF grubu ile kontrol ve PUI grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görüldü ($p<0.05$) ancak XPF ve SAF grubu arasında anlamlı fark bulunamadı ($p>0.05$). Apikal üçlüde herbir gruba ait örnek SEM görüntüleri Şekil 29’da gösterilmiştir.

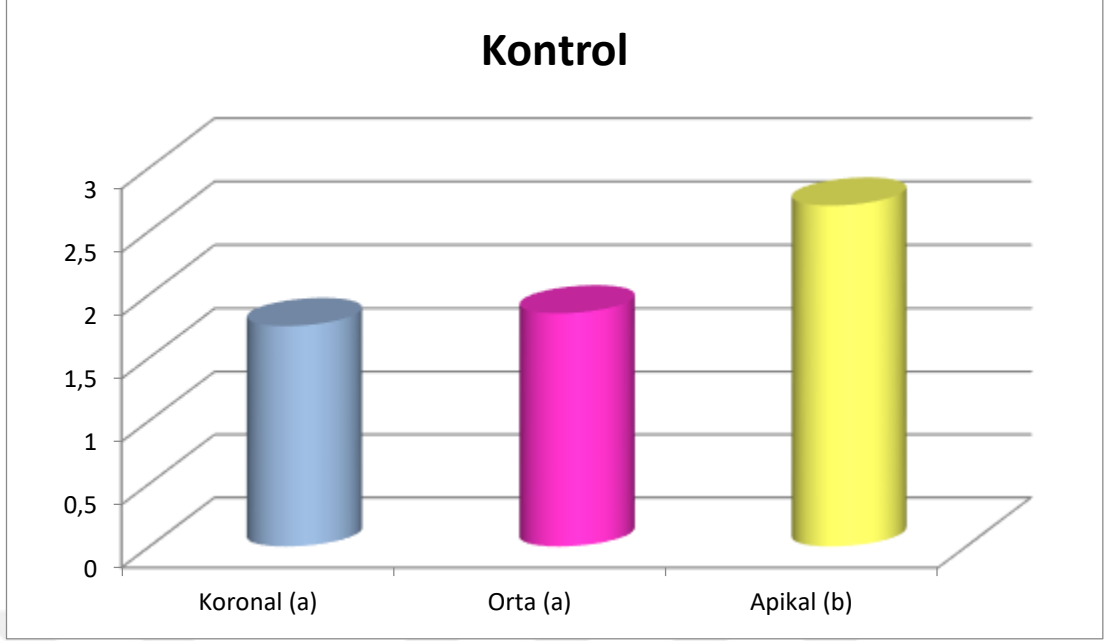


Şekil 28. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin apikal üçlüde gruplara göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).



Şekil 29. Apikal üçlüde sırasıyla kontrol, PUI, SAF ve XPF gruplarına ait SEM görüntüleri ($\times 1000$).

Çalışmada skor bakımından her bir grup için bölgeler arası karşılaştırmalar yapıldı. Kontrol grubunda bölgeler arasında en yüksek skor değerleri apikal üçlüde gözlenirken bu bölgeyi sırasıyla orta ve koronal üçlü izledi (Şekil 30). Koronal ve orta üçlüde istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi ($p > 0.05$). Apikal üçlü ile koronal ve orta üçlü arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$). Kontrol grubunda her bir bölgeye ait örnek SEM görüntüleri Şekil 31’de gösterilmiştir.

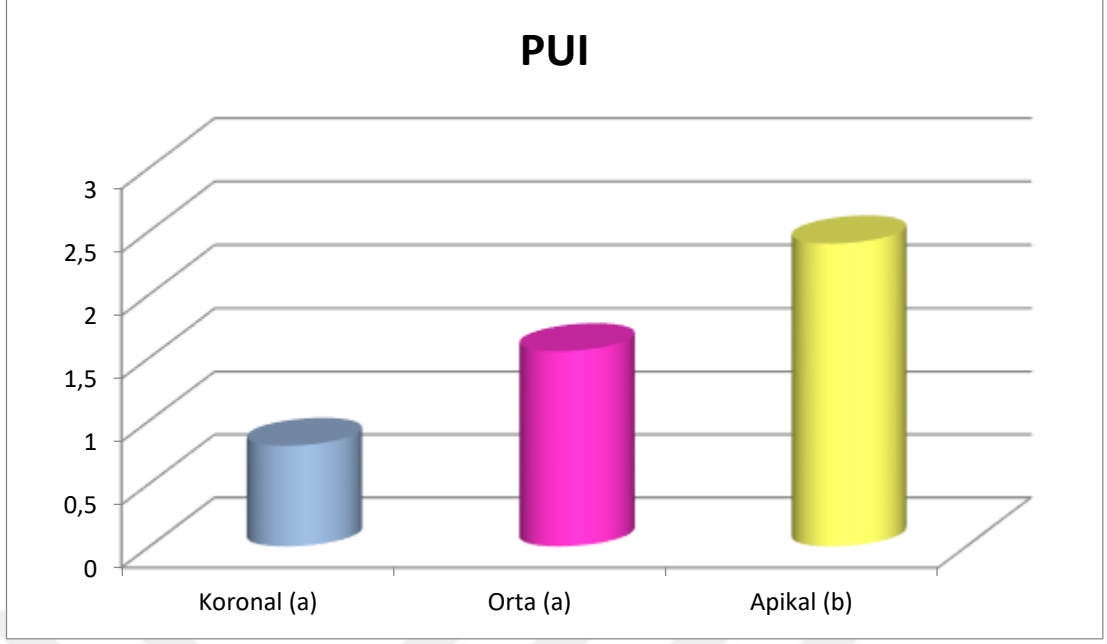


Şekil 30. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin kontrol grubunda bölgelere göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).

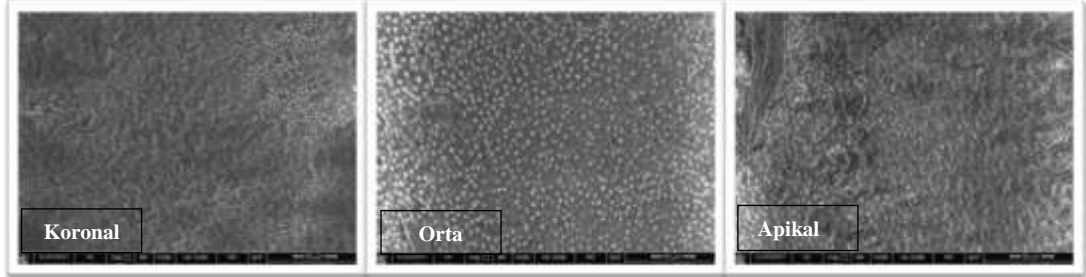


Şekil 31. Kontrol grubuna ait bir örneğin koronal orta ve apikal üçlü SEM görüntüsü ($\times 1000$).

PUI grubunda bölgeler arasında en yüksek skor değerleri apikal üçlüde gözlenirken bu bölgeyi sırasıyla orta ve koronal üçlü izledi (Şekil 32). Koronal ve orta üçlüde istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi ($p > 0.05$). Apikal üçlü ile koronal ve orta üçlü arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$). PUI grubunda her bir bölgeye ait örnek SEM görüntüleri Şekil 33'de gösterilmiştir.

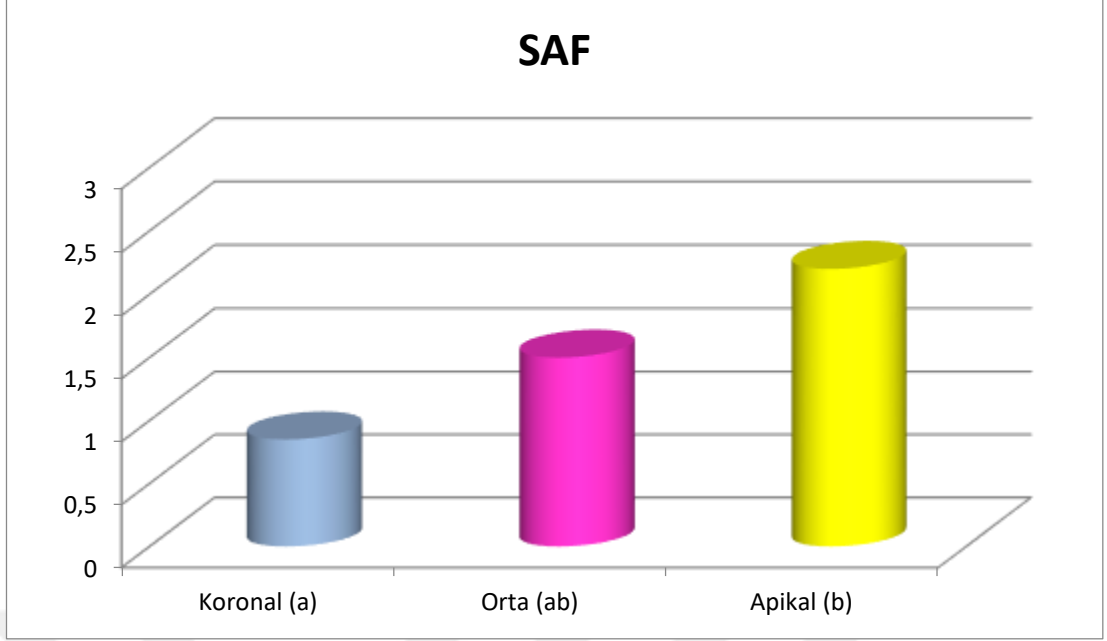


Şekil 32. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin PUI grubunda bölgelere göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).

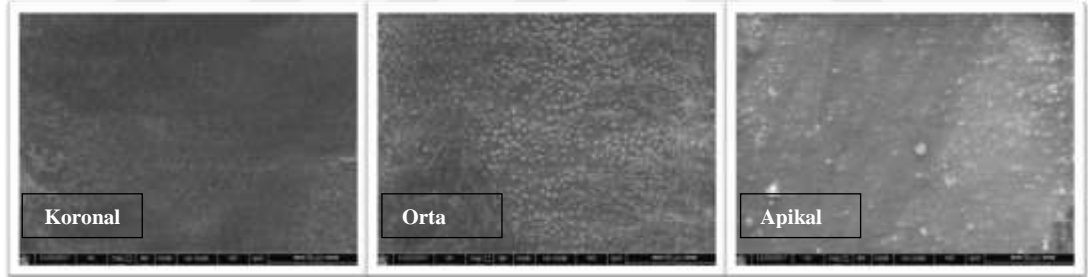


Şekil 33. PUI grubuna ait bir örneğin koronal orta ve apikal üçlü SEM görüntüsü ($\times 1000$).

SAF grubunda bölgeler arasında en yüksek skor değerleri apikal üçlüde gözlenirken bu bölgeyi sırasıyla orta ve koronal üçlü izledi (Şekil 34). Koronal ve orta üçlüde istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi ($p > 0.05$). Orta ve apikal üçlü arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi ($p > 0.05$). Koronal ve apikal üçlü arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$). SAF grubunda her bir bölgeye ait örnek SEM görüntüleri Şekil 35’de gösterilmiştir.

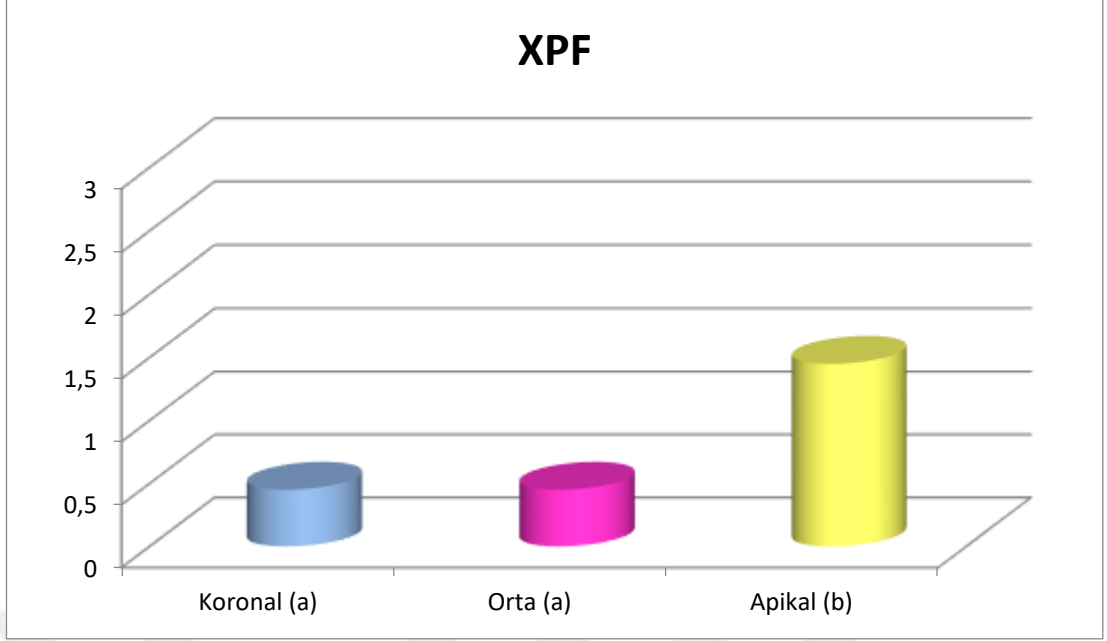


Şekil 34. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin SAF grubunda bölgelere göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).

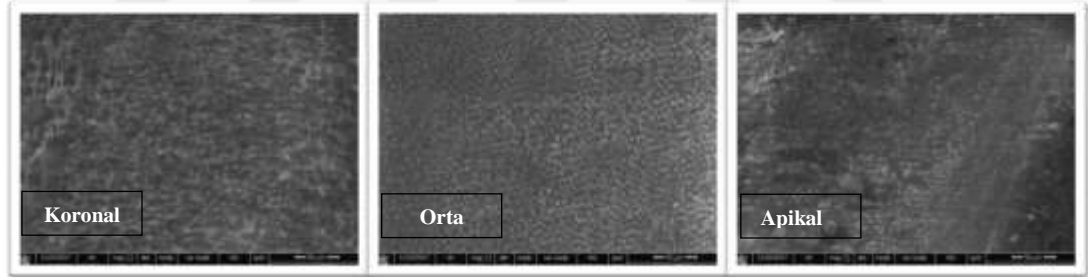


Şekil 35. SAF grubuna ait bir örneğin koronal orta ve apikal üçlü SEM görüntüsü ($\times 1000$).

XPF grubunda bölgeler arasında en yüksek skor değerleri apikal üçlüde gözlemlendi. Koronal ve orta üçlüde benzer skor değerleri izlendi (Şekil 36). Koronal ve orta üçlüde istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi ($p > 0.05$). Apikal üçlü ile koronal ve orta üçlü arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlendi ($p < 0.05$). XPF grubunda her bir bölgeye ait örnek SEM görüntüleri Şekil 37’de gösterilmiştir.



Şekil 36. Taramalı elektron mikroskobu değerlendirmesine göre skor değerlerinin XPF grubunda bölgelere göre dağılımı (Farklı üst simge harfleri istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir).



Şekil 37. XPF grubuna ait bir örneğin koronal orta ve apikal üçlü SEM görüntüsü ($\times 1000$).

4.4. Mikro-BT ve Dijital Radyografi Değerlendirmeleri Arasında Korelasyon Analizi

İki sayısal değişken arasındaki doğrusal ilişki Spearman korelasyon analizi ile incelendi ve elde edilen veriler Tablo 5’de gösterildi. Bu analizde ‘r’ korelasyon katsayısını göstermekte ve -1 ile +1 arasında değer almaktadır. ‘p’ olasılık değerini ifade etmektedir ve $p < 0.05$ değeri anlamlı kabul edilmektedir. Buna göre tüm gruplar için mikro-BT ve dijital radyografi analizleri arasında anlamlı bir korelasyon gözlemlendi.

Tablo 5. Tüm gruplar için mikro-BT analizi ve dijital radyografi değerlendirmesi arasındaki korelasyon analizi.

Dijital Radyografi Değerlendirmesi		
N=40		
	r	p
Mikro-BT analizi	0.340	0.032

5. TARTIŞMA

Çürük yada travma sonucu gelişen pulpa ve periapikal doku hastalıklarının tedavisinde amaç, uzun süreli konforu, işlevi ve estetiği sağlamak ve yeniden enfeksiyon gelişmesini önlemektir. Bu hedeflere kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu, uygun bir biçimde şekillendirilmesi ve doldurulmasını takiben iyi bir koronal restorasyon ile ulaşılır (186-189). Yapılan birçok sistematik meta-analiz çalışması, cerrahi müdahale olmadan yapılan birincil kök kanal tedavisinin yüksek başarıya sahip olduğunu göstermektedir (190-192). Lazarski ve ark. (193) yaptıkları kohort çalışmasında, cerrahi olmayan kök kanal tedavisinin başarı oranını %94.44 olarak bildirmişlerdir. Imura ve ark. (56) birincil ve tekrarlayan kök kanal tedavilerini içeren 2000 vakayı inceledikleri bir retrospektif bir çalışmada başarı oranını %91.45 olarak bildirmişlerdir. Ayrıca, kök kanal tedavisi yapılmış dişlerin incelendiği sistematik bir çalışma, başarı kriterleri tamamen karşılanmamış olsa da, bir çok dişin kök kanal tedavisi ile ağızda tutulduğunu ortaya koymuştur (194).

Hastalar; dişlerini ağızda tutmak, dişlerin fonksiyonunu idame ettirmek, ağrıyı dindirmek ve doğal dişlerin estetiğini devam ettirmek için kök kanal tedavisini tercih etmektedir (195,196). Yapılan bir prospektif çalışmada kök kanal tedavisi yapılan hastaların memnuniyeti %90'dan daha yüksek bulunmuştur ve hastalar gerektiğinde tekrar kök kanal tedavisini tercih edebileceğini bildirmişlerdir (196,197).

Kök kanal sisteminin kompleks anatomik yapısı, karmaşık ve dirençli yapıda patojen mikrobiyal toplulukların bulunması, eksik biyomekanik preparasyon ve kök kanal dolgusu ya da uygun olmayan koronal restorasyon nedeniyle bakterilerin kök kanal sisteminden tamamen uzaklaştırılması mümkün değildir (198,199). Bu nedenle yapılan kök kanal tedavilerinin bir kısmında iyileşme sağlanamaması kaçınılmazdır. Başarısız olmuş birincil kök kanal tedavisinden sonra tedavi seçenekleri; cerrahi olmayan tekrarlayan tedavi, endodontik cerrahi, replantasyon, transplantasyon ve çekimin ardından implant ya da köprü restorasyonlarıdır. Tercih yapılırken diş yapıları, önceki kök kanal tedavisi ve periodontal durumu da içeren kapsamlı bir değerlendirme yapılması gerekir (200). Bu tedavi seçenekleri arasında doğal dişin ağızda tutulması, sağlık ekonomisi bakımından hastaya daha uzun süre kullanabileceği ve protetik restorasyonlara göre genellikle daha düşük maliyetli bir tedavi seçeneği sunmaktadır.

Ayrıca doğal dişin fonksiyon ve estetiği, hasta için dişin çekimi ile yapılan alternatif tedavilerden daha konforlu ve kabul edilebilirdir (191).

Cerrahi olmayan tekrarlayan endodontik tedavilerin başarı oranları geçmişten günümüze farklılık göstermektedir. Strindberd (201) 1956 yılında yaptığı çalışmada tekrarlayan endodontik tedavilerin, birincil endodontik tedavi kadar başarılı olduğunu bildirmiştir. 2004 yılında yapılan bir çalışmada ise tekrarlayan tedavi sonrası dişin ağız içinde fonksiyonel olarak kalma oranı %93 bulunmuştur (70). Benzer şekilde başka bir çalışmada Ng ve ark. (58) tekrarlayan tedavi sonrası 4 yıllık başarı oranını %95 bulmuştur. Torabinejad ve ark. (73) ve yaptıkları bir sistematik derlemede cerrahi olmayan tekrarlayan endodontik tedavi ve endodontik cerrahi sonrası prognozu araştırmış, endodontik cerrahi sonrası kısa vadede prognoz iyi olsa da, uzun vadede cerrahi olmayan tekrarlayan tedavinin prognozunu daha başarılı bulmuşlardır. Cerrahi olmayan tekrarlayan tedavilerde iyileşme zamanla gerçekleşirken, endodontik cerrahide diş, işlem sonrası asemptomatik hale geçse de zamanla başarısızlık meydana gelebileceğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlara dayanarak cerrahi olmayan tekrarlayan tedavi, birincil kök kanal tedavisindeki başarısızlığın nedeni bulunup düzeltilebilirse iyi bir tedavi seçeneğidir (202).

Kök kanal sisteminin temizlenmesi sırasında, kök kanalı sisteminin anatomisi daima dikkate alınmalıdır. Vertucci sınıflandırmasına bakıldığında kök kanal anatomisinin ne kadar karmaşık olabileceği görülürken, sınıflandırma dışında da farklı anatomik varyasyonlarla da karşılaşılabilir (177). Ayrıca kök kanallarının horizontal kesitlerinde de farklı anatomik şekillerle karşılaşılabilir. Kök kanalları genellikle maksiller premolarlarda olduğu gibi nispeten yuvarlak kesitli olsa da oval yada düzensiz şekilli kesitlerde görülmektedir (203). Oval şekilli kök kanalları genellikle alt molar dişlerin distal köklerinde ve alt premolar dişlerde görülür (4). Çeşitli çalışmalarda, kullanılan tekniğine bakılmaksızın, oval şekilli kök kanallarının preparasyonu sırasında aletlerin, dentinin iç tabakasında tam bir temizlik sağlayamadığı bildirilmiştir. Wu ve ark. (5) el eğeleri ile dengeli kuvvetler tekniğine göre şekillendirdikleri oval kök kanalına sahip dişlerde temizlenemeyen alanlar olduğunu ve bu alanların soğuk lateral kondensasyon ile tam olarak doldurulamadığını göstermişlerdir. Rodig ve ark. (204) yaptıkları çalışmalarında, oval şekilli kanalları farklı döner sistem eğeleri ile prepare etmiş bukkal kök kanal dentini yüzeyinde %13.3-%15; lingual dentin yüzeyinde ise %13.3-%28.3 oranında dokunulmadan kalan kök kanal yüzeyi tespit etmişlerdir. Wu

ve ark. (6) oval şekilli kök kanallarında dengeli kuvvetler ve çevresel egeleme tekniği ile sırasıyla %38.6 ve %57.7 oranında kök kanal duvarında preparasyon yapabildiğini göstermişlerdir. Paque ve ark. (7) yaptıkları mikro-BT çalışmasında ProTaper Universal F4 eğesi ile şekillendirdikleri mandibular molarların oval şekilli distal kök kanallarında %59.6-%74.7 oranında preparasyon yapılmamış yüzey tespit etmişlerdir. Termoplastik güta perka tekniklerini kullanıldığında da oval biçimli kök kanallarının tamamen doldurulamadığını gösteren çalışmalar vardır (5,8,87). Yapılan bir çalışmada kök kanal kesitlerinin tekrarlayan tedavi üzerine etkisi araştırılmış ve oval şekilli kök kanalları ile yuvarlak kesitli kök kanalları karşılaştırılmıştır. Oval şekilli kanalların daha az doldurulabildiği ve kök kanal dolgusu söküldükten sonra daha fazla artık kök kanal dolgusu kaldığı bulunmuştur (205). Başka bir çalışmada ise üst molar dişlerin kurvatürlü mezial, distal kanalları ve oval şekilli palatinal kanallarına tekrarlayan tedavi yapılmış, oval şekilli kanalların başlangıç kök kanal dolgu hacmi ve ultrasonik aktivasyonunu da içeren kök kanal dolgusu sökümü protokolü sonrası, artık kalan kök kanal dolgusu kurvatürlü kök kanallarından fazla bulunmuştur (206). Yapılan çalışmalar göz önüne alındığında hem birincil kök kanal tedavilerinde hem de tekrarlayan tedavilerde oval şekilli kanalların temizlenebilirliği, yuvarlak kesitli olanlardan daha zordur. Bu nedenle yaptığımız çalışmada, temizliği daha zor olan oval şekilli alt birinci molar dişlerin distal kök kanalları kullanıldı.

Kök kanal tedavisinin başarısız olduğu durumlarda yapılan tekrarlayan endodontik tedavinin amacı aslında ilk yapılan tedavi ile aynıdır. Amaç kök kanal sisteminin debritmanı ve dezenfeksiyonudur. Bununla birlikte, tekrarlayan endodontik tedavi prosedürü sırasında debridman fazı, önceki tedavi sırasında kök kanal sistemi sentetik malzemelerle doldurulduğundan, birincil kök kanal tedavisinden farklıdır. NiTi döner aletler tekrarlayan kök kanal tedavilerinde kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak için sıklıkla kullanılmaktadır. Kök kanal dolgusunu sökmek için özel olarak tasarlanan ProTaper Universal Retreatment sistemi, el eğeleri ile karşılaştırıldığında, hem artık kalan kök kanal dolgusunu azalttığı hem de kanal dolgusunun uzaklaştırılma süresini kısalttığı gösterilmiştir (10,207). Bununla birlikte, kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak için üretilmiş NiTi eğelerin değişen bant ve bıçak tasarımları olmasına rağmen esas itibarıyla farklılık göstermemektedir. Bu eğelerin birçoğu enine kesitte yuvarlaktır ve bu nedenle kök kanallarının anatomisine her zaman uyum sağlayamaz (198). Siqueira ve ark. (208) yaptıkları çalışmalarında kök kanal anatomisinin, enstrümanların tasarımından daha fazla temizlenebilirliği

etkilediğini göstermişlerdir. Döner NiTi aletlerle kök kanal dolgusu uzaklaştırılırken, kök kanal sisteminin tamamen temizlenemediği farklı çalışmalarda gösterilmiştir (16,17,19). Yuvarlak kesitli kök kanallarında, kullanılan eğenin çapını artırmanın uzaklaştırılan kök kanal dolgusu miktarını artırdığı bildirilmiştir (209). Ancak oval şekilli kök kanallarında bu durum farklıdır. Rosa ve ark. (206) yaptıkları çalışmada, üst molar dişlerin oval şekilli palatinal kanallarında kök kanal dolgusu sökümü sonrası apikal çap #25 den #40'a çıkarılsa da mikro-BT analizinde artık kök kanal dolgusunun temizliğinin artmadığı bulunmuştur. Ayrıca birincil endodontik tedavi sırasında genişletilmiş olan kök kanalının tekrar genişletilmesi kök yapısının zayıflamasına neden olmaktadır (210). Bu durum, oval şekilli kanallarda kök dolgusunun uzaklaştırılmasını takiben çeşitli aktivasyon tekniklerinin kullanılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda, apikal genişlik ve diş yapısı göz önüne alınarak, apikal genişleme boyutu #35 'ten # 40'a yükseltilmiştir, ancak daha fazla genişletme yapılmamıştır.

Soğuk lateral kondensasyon, klinikte en sık kullanılan kök kanal dolgu yöntemidir. Oval şekilli kök kanallarının soğuk lateral kondensasyon ile doldurulduğu çalışmalar mevcuttur (9,205). Moeller ve ark. (211) oval şekilli kanallarda hibrit teknik ve soğuk lateral kondensasyon ile kök kanal dolgusu yapıldıktan sonra kalan boşlukları incelemiş, her iki teknik arasında fark bulmamışlardır. Bir meta-analiz çalışmasında, sıcak güta perka dolum teknikleriyle karşılaştırıldığında uzun vadeli sonuçlarda herhangi bir farklılık görülmemiştir (212). Başka bir çalışmada ise soğuk lateral kondensasyon ve sıcak vertikal kompaksiyon ile doldurulmuş dişlere tekrarlayan kök kanal tedavisi uygulanmış, lateral kondensasyon yapılan dişlerde daha fazla artık dolgu maddesi kaldığı bulunmuştur. Araştırmacılar bu durumun lateral kondensasyon tekniğinde, güta perka ile yerleştirilen kök kanal patının akışkanlığı ve uzun polimerizasyon süresi nedeniyle mikro düzensizliklere derinlemesine nüfuz etmesinden ve buna ek olarak, patın molekülleri arasındaki kohezyon kuvvetinin dentin yüzeyine yaptığı negatif basıncın daha fazla adezyon sağlamasından kaynaklandığını düşünmüşlerdir (9,213,214).

Tekrarlayan tedaviler sırasında çözücü kullanımı, güta perka ve kanal patını yumuşatarak eğelerin penetrasyonunu kolaylaştırır da istmus ve kök kanal düzensizliklerinde daha fazla kök kanal dolgusunun birikmesine neden olabilir (99). Ayrıca çözücü kullanımı tespiti zor olan ince bir tabaka güta perkanın kök kanal duvarlarına ve dentin tübüllerine yapışmasına yol açabilir (215). Toksisiteleri de göz

önüne alındığında çözücülerin yalnızca çalışma boyuna ulaşamayan tekrarlayan tedavilerde kullanımı önerilmektedir (99,216). Bu nedenle çalışmamızda herhangi bir çözücü kullanılmamıştır. Yaptığımız çalışmada irrigasyon solüsyonu olarak NaOCl ve EDTA kullanılmıştır. İrrigasyon solüsyonların kimyasal etkinliğinden ziyade, ajitasyon için kullanılan PUI, SAF ve XPF sistemlerinin mekanik temizleme etkinliği karşılaştırıldığı için kullanılan irrigasyon solüsyonunun türü, hacmi ve süresi deney gruplarında eşit tutulmuştur.

Artık kalan kök kanal dolgusu, irrigasyon solüsyonunun mikroorganizmalarla temas etmesini engelleyerek, kök kanal sisteminin dezenfeksiyonunu zorlaştırır. Çünkü irriganın mikroorganizmalarla doğrudan temas ettiği alanlarda kimyasal dezenfeksiyon daha etkilidir (217). Ayrıca dentin tübüllerinden kök kanal dolgusu uzaklaştırıldığında kök kanal patı ve kanal dolgusunun dentin duvarına daha iyi nüfuz ettiği gösterilmiştir (157). Geçmiş çalışmalarda, tekrarlayan tedavi protokolü sonrasında, kök kanalından dolgu materyalinin tamamen uzaklaştırılmasının neredeyse imkansız olduğu bildirilmiştir (12,16,17,206,218-220). Bu klinik zorluğun üstesinden gelmek için, pasif ultrasonik irrigasyon, SAF sisteminin kullanılması, NiTi döner eğeler ile ilave şekillendirme, lazer aktivasyonu, XPF ajitasyon egesi kullanımı gibi, ek protokoller önerilmiştir (12,16,17,218,219). Literatürde oval şekilli kanallarda tekrarlayan tedavilerde pasif ultrasonik irrigasyon, Self Adjusting File ve XP Endo Finisher aktivasyon yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yaptığımız tez çalışmasında tekrarlayan kök kanal tedavilerinde kök kanal dolgusu ve patın oval şekilli kök kanal sisteminden tamamen uzaklaştırılması amacıyla farklı aktivasyon yöntemlerinin kullanılmasının tedavinin başarısını klinik açıdan artıracığı düşüncesiyle hareket edilmiştir.

Çalışmamızda artık kök kanal dolgu miktarını değerlendirmek amacıyla mikro bilgisayarlı tomografi, dijital radyografi ve taramalı elektron mikroskobu olmak üzere üç farklı teknik kullanılmıştır. Mikro bilgisayarlı tomografi analizi üç boyutlu olarak örneğin incelenebildiği, hacim ve yüzey alanı hesaplamalarının yapılabilirdiği bir yöntemdir. Güncel olarak endodontinin bir çok alanında ve özellikle tekrarlayan kök kanal tedavisi ile ilgili in vitro çalışmalarda sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (142). Destruktif bir yöntem olmadığı için tedavi prosedürleri öncesinde ve sonrasında nitel ve nicel olarak yüksek hassasiyetle değerlendirme ve tekrarlama imkanı tanır. Ayrıca 3 boyutlu rekonstrüksiyon yapılabilir (156).

Dijital radyografi değerlendirmesi güvenli, tekrarlanabilir, kolay ulaşılabilen ve düşük maliyetli bir yöntemdir. Hem deneysel endodontik çalışmalar da hem de klinik değerlendirmelerde dijital radyografi kullanılabilir. Ancak 3 boyutlu yapının 2 boyutlu görüntüsünün elde edilmesi sınırlı inceleme imkanı sunar, üst üste binme hataları olabilir. Literatürde radyografik yöntem ile artık kök kanal dolgu miktarının değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur (20,221). Geçmiş çalışmalara bakıldığında, radyografik yöntem ile farklı Őekillerde değerlendirmeler yapılmıştır (20,220). Ersev ve ark. (221) farklı kanal dolgu patlarının uzaklaştırılması sonrası kalan artık dolgu miktarını inceledikleri çalışmalarında herbir örnek için hem bukkolingual yönden hem de meziodistal yönden radyograflar almış ve iki doğrultuda alınan görüntülerde hesaplanan artık dolgu miktarı değerlerinin ortalamasını almışlardır. Çalışmamızda farklı olarak her bir örnek için bukkolingual ve meziodistal doğrultuda elde edilen verilerin toplamı kullanıldı. Oval Şekle sahip kök kanallarında meziodistal doğrultuda alınan görüntülerde artık kalan dolgu miktarı kanal Şekline bağlı olarak daha geniş alan kaplarken diğer doğrultuda aynı artık dolgu daha ince gözükmektedir. Bu sebeple ortalama yerine her iki doğrultudan alınan verilerin toplamı kullanıldı.

Taramalı elektron mikroskobu ile kök kanalının istenilen bir bölgesi yüksek büyütme altında detaylı bir Şekilde incelenebilmektedir. Tekrarlayan tedavi işlemleri sonrasında kök kanal yüzeyinde kalan debris ve smear tabakası hem mikroorganizmaların tamamen uzaklaştırılamamasına hem de tedavi sonunda iyi bir tıkanmanın olmamasına yol açabilir. Çalışmamızda mikro bilgisayarlı tomografi ve radyografik teknikler dışında mikroskobik değerlendirme ile farklı aktivasyon yöntemleri karşılaştırıldı. Skorumla yöntemi ile kök kanalının koronal, orta ve apikal bölgeleri incelendi. Kullanılan skorumla yöntemi daha önce çalışmalarda kullanılmış, literatürde yer alan bir yöntemdir (185,222,223).

Tekrarlayan tedavilerde pasif ultrasonik irrigasyon ajitasyonunun rolü tartışmalıdır (224). Bazı araştırmacılar çalışmalarında tekrarlayan tedavilerde kök kanallarında PUI'nin kalan artık dolgu miktarını azaltmadığını bildirmişlerdir (206). Yapılan çalışmaların bir kısmında ise tekrarlayan tedavilerde kök kanal dolgusu sökümünden sonra NaOCl ile birlikte PUI ajitasyonunun artık kalan dolgu maddesini azalttığı görülmüş, bu nedenle final yıkamada kullanımı tavsiye edilmiştir (12,157). Literatürde, tekrarlayan tedavilerde artık kök kanal dolgu materyali ve debrisin kök kanalından uzaklaştırılması için gereken PUI aktivasyonu protokolü hakkında fikir birliği bulunmamaktadır. Önerilen birkaç farklı irrigasyon aktivasyon protokolü

vardır. Muller ve ark. (225) yaptıkları çalışmalarında AH plus ve güta perka ile doldurulmuş dişlerde tekrarlayan tedavi uygulamış, 60 saniye PUI aktivasyonunu artık kalan kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak için yetersiz bulmuşlardır. Bununla birlikte belirtilen çalışmada irrigasyon solüsyonu aktivasyon esnasında tazelenmemiştir. Rodrigues ve ark. (226) benzer bir çalışmalarında irrigasyon aktivasyon süresini yine 1 dakika tutmuşlardır fakat 20 saniye 3 siklus şeklinde yapmışlardır. Sikluslar arasında irrigasyon solüsyonu tazelenmişlerdir. İrrigasyon solüsyonunun tazelenmesinin pasif ultrasonik irrigasyon etkinliğini artırdığını, fakat tüm artıkları uzaklaştırmadığını bulmuşlardır. Bu bilgiler göz önünde bulundurularak bizim yaptığımız çalışmada, pasif ultrasonik irrigasyonun etkinliğini artırmak ve deney gruplarının aktivasyon süresini eşitlemek için solüsyon sikluslar arasında tazelendi ve 4 kez 30 saniye aktivasyon yapıldı.

Ultrasonik aktivasyon, hızlı dairesel bir hareket üreterek irrigasyon solüsyonunda girdap benzeri bir akış oluşturur. Ultrasonik eğenin etrafında titreşim sonucu oluşan mikro akımlar kavitasyon oluşturarak küçük gaz baloncukları oluşturur, ancak bu kavitasyonun kök kanal debritmanında etkili rol oynamadığı bildirilmiştir (227). Titreşen eğenin oluşturduğu enine salınım hareketine bağlı akustik dalgalanmanın kök kanalının apikaline doğru gittikçe etkinliğinin azaldığı gösterilmiştir (228,229). Ayrıca ultrasonik aktivasyonun apikal bölgede buhar sıkışmasına (vapor lock) bağlı olarak akustik dalgalanma ve kavitasyon etkisinin azaldığı buna bağlı olarak dolgu maddesinin çıkarılmasında apikale doğru gidildikçe daha az etkili olacağı belirtilmiştir (230,231). Çalışmamızda da apikal bölgede PUI daha az etkinlik göstermiştir.

Da Rosa ve ark. (206) yaptıkları mikro-BT çalışmasında tekrarlayan tedavilerde döner sistem eğeleri ile kök kanal sökümünün ardından kök kanallarını yeniden şekillendirmiş ve pasif ultrasonik irrigasyon aktivasyonu uygulanmışlardır. Her bir aktivasyon süresi 30 saniye olacak şekilde 2 kez tekrarlamışlardır ve irrigasyon solüsyonunu tazelemişlerdir. Döner sistemler kullanılarak kök kanal dolgusu sökümü ile ilave PUI aktivasyonunun arasında artık kalan kök kanal dolgusunu uzaklaştıma bakımından anlamlı fark olmadığını bulmuşlardır. PUI nin oluşturduğu kavitasyon ve akustik dalgalanmanın, kök kanal duvarlarına adezyonu zayıf olan debris ve smear tabakasını uzaklaştırmada etkili olmasına rağmen adezyonu daha kuvvetli olan kök kanal patı ve dolgusunu uzaklaştırmada yetersiz kaldığını ileri sürmüşlerdir (206).

Silveira ve ark. (232) mandibular molar dişlerin mezial köklerinde HyFlex NT (HF; Coltene, New York, NY) ve Mani GPR (MN; Mani Inc, Tokyo, Japonya) eğelerinin kök kanalından güta perkayı uzaklaştırma etkinliğini araştırmış, bu döner sistem eğeleri ile sırasıyla %95.5 ve %92.7 oranında güta perkanın uzaklaştırıldığını ilave olarak yapılan PUI aktivasyonunun temizliği arttırdığını ancak tüm güta perkanın uzaklaştırılmadığını bulmuşlardır. Martins ve ark. (233) ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ve Reciproc (VDW, Munich, Germany) eğeleri ile kök kanal dolgusunu uzaklaştırarak sonik ve ultrasonik irrigasyon aktivasyonu yapmışlardır. Eğeler arasında kök kanal dolgusunu uzaklaştırma bakımında fark bulunmamıştır. Ayrıca irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin temizlenebilirliği artırmadığını ve hiçbir grupta tam olarak kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmadığını bulmuşlardır. Bernardes ve ark. (157) farklı tekrarlayan tedavi yöntemlerini değerlendirdikleri çalışmalarında ultrasonik aktivasyonun temizleme etkinliğini artırmasına rağmen kök kanallarını artık kök kanal dolgusundan tamamen arındıramadığını bildirmişlerdir. Jiang ve ark. (234) ise çalışmamıza benzer olarak oval şekilli kök kanallarını kullanmış ve kök kanal sökülmesinin ardından yapılan sonik, ultrasonik ve lazer irrigasyon aktivasyonunu karşılaştırmış, aktivasyon yöntemleri ile daha az artık dolgu kalmasına rağmen tam olarak kök kanalının temizlenemediğini bulmuşlardır. Geçmiş çalışmalarla uyumlu olarak PUI aktivasyon yöntemi artık kök kanal dolgusunu tamamen uzaklaştıramamıştır.

Yaptığımız çalışmada kontrol grubu ile karşılaştırıldığında PUI grubunda her üç değerlendirme yönteminde de kalan artık kök kanal dolgusunun azaldığı görülmüştür. Mikro-BT ve SEM değerlendirmelerinde kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Radyografik değerlendirmede kontrol grubuna göre PUI grubunda daha az artık dolgu miktarı elde edilmesine rağmen anlamlı fark çıkmaması 2 boyutlu değerlendirme yöntemine bağlı olarak ortaya çıkmış olabilir. Geçmiş çalışmalarda PUI aktivasyonunun etkili olup olmaması ile ilgili farklı sonuçların elde edilmesinin nedeni olarak farklı diş ve kök kanal anatomilerinin çalışmalarda kullanılması gösterilebilir (206,232). Çalışmamızda oval şekilli kök kanalları kullanılmıştır ve benzer şekilli kök kanallarını kullanan geçmiş çalışma ile uyumlu sonuçlar elde edilmiştir (234).

PUI grubu SEM analizinde bölgelere göre kendi içinde değerlendirildiğinde ise apikal bölgede hem orta hem de koronal üçlüye göre istatistiksel olarak anlamlı daha fazla artık kök kanal dolgusu kaldığı görülmüştür. Bu durum daha önce belirtilen çalışmalarda belirtildiği gibi apikale doğru gittikçe ultrasonik eğenin etkinliğinin azalması ile açıklanabilir (230,231).

Self Adjusting File sistemi kök kanalının enine kesitine adapte olacak ve kanal duvarlarına temas edecek şekilde dizayn edilmiş ve piyasaya sürülmüştür (15,16). SAF sisteminin kök kanal duvarlarını çevresel olarak temizleyerek smear tabakasını ve debrisini etkili bir şekilde temizlediği bildirilmiştir (235).

Kök kanal preparasyonu için geliştirilmiş olsa da kök kanal dolgusunun ana kütlelerinin uzaklaştırılmasından sonra SAF sisteminin kullanımının artık kalan dolgu miktarına etkisinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur (9,236). Abramovitz ve ark. (16) radyografik olarak ve Voet ve ark. (15) ise kesit olarak sırasıyla mandibular ve maksiller molar dişlerin kurvatürlü kök kanallarında ProTaper Retreatment eğelerinden sonra artıkkalan kök dolgusunu çıkarmak için kullanılan SAF eğesinin etkinliğini değerlendirmişlerdir. Her iki çalışma da, SAF sisteminin döner aletlerden sonra kullanılmasının artık dolgu miktarını belirgin bir şekilde azalttığını bulmuştur. Kök kanal dolgusunun sökümünü takiben SAF kullanımının artık kök kanal dolgu miktarını önemli ölçüde azalttığını tespit eden mikro-BT çalışmaları da mevcuttur (9,14). Çalışmamızda mikro-BT değerlendirilmesinde geçmiş çalışmalarla uyumlu olarak SAF kullanılmasının ardından artık kök kanal dolgu miktarını anlamlı derece azaltmıştır. Radyografik değerlendirmede ise kontrol grubuna göre SAF grubunda daha az artık dolgu miktarı elde edilmiştir ancak farkın anlamlı olmamasının nedeninin 2 boyutlu değerlendirme yöntemine bağlı farklı sonuçlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Keleş ve ark. (105) oval şekilli kök kanallarında yaptıkları SEM çalışmasında kök kanal sökümünden sonra ilave SAF aktivasyonunun koronal ve orta üçlüde istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde artık kök kanal dolgusu miktarını azalttığını ancak apikal bölgede etkili olamadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda benzer olarak SAF ile yapılan aktivasyonun apikal bölgede kalan artık dolgu miktarını azaltsa da anlamlı derecede bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Keleş ve ark.'nın (105) çalışmasından farklı olarak orta ve koronal bölgede de anlamlı bir fark görülmedi. Geçmiş çalışmada R-Endo eğeleri sonrası SAF ile aktivasyon yapılmasına karşın bizim çalışmamızda SAF ile aktivasyondan önce oval şekilli kök

kanalları her grupta ProTaper retreatment eğeleri ve ilave olarak el eğesi ile ilave preparasyon yapılmıştır. Her iki çalışmada koronal ve orta bölgedeki farklı sonuçların elde edilmesinin nedeni olarak kök kanal dolgu sökümündeki farklı preparasyon protokolünün kullanılması görülmektedir.

Keleş ve ark. (236) oval şekilli kök kanallarında yaptıkları SEM çalışmasında kök kanal sökümünden sonra SAF ve PUI'nin de içinde olduğu farklı aktivasyon yöntemlerinin debris uzaklaştırma etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Her üç bölgede de kontrol, SAF ve PUI gruplarında benzer miktrada debris uzaklaştırıldığını bildirmişlerdir. Geçmiş çalışma ile uyumlu olarak bizim çalışmamızda da her üç bölgede de kontrol SAF ve PUI grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

XP Endo Finisher (XPF) kök kanal sisteminin temizliğini arttırmak için geliştirilmiş, NiTi MaxWire teknolojisi ile üretilmiş güncel bir irrigasyon aktivasyon egesidir. Özel alaşım teknolojisi sayesinde enstrüman soğutulduğunda martensitik faza geçer, düz halini alır ve bu şekilde çalışma boyu ölçümü ve kök kanalına yerleştirilmesi sağlanır. Kök kanalı içerisinde ege vücut sıcaklığına geldiğinde ise östenit fazına geçer ve orijinal şekli olan kaşık formunu alır. Rotasyon esnasında bu kaşık şekli ekliptik bir şekil oluşturur. Eğenin ucu sıkıştığında kaşık formu, kaşık formu sıkıştığında ise eğenin ucu 6 mm ye kadar genişleyebilir. Bu genişleme sayesinde dentin duvarlarında kesme yapmaksızın diğer döner sistem eğelerinin ulaşamadığı bölgelere ulaşır. Kök kanalındaki daralma ve genişlemeler ekliptik formun ve eğenin ucunun dönüşümlü olarak genişleyip daralmasını ve bu sayede eğenin dentin duvarlarına temas etmesinin yanı sıra irrigasyon solüsyonunun da türbülansını sağlar.

Bugüne kadar, birkaç çalışma XPF irrigasyon aktivasyon egesinin etkinliğindeğerlendirmiştir. Debris uzaklaştırma yeteneği, bakterive kalsiyum hidroksit patı uzaklaştırmaetkinliği araştırılmıştır (124,237-243). Çalışmamızda, XPF eğesi artık kök kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinliği açısından incelenmiş veXPF grubu kontrol grubu ile kıyaslandığında hem mikro-BT, hem radyografik, hem de SEM değerlendirmelerinde olarak anlamlı derecede daha az artık kök kanal dolgusu bırakmıştır. Tekrarlayan tedavilerde artık kalan kök kanal dolgusunu uzaklaştırılmasının değerlendirildiği iki mikro-BT çalışmasında ilave olarak XPF irrigasyon aktivasyonu yapıldığında kalan artık kök kanal dolgusunun hacminde %69 ve %60'lık bir azalma olduğu bildirilmiştir (17,244). Bizim yaptığımız çalışmada ise uygulanan tekrarlayan tedavi prokolü ve sonrasında uygulanan XPF irrigasyon

aktivasyonunu ile birlikte kök kanal dolgusunu hacimce %83 oranında uzaklaştırdığı bulunmuştur. Yapılan çalışmalar ve bizim yaptığımız çalışma arasında metodolojide farklılıklar vardır. Alves ve ark. (17) yaptıkları çalışmalarında mandibular molarların dairesel kesitli ve kurvatürlü mezial kök kanallarını kullanmışlar ve sadece kanalların 5 mm'lik apikallerini değerlendirmişlerdir. Silva ve ark. (244) yaptıkları çalışmada ise bizim gibi oval şekilli kanallar kullanılmışlardır ve tüm kanalda kanal analizi yapmışlardır ancak mikro-BT analizini kök kanal dolgusu söküldükten sonra ve irrigasyon aktivasyonu yapıldıktan sonra yapmışlardır. Yaptığımız çalışmada kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasını ilave aktivasyon protokolü ile birlikte bir bütün olarak değerlendirilmiştir.

Karamifar ve ark. (245) yaptıkları steromikroskop çalışmasında tekrarlayan tedavilerde el eğeleri ile kök kanal dolgusu sökümü, döner sistem eğeleri ile kök kalan dolgusu sökümü ve döner sistem eğeleri ile kök kanal dolgusu sökümüne ilave XPF irrigasyon aktivasyonunu karşılaştırmışlardır. Koronal üçlüde döner sistem ile birlikte XPF aktivasyonunu yalnızca döner sistem ile kök kanal sökümünden daha fazla güta perka uzaklaştırdığını ve döner sistem ile birlikte XPF aktivasyonunun tüm bölgelerde el eğesi ile kanal sökümünden daha fazla güta perka uzaklaştırdığını bulmuşlardır. Özellikle koronal üçlü için tekrarlayan tedavilerde ilave XPF aktivasyonu önermişlerdir (245). Bizim yaptığımız çalışmada da benzer şekilde el eğesi ile kök kanal dolgusu sökülen kontrol grubu ile yapılan ilave XPF irrigasyon aktivasyonu kıyaslandığında tüm değerlendirme yöntemlerinde XPF grubunda kök kanal sistemi ve dentin tübülleri daha fazla temizlenmiştir.

PUI, SAF ve XPF gruplarında kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha fazla artık kök kanal dolgusu uzaklaştırmıştır, bu açıdan çalışmamızın birinci hipotezi kabul edilmiştir. Çalışmamızda kontrol grubu dışındaki diğer PUI, SAF ve XPF grupları kendi aralarında karşılaştırıldıklarında hem mikro-BT hem de DRG değerlendirmelerinde, deney grupları arasında fark bulunmamıştır. Bu açıdan çalışmamızın ikinci hipotezi kabul edilmiştir. Üç boyutlu ve iki boyutlu değerlendirmelerde benzer sonuçların ortaya çıkması, çalışmamızda kullanılan üç farklı aktivasyon yönteminin benzer etkinliklere sahip olduğunu göstermektedir.

SEM değerlendirmelerinde ise koronal bölgede her üç aktivasyon yöntemi benzer etkinlik gösterirken orta üçlüde XPF aktivasyonu PUI ve SAF aktivasyon yöntemlerine göre daha etkili bulunmuştur. XPF grubunun orta üçlüde daha etkili olmasının sebebi olarak eğenin çalışması esnasında aldığı şekle bağlı olarak 6mm'ye

varan çapta etki gösterebilmesi sonucu kanal duvarlarına daha fazla temas etmesi ve irrigasyon solüsyonunda türbülansa neden olması olarak gösterilebilir. Apikal üçlüde ise XPF grubunda, PUI'ye göre anlamlı derecede daha temiz kök kanal duvarları elde edilmiştir. PUI'nin apikal bölgede SAF ve XPF'ye göre daha az etkili olması apikale doğru kök kanalının daralması ve dolayısıyla PUI'nin etkisinin azalmasına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (230,231).

Tekrarlayan tedavilerde artık kalan kök kanal dolgusunun *invivo* olarak incelenebileceği 3 yöntem vardır. Bunlar radyografi, konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) ve operasyon mikroskobudur. Schirrmeister ve ark. (139) düz kanallı kesici dişlerde tekrarlayan tedavi yapmış operasyon mikroskobu ve radyografi ile kalan artık kök kanal dolgusunu kıyaslamışlardır. Düz kanallı kesici dişlerde operasyon mikroskobu artık kök kanal dolgusunu radyografi değerlendirmesinden daha iyi tespit etmiştir. Ancak kurvatürlü kök kanallarında ya da posterior dişlerde operasyon mikroskobu ile kalan artık kök kanal dolgusunu tüm kök kanalı boyunca tespit etmek mümkün görünmemektedir. Kfir ve ark. (246) yaptıkları çalışmalarında farklı tekniklerin kök kanal dolgusunu uzaklaştırma etkinliğini radyografik ve mikroskopik olarak değerlendirmiş, radyografik değerlendirmenin kökler ayrılarak operasyon mikroskobu incelenmesi ile karşılaştırıldığında tüm kalan kök kanal dolgusunu tespit etmede yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumun radyografilerde izlenen kök kanal yüzeyinin izdüşümünün kanal yüzeyini birebir yansıtmamasından kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Benzer şekilde tekrarlayan tedavilerde radyografik değerlendirmede kök kanal artıkları tarafından kaplanan alanın gerçek görüntüsünü değil sadece izdüşümünü görmekteyiz. CBCT analizleri 3 boyutlu görüntü vererek radyografilere nazaran daha detaylı görüntü elde etmemizi sağlasa da yüksek radyasyon dozu nedeniyle rutin işlemler esnasında kullanımı tavsiye edilmemektedir (247). Ayrıca radyopak olan kök kanal dolgusu ve patı görüntüde artifakta neden olabilir (170,171). Çelikten ve ark. (248) CBCT ve mikro-BT ile kök kanal tedavisi yapılmış dişleri inceledikleri çalışmalarında, CBCT görüntülemesinde mikro-BT analizinden daha fazla distorsiyon bulmuşlardır. Bu nedenle radyografik yöntem ile gerçek bir hesaplama yapmak mümkün görünmese de pratikte tüm diş gruplarında ve anatomik varyasyonlarında kalan artık güta perkayı *invivo* olarak inceleyebileceğimiz kolay ulaşılabilen, tekrarlanabilir ve düşük maliyetli yöntemdir. Yaptığımız çalışmada dijital radyografi ve mikro-BT analizleri arasındaki ilişki korelasyon analizi ile

doğrulanmıştır. Fakat dijital radyografik yöntem ile sonuçlar değerlendirildiğinde PUI ve SAF grupları kontrol grubu ile kıyaslandığında artık kalan kök kanal dolgusu bakımından anlamlı fark bulunmamıştır. Mikro-BT değerlendirmesinde ise tüm deney grupları ile kontrol grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüktür. İki değerlendirme yöntemi arasındaki görülen bu farklı sonuçların, 2 boyutlu inceleme imkanı sunan dijital radyografinin aksine, mikro-BT analizinin 3 boyutlu değerlendirme imkanı sunarak daha detaylı görüntü vermesinden kaynaklandığını düşünüyoruz.

Mikro-BT, DRG ve SEM analizlerinde hiçbir grupta kök kanal dolgusu tamamen uzaklaştırılmamıştır. Üç deneysel grubunda da, SEM analizlerinde kök kanalında korondan apikale doğru gidildikçe kalan artık dolgu materyalinin arttığı görülmüştür. Yaptığımız çalışmanın sonuçları, önceki benzer çalışmalarda da olduğu gibimevcut kök dolgusunun tamamen ortadan kaldırmanın mümkün olmadığını göstermiştir (14,16,104,132,209,246,249).

6. SONUÇLAR

Çalışmamızda oval şekilli kök kanallarında, tekrarlayan tedavi sonrası Pasif Ultrasonik İrrigasyon, Self Adjusting File ve XP Endo Finisher aktivasyon yöntemleri ile kalan artık kök kanal dolgusunun uzaklaştırma etkinliği mikro bilgisayarlı tomografi, dijital radyografi ve taramalı elektron mikroskobu ile karşılaştırıldı. Bu çalışma sınırları dahilinde elde edilen sonuçlar şu şekildedir;

1. Aktivasyon yöntemlerinin hiçbiri kök kanal dolgusu tamamen uzaklaştıramamıştır.
2. PUI, SAF ve XPF aktivasyon yöntemlerinin kullanımı kök kanalındaki artık dolgu miktarını azaltmıştır.
3. XPF grubu tüm değerlendirme yöntemlerinde kontrol grubundan daha fazla artık kök kanal dolgusu uzaklaştırmıştır.
4. PUI ve SAF grupları tüm değerlendirme yöntemlerinde benzer şekilde artık kalan kök kanal dolgusunu uzaklaştırmıştır.
5. Mikro bilgisayarlı tomografi analizi ve dijital radyografi değerlendirmesine göre tüm aktivasyon yöntemleri arasında kök kanalında kalan artık dolgu miktarı açısından fark bulunmamıştır.
6. Tüm gruplarda apikal üçlüde koronal üçlüden daha fazla artık kök kanal dolgusu izlenmiştir.
7. SEM incelemesine göre XPF aktivasyon yönteminde diğer yöntemlere göre daha temiz kök kanal duvarları elde edilmekle birlikte apikal bölgede SAF yöntemi XPF ile benzer etkinlik göstermiştir.
8. 3 boyutlu değerlendirme yöntemi olan mikro bilgisayarlı tomografi ve 2 boyutlu dijital radyografi değerlendirmesi uyumlu sonuçlar verse de mikro-BT analizi ile dijital radyografiden daha ayrıntılı veriler elde edilmiştir.
9. Oval şekilli kanalların tekrarlayan tedavilerinde kök kanal dolgusu uzaklaştırılırken döner sistem ve el eğesi ile preparasyona ek olarak çeşitli aktivasyon tekniklerine ihtitaç duyulmaktadır.
10. XP Endo Finisher hem artık kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak hem de daha temiz kök kanal duvarları elde etmek açısından etkili bir aktivasyon yöntemidir.

7. KAYNAKLAR

1. Torabinejad M, White SN. Endodontic treatment options after unsuccessful initial root canal treatment: Alternatives to single-tooth implants. *J Am Dent Assoc* p. 214-20, 2016.
2. Özsezer E. Tekrarlayan endodontik tedaviler. *Acta Odontologica Turcica* 21(3):217, 2014.
3. Hülsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *Int Endod J* 37(7):468-76, 2004.
4. Jou Y-T, Karabucak B, Levin J, Liu D. Endodontic working width: current concepts and techniques. *Dental Clinics* 48(1):323-35, 2004.
5. Wu MK, Wesselink P. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J* 34(2):137-41, 2001.
6. Wu MK, Sluis L, Wesselink P. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *Int Endod J* 36(3):218-24, 2003.
7. Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. *J Endod* 36(4):703-7, 2010.
8. Ozawa T, Taha N, Messer HH. A comparison of techniques for obturating oval-shaped root canals. *Dent Mater* 28(3):290-4, 2009.
9. Keleş A, Alcin H, Kamalak A, Versiani MA. Oval-shaped canal retreatment with self-adjusting file: a micro-computed tomography study. *Clin Oral Investig* 18(4):1147-53, 2014.
10. Taşdemir T, Er K, Yildirim T, Celik D. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. *Int Endod J* 41(3):191-6, 2008.
11. Jain M, Singhal A, Gurtu A, Vinayak V. Influence of ultrasonic irrigation and chloroform on cleanliness of dentinal tubules during endodontic retreatment-an invitro SEM study. *J Clin Diagn Res*9(5):ZC11, 2015.

12. Cavenago B, Ordinola-Zapata R, Duarte M, Carpio-Perochena A, Villas-Bôas M, Marciano M, et al. Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. *Int Endod J* 47(11):1078-83, 2014.
13. Paqué F, Peters OA. Micro-computed tomography evaluation of the preparation of long oval root canals in mandibular molars with the self-adjusting file. *J Endod* 37(4):517-21, 2011.
14. Solomonov M, Paqué F, Kaya S, Adıgüzel Ö, Kfir A, Yiğit-Özer S. Self-adjusting files in retreatment: a high-resolution micro-computed tomography study. *J Endod* 38(9):1283-7, 2012.
15. Voet KC, Wu M-K, Wesselink PR, Shemesh H. Removal of gutta-percha from root canals using the self-adjusting file. *J Endod* 38(7):1004-6, 2012.
16. Abramovitz I, Relles-Bonar S, Baransi B, Kfir A. The effectiveness of a self-adjusting file to remove residual gutta-percha after retreatment with rotary files. *Int Endod J* 45(4):386-92, 2012.
17. Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JCN, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira JF. Removal of root canal fillings in curved canals using either reciprocating single-or rotary multi-instrument systems and a supplementary step with the XP-Endo Finisher. *J Endod* 42(7):1114-9, 2016.
18. Ferreira J, Rhodes J, Pitt Ford T. The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *Int Endod J* 34(4):267-74, 2001.
19. Masiero A, Barletta F. Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Int Endod J* 38(1):2-7, 2005.
20. Gergi R, Sabbagh C. Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J* 40(7):532-7, 2007.
21. Nair PR, Sjögren U, Krey G, Sundqvist G. Therapy-resistant foreign body giant cell granuloma at the periapex of a root-filled human tooth. *J Endod* 16(12):589-95, 1990.
22. Siqueira J. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J* 34(1):1-10, 2001.

23. Siqueira Jr J, Rôças I, Cunha C, Rosado A. Novel bacterial phylotypes in endodontic infections. *J Dent Res*84(6):565-9, 2005.
24. Siqueira Jr J, Rôças I. Diversity of endodontic microbiota revisited. *J Dent Res* 88(11):969-81, 2009.
25. Siqueira JF, Paiva SS, Rôças IN. Reduction in the cultivable bacterial populations in infected root canals by a chlorhexidine-based antimicrobial protocol. *J Endod* 33(5):541-7, 2007.
26. Ricucci D, Siqueira JF, Bate AL, Ford TRP. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod*35(4):493-502, 2009.
27. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 85(1):86-93, 1998.
28. Siqueira JF, Rôças IN. Polymerase chain reaction-based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 97(1):85-94, 2004.
29. Ricucci D, Siqueira JF. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *J Endod* 36(8):1277-88, 2010.
30. Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* 30(5):297-306, 1997.
31. Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 16(10):498-504, 1990.
32. Ricucci D, Russo J, Rutberg M, Burleson JA, Spångberg LS. A prospective cohort study of endodontic treatments of 1,369 root canals: results after 5 years. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 112(6):825-42, 2011.
33. Ørstavik D, Qvist V, Stoltze K. A multivariate analysis of the outcome of endodontic treatment. *Eur J Oral Sci* 112(3):224-30, 2004.

34. Ricucci D, Martorano M, Bate A, Pascon E. Calculus-like deposit on the apical external root surface of teeth with post-treatment apical periodontitis: report of two cases. *Int Endod J* 38(4):262-71, 2005.
35. Ricucci D, Siqueira JF, Lopes WS, Vieira AR, Rôças IN. Extraradicular infection as the cause of persistent symptoms: a case series. *J Endod* 41(2):265-73, 2015.
36. Scott MB, Zilinski GS, Kirkpatrick TC, Himel VT, Sabey KA, Lallier TE. The effects of irrigants on the survival of human stem cells of the apical papilla, including endocyn. *J Endod* 44(2):263-8, 2017.
37. Ricucci D, Siqueira JF. Apical actinomycosis as a continuum of intraradicular and extraradicular infection: case report and critical review on its involvement with treatment failure. *J Endod*34(9):1124-9, 2008.
38. Ricucci D, Pascon EA, Ford TRP, Langeland K. Epithelium and bacteria in periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 101(2):239-49, 2006.
39. Nair PR, Sjögren U, Krey G, Kahnberg K-E, Sundqvist G. 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. *J Endod* 16(12):580-8, 1990.
40. Rôças IN, Siqueira JF. Characterization of microbiota of root canal-treated teeth with posttreatment disease. *J Clin Microbiol* 50(5):1721-4, 2012.
41. Nair P. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Crit Rev Oral Biol Med* 15(6):348-81, 2004.
42. Nair PR, Pajarola G, Schroeder HE. Types and incidence of human periapical lesions obtained with extracted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 81(1):93-102, 1996.
43. Nair P, Sjögren U, Sundqvist G. Cholesterol crystals as an etiological factor in non-resolving chronic inflammation, an experimental study in guinea pigs. *Eur J Oral Sci* 106(2p1):644-50, 1998.

44. Koppang HS, Koppang R, Solheim T, Aarnes H, Stølen SØ. Cellulose fibers from endodontic paper points as an etiological factor in postendodontic periapical granulomas and cysts. *J Endod* 15(8):369-72, 1989.
45. Sousa BCd, Gomes FdA, Ferreira CM, Rocha MMdNP, Barros EB, Albuquerque DSd. Persistent extra-radicular bacterial biofilm in endodontically treated human teeth: scanning electron microscopy analysis after apical surgery. *Microsc Res Tech* 80(6):662-7, 2017.
46. Touré B, Faye B, Kane AW, Lo CM, Niang B, Boucher Y. Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: a prospective study. *J Endod* 37(11):1512-5, 2011.
47. Arıkan F, Franko M, Gürkan A. Replantation of a vertically fractured maxillary central incisor after repair with adhesive resin. *Int Endod J* 41(2):173-9, 2008.
48. Nizam N, Kaval M, Gürlek Ö, Atila A, Çalışkan M. Intentional replantation of adhesively reattached vertically fractured maxillary single-rooted teeth. *Int Endod J* 49(3):227-36, 2016.
49. Özer SY, Ünlü G, Değer Y. Diagnosis and treatment of endodontically treated teeth with vertical root fracture: three case reports with two-year follow-up. *J Endod* 37(1):97-102, 2011.
50. Huumonen S, Ørstavik D. Radiological aspects of apical periodontitis. *Endodontic Topics* 1(1):3-25, 2002.
51. List T, Leijon G, Helkimo M, Öster A, Dworkin SF, Svensson P. Clinical findings and psychosocial factors in patients with atypical odontalgia: a case-control study. *J Orofac Pain* 21(2):89-98, 2007.
52. Tınastepe N. Atipik diş ağrısı. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 25:156-161, 2015.
53. Loest C. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J* 39(12):921-30, 2006.
54. Alaçam T. *Endodonti: Gazi Üniversitesi Basın Yayın Yüksek Okulu Basımevi*, 1990.
55. Hargreaves KM CS. *Pathways of the Pulp* 10 ed. St Louis, 2012.

56. Imura N, Pinheiro ET, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ. The outcome of endodontic treatment: a retrospective study of 2000 cases performed by a specialist. *J Endod* 33(11):1278-82, 2007.
57. Hoskinson SE, Ng Y-L, Hoskinson AE, Moles DR, Gulabivala K. A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 93(6):705-15, 2002.
58. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *Int Endod J* 44(7):610-25, 2011.
59. Wong YJ. Root canal treatment outcomes not affected by increasing age of patient. *Evid Based Dent* 18(2):47, 2017.
60. Grossman LI, Shepard LI, Pearson LA. Roentgenologic and clinical evaluation of endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 17(3):368-74, 1964.
61. Marending M, Peters OA, Zehnder M. Factors affecting the outcome of orthograde root canal therapy in a general dentistry hospital practice. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 99(1):119-24, 2005.
62. Stahl S, Miller S, Goldsmith E. The influence of occlusal trauma and protein deprivation on the response of periapical tissues following pulpal exposures in rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 11(5):536-40, 1958.
63. Ng Y, Mann V, Gulabivala K. Outcome of secondary root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int Endod J* 41(12):1026-46, 2008.
64. Siqueira JF, De Uzeda M, Fonseca MEF. A scanning electron microscopic evaluation of in vitro dentinal tubules penetration by selected anaerobic bacteria. *J Endod* 22(6):308-10, 1996.
65. Nair P. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int Endod J* 39(4):249-81, 2006.
66. Lagouvardos P, Sourai P, Douvitsas G. Coronal fractures in posterior teeth. *Oper Dent* 14(1):28-32, 1989.
67. Nieuwenhuysen JP, Aouar M, D'hoore W. Retreatment or radiographic monitoring in endodontics. *Int Endod J* 27(2):75-81, 1994.

68. Friedman S, Löst C, Zarrabian M, Trope M. Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer. *J Endod* 21(7):384-90, 1995.
69. Matsumoto M, Goto T. Lateral force distribution in partial denture design. *J Dent Res* 49(2):359-64, 1970.
70. Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study. Phases I and II: Orthograde retreatment. *J Endod* 30(9):627-33, 2004.
71. Gorni FG, Gagliani MM. The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *J Endod* 30(1):1-4, 2004.
72. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *Int Endod J* 44(7):583-609, 2011.
73. Torabinejad M, Corr R, Handysides R, Shabahang S. Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *J Endod* 35(7):930-7, 2009.
74. Wong R. Conventional endodontic failure and retreatment. *Dent Clin North Am* 48(1):265-89, 2004.
75. Duncan HF, CHONG BS. Removal of root filling materials. *Endodontic Topics* 19(1):33-57, 2008.
76. Rhodes John S. *Advanced Endodontics, clinical retreatment and surgery.* Taylor and Francis, New York, 2006.
77. Schwandt NW, Gound TG. Resorcinol-formaldehyde resin "Russian Red" endodontic therapy. *J Endod* 29(7):435-7, 2003.
78. Lee K-W, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod* 2002;28(10):684-8, 2002.
79. Friedman S, Moshonov J, Trope M. Efficacy of removing glass ionomer cement, zinc oxide eugenol, and epoxy resin sealers from retreated root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 73(5):609-12, 1992.
80. Kosti E, Lambrianidis T, Economides N, Neofitou C. Ex vivo study of the efficacy of H-files and rotary Ni-Ti instruments to remove gutta-percha and four types of sealer. *Int Endod J* 39(1):48-54, 2006.

81. Friedman S. Retreatment of failures. Principles and practice of endodontics 2nd ed Philadelphia: WB Saunders, 1996.
82. Cohen S, Hargreaves KM. Pathways of the Pulp. 9 [sup] th ed. St Louis: Mosby 786-821, 2006.
83. Haikel Y, Gasser P, Allemann C. Dynamic fracture of hybrid endodontic hand instruments compared with traditional files. J Endod 17(5):217-20, 1991.
84. Ford HP, Ford TP, Rhodes JS. Endodontics: problem-solving in clinical practice: CRC Press, 2004.
85. Camps J, Pertot W. Torsional and stiffness properties of nickel–titanium K files. Int Endod J 28(5):239-43, 1995.
86. Bishop K, Dummer P. A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. Int Endod J 30(1):25-34, 1997.
87. De-Deus G, Reis C, Beznos D, de Abranches AMG, Coutinho-Filho T, Paciornik S. Limited ability of three commonly used thermoplasticized gutta-percha techniques in filling oval-shaped canals. J Endod 34(11):1401-5, 2008.
88. Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 2: treatment planning for retreatment. J Endod 14(12):607-14, 1988.
89. Farge P, Nahas P, Bonin P. In vitro study of a Nd: YAP laser in endodontic retreatment. J Endod 24(5):359-63, 1998.
90. Vidučić D, Jukić S, Karlović Z, Božić Ž, Miletić I, Anić I. Removal of gutta-percha from root canals using an Nd: YAG laser. Int Endod J 36(10):670-3, 2003.
91. Yu D-G, Kimura Y, Tomita Y, Nakamura Y, Watanabe H, Matsumoto K. Study on removal effects of filling materials and broken files from root canals using pulsed Nd: YAG laser. J Clin Laser Med Surg 18(1):23-8, 2000.
92. Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B. Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. J Endod 13(9):453-7, 1987.

93. Anjo T, Ebihara A, Takeda A, Takashina M, Sunakawa M, Suda H. Removal of two types of root canal filling material using pulsed Nd: YAG laser irradiation. *Photomed Laser Surg* 22(6):470-6, 2004.
94. Keskin C, Sariyilmaz E, Sariyilmaz O. Effect of solvents on apically extruded debris and irrigant during root canal retreatment using reciprocating instruments. *Int Endod J* 50(11):1084-8, 2017.
95. Çanakçı BC, Er O, Dincer A. Do the sealer solvents used affect apically extruded debris in retreatment? *J Endod* 41(9):1507-9, 2015.
96. Barbosa SV, Burkard DH, Spångberg LS. Cytotoxic effects of gutta-percha solvents. *J Endod* 20(1):6-8, 1994.
97. Vajrabhaya L-o, Suwannawong SK, Kamolroongwarakul R, Pewklieng L. Cytotoxicity evaluation of gutta-percha solvents: Chloroform and GP-Solvent (limonene). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 98(6):756-9, 2004.
98. Demirbuga S, Pala K, Topçuoğlu HS, Çayabatmaz M, Topçuoğlu G, Uçar EN. Effect of different gutta-percha solvents on the microtensile bond strength of various adhesive systems to pulp chamber dentin. *Clin Oral Investig* 21(2):627-33, 2017.
99. Horvath S, Altenburger M, Naumann M, Wolkewitz M, Schirrmeister J. Cleanliness of dentinal tubules following gutta-percha removal with and without solvents: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 42(11):1032-8, 2009.
100. Dadresanfar B, Mehrvarzfar P, Saghiri MA, Ghafari S, Khalilak Z, Vatanpour M. Efficacy of two rotary systems in removing gutta-percha and sealer from the root canal walls. *Iran Endod J* 6(2):69, 2011.
101. Çalışkan MK. Endodontide tanı ve tedaviler: Nobel Tıp Kitabevleri; 2006.
102. Karataş E, Kol E, Bayrakdar İŞ, Arslan H. The effect of chloroform, orange oil and eucalyptol on root canal transportation in endodontic retreatment. *Aust Endod J* 42(1):37-40, 2016.
103. Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 3. Retreatment techniques. *J Endod* 16(11):543-9, 1990.
104. Rödiger T, Hausdörfer T, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand

files in removing gutta-percha from curved root canals—a micro-computed tomography study. *Int Endod J* 45(6):580-9, 2012.

105. Keleş A, Şimşek N, Alcin H, Ahmetoglu F, Yologlu S. Retreatment of flat-oval root canals with a self-adjusting file: an SEM study. *Dent Mater J* 33(6):786-91, 2014.

106. Van der Sluis L, Gambarini G, Wu M, Wesselink P. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J* 39(6):472-6, 2006.

107. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod* 35(4):545-9, 2009.

108. Munoz HR, Camacho-Cuadra K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *J Endod* 38(4):445-8, 2012.

109. Tay FR, Gu L-s, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, Zhang K, et al. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *J Endod* 36(4):745-50, 2010.

110. Shen Y, Gao Y, Qian W, Ruse ND, Zhou X, Wu H, et al. Three-dimensional numeric simulation of root canal irrigant flow with different irrigation needles. *J Endod* 36(5):884-9, 2010.

111. Nielsen BA, Baumgartner JC. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod* 33(5):611-5, 2007.

112. Mitchell RP, Baumgartner JC, Sedgley CM. Apical extrusion of sodium hypochlorite using different root canal irrigation systems. *J Endod* 37(12):1677-81, 2011.

113. Townsend C, Maki J. An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *J Endod* 35(7):1040-3, 2009.

114. De Gregorio C, Arias A, Navarrete N, Del Rio V, Oltra E, Cohenca N. Effect of apical size and taper on volume of irrigant delivered at working length with apical negative pressure at different root curvatures. *J Endod* 39(1):119-24, 2013.

115. Brito PR, Souza LC, de Oliveira JCM, Alves FR, De-Deus G, Lopes HP, et al. Comparison of the effectiveness of three irrigation techniques in reducing intracanal *Enterococcus faecalis* populations: an in vitro study. *J Endod* 35(10):1422-7, 2009.
116. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod* 25(11):735-8, 1999.
117. Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 31(3):166-70, 2005.
118. Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL. Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. *J Endod* 32(6):527-31, 2006.
119. De Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *J Endod* 36(7):1216-21, 2010.
120. Susin L, Liu Y, Yoon J, Parente J, Loushine R, Ricucci D, Bryan T, Weller RN, Pashley DH, Tay FR. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J* 43(12):1077-90, 2010.
121. Kanter V, Weldon E, Nair U, Varella C, Kanter K, Anusavice K, Pileggi R. A quantitative and qualitative analysis of ultrasonic versus sonic endodontic systems on canal cleanliness and obturation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 112(6):809-13, 2011.
122. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 32(5):389-98, 2006.
123. Walmsley A, Williams A. Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. *J Endod* 15(5):189-94, 1989.
124. Bao P, Shen Y, Lin J, Haapasalo M. In vitro efficacy of XP-endo Finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. *J Endod* 43(2):321-5, 2017.

125. Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R, Hof R. The self-adjusting file (SAF). Part 1: respecting the root canal anatomy—a new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod* 36(4):679-90, 2010.
126. Hof R, Perevalov V, Eltanani M, Zary R, Metzger Z. The self-adjusting file (SAF). Part 2: mechanical analysis. *J Endod* 36(4):691-6, 2010.
127. Metzger Z, Kfir A, Abramovitz I, Weissman A, Solomonov M. The self-adjusting file system. *ENDO (Lond Eng)* 7:189-210, 2013.
128. Betti L, Bramante C. Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J* 34(7):514-9, 2001.
129. Wilcox LR. Endodontic retreatment with halothane versus chloroform solvent. *J Endod* 21(6):305-7, 1995.
130. Schirrmeister JF, Wrbas K-T, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig E. Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 101(4):542-7, 2006.
131. Zmener O, Banegas G, Pameijer C. Efficacy of an automated instrumentation technique in removing resin-based and zinc oxide and eugenol endodontic sealers when retreating root canals: An in vitro study. *Endod Prac* 8:29-33, 2005.
132. Zmener O, Pameijer C, Banegas G. Retreatment efficacy of hand versus automated instrumentation in oval-shaped root canals: an ex vivo study. *Int Endod J* 39(7):521-6, 2006.
133. Ring J, Murray PE, Namerow KN, Moldauer BI, Garcia-Godoy F. Removing root canal obturation materials: a comparison of rotary file systems and re-treatment agents. *J Am Dent Assoc* 140(6):680-8, 2009.
134. Marfisi K, Mercade M, Plotino G, Duran-Sindreu F, Bueno R, Roig M. Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and Resilon from root canals. *Int Endod J* 43(11):1022-8, 2010.
135. Duncan HF, Chong B. Non-surgical retreatment: experimental studies on the removal of root filling materials. *ENDO (Lond Engl)* 4(2):111-2, 2010.

136. Betti LV, Bramante CM, de Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB. Efficacy of Profile. 04 taper series 29 in removing filling materials during root canal retreatment—an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 108(6):e46-e50, 2009.
137. Schirrmester J, Meyer K, Hermanns P, Altenburger M, Wrbas KT. Effectiveness of hand and rotary instrumentation for removing a new synthetic polymer-based root canal obturation material (Epiphany) during retreatment. *Int Endod J* 39(2):150-6, 2006.
138. Drebenstedt S, Schöler C, Hülsmann M. Sensitivity of dental films and high-definition volume-computerized tomography (fpVCT) in detecting remaining root filling material. *Int Endod J* 42(12):1151, 2009.
139. Schirrmester J, Hermanns P, Meyer K, Goetz F, Hellwig E. Detectability of residual Epiphany and gutta-percha after root canal retreatment using a dental operating microscope and radiographs—an ex vivo study. *Int Endod J* 39(7):558-65, 2006.
140. de Carvalho Maciel A, Zaccaro Scelza M. Efficacy of automated versus hand instrumentation during root canal retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J* 39(10):779-84, 2006.
141. Baldassari-Cruz LA, Wilcox LR. Effectiveness of gutta-percha removal with and without the microscope. *J Endod* 25(9):627-8, 1999.
142. Nielsen RB, Alyassin AM, Peters DD, Carnes DL, Lancaster J. Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *J Endod* 21(11):561-8, 1995.
143. Tachibana H, Matsumoto K. Applicability of x-ray computerized tomography in endodontics. *Endod Dent Traumatol* 6(1):16-20, 1990.
144. Bjørndal L, Carlsen O, Thuesen G, Darvann T, Kreiborg S. External and internal macromorphology in 3D-reconstructed maxillary molars using computerized X-ray microtomography. *Int Endod J* 32(1):3-9, 1999.
145. Jung M, Lommel D, Klimek J. The imaging of root canal obturation using micro-CT. *Int Endod J* 38(9):617-26, 2005.

146. Müller R, Van Campenhout H, Van Damme B, Van der Perre G, Dequeker J, Hildebrand T, et al. Morphometric analysis of human bone biopsies: a quantitative structural comparison of histological sections and micro-computed tomography. *Bone* 23(1):59-66, 1998.
147. Buchman S, Sherick D, Goulet R, Goldstein S. Use of microcomputed tomography scanning as a new technique for the evaluation of membranous bone. *J Craniofac Surg* 9(1):48-54, 1998.
148. Van Oosterwyck H, Duyck J, Sloten JV, Perre GV, Jansen J, Wevers M, et al. The use of microfocus computerized tomography as a new technique for characterizing bone tissue around oral implants. *J Oral Implantol* 26(1):5-12, 2000.
149. Jung H, Kim H-J, Hong S, Kim K-D, Moon H-S, Je JH, et al. Osseointegration assessment of dental implants using a synchrotron radiation imaging technique: a preliminary study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 18(1):121-6, 2003.
150. Balto K, Muller R, Carrington D, Dobeck J, Stashenko P. Quantification of periapical bone destruction in mice by micro-computed tomography. *J Dent Res* 79(1):35-40, 2000.
151. Verna C, Dalstra M, Wikesjö UM, Trombelli L. Healing patterns in calvarial bone defects following guided bone regeneration in rats. *J Clin Periodontol* 29(9):865-70, 2002.
152. von Stechow D, Balto K, Stashenko P, Müller R. Three-dimensional quantitation of periradicular bone destruction by micro-computed tomography. *J Endod* 29(4):252-6, 2003.
153. Verdonschot N, Fennis WM, Kuijs RH, Stolk J, Kreulen CM, Creugers NH. Generation of 3-D finite element models of restored human teeth using micro-CT techniques. *Int J Prosthodont* 14(4):310-5, 2001.
154. Rhodes J, Ford T, Lynch J, Liepins P, Curtis R. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J* 32(3):165-70, 1999.
155. Paqué F, Laib A, Gautschi H, Zehnder M. Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. *J Endod* 35(7):1044-7, 2009.

156. Freire LG, Iglecias EF, Cunha RS, Dos Santos M, Gavini G. Micro-computed tomographic evaluation of hard tissue debris removal after different irrigation methods and its influence on the filling of curved canals. *J Endod* 41(10):1660-6, 2015.
157. Bernardes R, Duarte M, Vivan R, Alcalde M, Vasconcelos B, Bramante C. Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *Int Endod J* 49(9):890-7, 2016.
158. Uzun Ö. Deneysel endodontide üç boyutlu rekonstrüksiyon çalışmaları. *Acta Odontologica Turcica* 24(3):181, 2007.
159. Balvedi R, Versiani M, Manna F, Biffi J. A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J* 43(9):763-8, 2010.
160. Şen B, Pişkin B, Baran N. The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. *Int Endod J* 29(1):23-8, 1996.
161. Saleh I, Ruyter I, Haapasalo M, Ørstavik D. Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. *Int Endod J* 41(1):32-40, 2008.
162. Molven O, Olsen I, Kerekes K. Scanning electron microscopy of bacteria in the apical part of root canals in permanent teeth with periapical lesions. *Endod Dent Traumatol* 7(5):226-9, 1991.
163. Prati C, Selighini M, Ferrieri P, Mongiorgi R. Scanning electron microscopic evaluation of different endodontic procedures on dentin morphology of human teeth. *J Endod* 20(4):174-9, 1994.
164. Özdal-Kurt F, Şen B, Tuğlu I, Vatansever S, Türk B, Deliloğlu-Gürhan I. Attachment and growth of dental pulp stem cells on dentin in presence of extra calcium. *Arch Oral Biol* 68:131-41, 2016.
165. Wang Y, Zheng Q-h, Zhou X-d, Tang L, Wang Q, Zheng G-n, et al. Evaluation of the root and canal morphology of mandibular first permanent molars in a western Chinese population by cone-beam computed tomography. *J Endod* 36(11):1786-9, 2010.

166. Kartal N, Cimilli ZH. Endodontide anatomik yapının tanımlanmasında kullanılan yöntemler. *Turkiye Klinikleri Journal of Endodontics-Special Topics* 3(1):9-14, 2017.
167. Eder A, Kantor M, Nell A, Moser T, Gahleitner A, Schedle A, et al. Root canal system in the mesiobuccal root of the maxillary first molar: an in vitro comparison study of computed tomography and histology. *Dentomaxillofac Radiol* 35(3):175-7, 2006.
168. Blattner TC, George N, Lee CC, Kumar V, Yelton CD. Efficacy of cone-beam computed tomography as a modality to accurately identify the presence of second mesiobuccal canals in maxillary first and second molars: a pilot study. *J Endod* 36(5):867-70, 2010.
169. Marca C, Dummer PM, Bryant S, Vier-Pelisser FV, Só MVR, Fontanella V, Dutra VD, de Figueiredo JA. Three-rooted premolar analyzed by high-resolution and cone beam CT. *Clin Oral Investig* 17(6):1535-40, 2013.
170. Brito-Júnior M, Santos L, Faria-e-Silva A, Pereira R, Sousa-Neto M. Ex vivo evaluation of artifacts mimicking fracture lines on cone-beam computed tomography produced by different root canal sealers. *Int Endod J* 47(1):26-31, 2014.
171. Vasconcelos K, Nicolielo L, Nascimento M, Haiter-Neto F, Bóscolo F, Van Dessel J, et al. Artefact expression associated with several cone-beam computed tomographic machines when imaging root filled teeth. *Int Endod J* 48(10):994-1000, 2015.
172. Arai Y, Honda K, Iwai K, Shinoda K, editors. Practical model “3DX” of limited cone-beam X-ray CT for dental use. *International Congress Series*; Elsevier, 2001.
173. Omer O, Al Shalabi R, Jennings M, Glennon J, Claffey N. A comparison between clearing and radiographic techniques in the study of the root-canal anatomy of maxillary first and second molars. *Int Endod J* 37(5):291-6, 2004.
174. Tagger M, Katz A, Tamse A. Apical seal using the GPII method in straight canals compared with lateral condensation, with or without sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 78(2):225-31, 1994.

175. Felton D, Webb E, Kanoy B, Dugoni J. Threaded endodontic dowels: effect of post design on incidence of root fracture. *J Prosthet Dent* 65(2):179-87, 1991.
176. Lussi A, Imwinkelried S, Stich H. Obturation of root canals with different sealers using non-instrumentation technology. *Int Endod J* 32(1):17-23 1999.
177. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 58(5):589-99, 1984.
178. De Gregorio C, Paranjpe A, Garcia A, Navarrete N, Estevez R, Esplugues E, et al. Efficacy of irrigation systems on penetration of sodium hypochlorite to working length and to simulated uninstrumented areas in oval shaped root canals. *Int Endod J* 45(5):475-81, 2012.
179. Eriksen HM, Kirkevang L-L, Petersson K. Endodontic epidemiology and treatment outcome: general considerations. *Endodontic Topics* 2(1):1-9, 2002.
180. Friedman S. Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure). *Endodontic Topics* 1(1):54-78, 2002.
181. Wu M-K, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 89(6):739-43, 2000.
182. Rundquist B, Versluis A. How does canal taper affect root stresses? *Int Endod J* 39(3):226-37, 2006.
183. Khademi A, Yazdizadeh M, Feizianfard M. Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems. *J Endod* 32(5):417-20, 2006.
184. Valderhaug J. A histologic study of experimentally induced periapical inflammation in primary teeth in monkeys. *Int J Oral Surg* 3(3):111-23, 1974.
185. Pirani C, Pelliccioni GA, Marchionni S, Montebugnoli L, Piana G, Prati C. Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or Thermafil: a scanning electron microscope study. *J Endod* 35(10):1433-40, 2009.

186. Torabinejad M, White SN. Endodontic treatment options after unsuccessful initial root canal treatment: Alternatives to single-tooth implants. *J Am Dent Assoc* 147(3):214-20, 2016.
187. Sundqvist G. Bacteriological studies of necrotic dental pulps: Umeå University; 1976.
188. Bergenholtz G. Micro-organisms from necrotic pulp of traumatized teeth. *Odontol revy* 25(4):347-58, 1974.
189. Kantz W, Henry C. Isolation and classification of anaerobic bacteria from intact pulp chambers of non-vital teeth in man. *Arch Oral Biol* 19(1):91-6, 1974.
190. Iqbal MK, Kim S. For teeth requiring endodontic treatment, what are the differences in outcomes of restored endodontically treated teeth compared to implant-supported restorations? *Int J Oral Maxillofac Implants* 22(7):96-116, 2007.
191. Torabinejad M, Anderson P, Bader J, Brown LJ, Chen LH, Goodacre CJ, Kattadiyil MT, Kutsenko D, Lozada J, Patel R, Petersen F, Puterman I, White SN. Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partial dentures, and extraction without replacement: a systematic review. *J Prosthet Dent* 98(4):285-311, 2007.
192. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. Tooth survival following non-surgical root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int Endod J* 43(3):171-89, 2010.
193. Lazarski MP, Walker WA, Flores CM, Schindler WG, Hargreaves KM. Epidemiological evaluation of the outcomes of nonsurgical root canal treatment in a large cohort of insured dental patients. *J Endod* 27(12):791-6, 2001.
194. Pak JG, Fayazi S, White SN. Prevalence of periapical radiolucency and root canal treatment: a systematic review of cross-sectional studies. *J Endod* 38(9):1170-6, 2012.
195. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 90(1):31-41, 2003.
196. Torabinejad M, Salha W, Lozada JL, Hung Y-L, Garbacea A. Degree of patient pain, complications, and satisfaction after root canal treatment or a single implant: a preliminary prospective investigation. *J Endod* 40(12):1940-5, 2014.

197. Lobb WK, Zakariasen KL, McGrath PJ. Endodontic treatment outcomes: do patients perceive problems? *J Am Dent Assoc* 127(5):597-600, 1996.
198. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*30(8):559-67, 2004.
199. Davis SR, Brayton SM, Goldman M. The morphology of the prepared root canal: a study utilizing injectable silicone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 34(4):642-8, 1972.
200. Torabinejad M, Goodacre CJ. Endodontic or dental implant therapy: the factors affecting treatment planning. *J Am Dent Assoc* 137(7):973-7, 2006.
201. Strindberg L. The dependence of the results of pulp therapy on certain factors. *Acta Odontol Scand*14(21):1-175, 1956.
202. Bergenholtz G, Lekholm U, Milthon R, Heden G, Ödesjö B, Engström B. Retreatment of endodontic fillings. *Eur J Oral Sci* 87(3):217-24, 1979.
203. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*18:269-96, 1974.
204. Rödiger T, Hülsmann M, Mühge M, Schäfers F. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel-titanium instruments. *Int Endod J* 35(11):919-28, 2002.
205. Rechenberg DK, Paqué F. Impact of cross-sectional root canal shape on filled canal volume and remaining root filling material after retreatment. *Int Endod J* 46(6):547-55, 2013.
206. Rosa RAd, Santini MF, Cavenago BC, Pereira JR, Duarte MAH, Só MVR. Micro-CT evaluation of root filling removal after three stages of retreatment procedure. *Braz Dent J* 26(6):612-8, 2015.
207. Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XY. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *Int Endod J* 41(4):288-95, 2008.

208. Siqueira JF, Alves FR, Versiani MA, Rôças IN, Almeida BM, Neves MA, et al. Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by Self-Adjusting File, Reciproc, and Twisted File systems. *J Endod* 39(8):1044-50, 2013.
209. Roggendorf M, Legner M, Ebert J, Fillery E, Frankenberger R, Friedman S. Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with NiTi instruments. *Int Endod J* 43(3):200-9, 2010.
210. Metzger Z, Solomonov M, Kfir A. The role of mechanical instrumentation in the cleaning of root canals. *Endodontic Topics* 29(1):87-109, 2013.
211. Moeller L, Wenzel A, Wegge-Larsen A, Ding M, Kirkevang L. Quality of root fillings performed with two root filling techniques. An in vitro study using micro-CT. *Acta Odontol Scand* 71(3-4):689-96, 2013.
212. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *J Endod* 33(2):106-9, 2007.
213. Resende L, Rached-Junior F, Versiani M, Souza-Gabriel A, Miranda C, Silva-Sousa Y, et al. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. *Int Endod J* 42(9):785-93, 2009.
214. Sousa-Neto M, Silva Coelho F, Marchesan M, Alfredo E, Silva-Sousa Y. Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er: YAG and Nd: YAG lasers. *Int Endod J* 38(12):866-70, 2005.
215. Wilcox LR, Juhlin JJ. Endodontic retreatment of Thermafil versus laterally condensed gutta-percha. *J Endod* 20(3):115-7, 1994.
216. Barbosa SV, Burkard DH, Spångberg LS. Cytotoxic effects of gutta-percha solvents. *J Endod* 20(1):6-8, 1994.
217. Şen BH, Safavi KE, Spångberg LS. Antifungal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine in root canals. *J Endod* 25(4):235-8, 1999.
218. de Campos Fruchi L, Ordinola-Zapata R, Cavenago BC, Duarte MAH, da Silveira Bueno CE, De Martin AS. Efficacy of reciprocating instruments for removing filling material in curved canals obturated with a single-cone technique: a micro-computed tomographic analysis. *J Endod* 40(7):1000-4, 2014.

219. Keleş A, Arslan H, Kamalak A, Akçay M, Sousa-Neto MD, Versiani MA. Removal of filling materials from oval-shaped canals using laser irradiation: a micro-computed tomographic study. *J Endod* 41(2):219-24, 2015.
220. Li J, Wu T, He H, Han J. Evaluation of the efficacy of two kinds of NiTi retreatment instruments for removing filling material during root canal retreatment. *Shanghai kou qiang yi xue= Shanghai journal of stomatology* 26(3):268-71, 2017.
221. Ersev H, Yılmaz B, Dinçol M, Dağlaroğlu R. The efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment instrumentation to remove single gutta-percha cones cemented with several endodontic sealers. *Int Endod J* 45(8):756-62, 2012.
222. Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Breschi L, Malagnino V, et al. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 37(12):832-9, 2004.
223. Prati C, Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S. Appearance of the root canal walls after preparation with NiTi rotary instruments: a comparative SEM investigation. *Clin Oral Investig* 8(2):102-10, 2004.
224. Rossi-Fedele G, Ahmed HMA. Assessment of root canal filling removal effectiveness using micro-computed tomography: a systematic review. *J Endod* 43(4):520-6, 2017.
225. Muller GG, Schonhofen AP, Mora PMPK, Grecca FS, So MVR, Bodanezi A. Efficacy of an organic solvent and ultrasound for filling material removal. *Braz Dent J* 24(6):585-90, 2013.
226. Rodrigues CT, Duarte MAH, Guimarães BM, Vivan RR, Bernardineli N. Comparison of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment. *Braz Oral Res* 18(31):e113, 2017.
227. Ahmad M, Ford TRP, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod* 13(10):490-9, 1987.
228. Malki M, Verhaagen B, Jiang L-M, Nehme W, Naaman A, Versluis M, et al. Irrigant flow beyond the insertion depth of an ultrasonically oscillating file in straight and curved root canals: visualization and cleaning efficacy. *J Endod* 38(5):657-61, 2012.

229. Jiang L-M, Verhaagen B, Versluis M, Langedijk J, Wesselink P, van der Sluis LW. The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod* 37(5):688-92, 2011.
230. Yoo Y-J, Lee W, Kim H-C, Shon W-J, Baek S-H. Multivariate analysis of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques in the canal and isthmus of mandibular posterior teeth. *Restor Dent Endod* 38(3):154-9, 2013.
231. Jiang L-M, Verhaagen B, Versluis M, van der Sluis LW. Evaluation of a sonic device designed to activate irrigant in the root canal. *J Endod* 36(1):143-6, 2010.
232. Silveira SB, Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JCN, Vieira VT, Siqueira JF, et al. Removal of root canal fillings in curved canals using either Mani GPR or HyFlex NT followed by passive ultrasonic irrigation. *J Endod* 44(2):299-303, 2018.
233. Martins MP, Duarte MAH, Cavenago BC, Kato AS, da Silveira Bueno CE. Effectiveness of the ProTaper Next and Reciproc Systems in removing root canal filling material with sonic or ultrasonic irrigation: A Micro-computed Tomographic Study. *J Endod* 43(3):467-71, 2017.
234. Jiang S, Zou T, Li D, Chang JW, Huang X, Zhang C. Effectiveness of sonic, ultrasonic, and photon-induced photoacoustic streaming activation of NaOCl on filling material removal following retreatment in oval canal anatomy. *Photomed Laser Surg* 34(1):3-10, 2016.
235. Peters OA, Paqué F. Root canal preparation of maxillary molars with the self-adjusting file: a micro-computed tomography study. *J Endod* 37(1):53-7, 2011.
236. Keles A, Kamalak A, Keskin C, Akçay M, Uzun İ. The efficacy of laser, ultrasound and self-adjustable file in removing smear layer debris from oval root canals following retreatment: A scanning electron microscopy study. *Aust Endod J* 42(3):104-11, 2016.
237. Elnaghy AM, Mandorah A, Elsaka SE. Effectiveness of XP-endo finisher, EndoActivator, and file agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology* 105(2):178-83, 2017.

238. Leoni G, Versiani M, Silva-Sousa Y, Bruniera J, Pécora J, Sousa-Neto M. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *Int Endod J* 50(4):398-406, 2017.
239. Alves FR, Andrade-Junior CV, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Rôças IN, Versiani MA, et al. Adjunctive steps for disinfection of the mandibular molar root canal system: a correlative bacteriologic, micro-computed tomography, and cryopulverization approach. *J Endod* 42(11):1667-72, 2016.
240. Azim AA, Aksel H, Zhuang T, Mashtare T, Babu JP, Huang GT-J. Efficacy of 4 irrigation protocols in killing bacteria colonized in dentinal tubules examined by a novel confocal laser scanning microscope analysis. *J Endod* 42(6):928-34, 2016.
241. Uygun AD, Gündoğdu EC, Arslan H, Ersoy İ. Efficacy of Xp-endo finisher and Trushape 3d conforming file compared to conventional and ultrasonic irrigation in removing calcium hydroxide. *Aust Endod J* 43(2):89-93, 2017.
242. Wigler R, Dvir R, Weisman A, Matalon S, Kfir A. Efficacy of XP-endo finisher files in the removal of calcium hydroxide paste from artificial standardized grooves in the apical third of oval root canals. *Int Endod J* 50(7):700-5, 2017.
243. Keskin C, Sariyilmaz E, Sariyilmaz Ö. Efficacy of XP-endo Finisher file in removing calcium hydroxide from simulated internal resorption cavity. *J Endod* 43(1):126-30, 2017.
244. Silva EJNL, Belladonna FG, Zuolo AS, Rodrigues E, Ehrhardt IC, Souza EM, De-Deus G. Effectiveness of XP-endo finisher and XP-endo finisher R in removing root filling remnants: a micro-CT study. *Int Endod J* 51(1):86-91, 2017.
245. Karamifar K, Mehrasa N, Pardis P, Saghiri MA. Cleanliness of canal walls following gutta-percha removal with hand files, RaCe and RaCe plus XP-endo finisher instruments: A Photographic in Vitro Analysis. *Iran Endod J* 12(2):242, 2017.
246. Kfir A, Tsesis I, Yakirevich E, Matalon S, Abramovitz I. The efficacy of five techniques for removing root filling material: microscopic versus radiographic evaluation. *Int Endod J* 45(1):35-41, 2012.

247. Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg K. Cone beam computed tomography in endodontics—a review. *Int Endod J* 48(1):3-15, 2015.
248. Celikten B, Jacobs R, deFaria Vasconcelos K, Huang Y, Nicolielo LFP, Orhan K. Assessment of volumetric distortion artifact in filled root canals using different cone-beam computed tomographic devices. *J Endod* 43(9):1517-21, 2017.
249. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. *J Endod* 34(11):1370-3, 2008.



8. EKLER

EK 1. Etik Kurul Onayı



T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

TOPLANTI TARİHİ : 10/02/2016
TOPLANTI NO : 2016/03

KARARLAR :

- 11- Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Başkanlığı'nın 2016-35-10/02 Protokol no'lu "Oval Şekli Kanalların Tekrarlayan Tedavilerinde Farklı Tekniklerin Kök Kanal Dolgusunu Uzaklaştırma Etkinliklerinin Değerlendirilmesi" konulu çalışmasının Etik Kurul İlkelerine uygun olduğuna,

Oy birliği ile karar verilmiştir.

A S L I G İ B İ D İ R

Doç. Dr. Günnur ÖZBAKİŞ DENGİZ
B.E.Ü. Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

9. ÖZGEÇMİŞ

03.08.1987 tarihinde Amasya’da doğdum. 2005 yılında lise öğrenimini tamamlayarak Merzifon Anadolu Lisesi’nden mezun oldum. Lisans öğrenimini 2006-2011 yılları arasında Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nde tamamladım. 2013 yılında Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı’nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladım. 2013 yılında Bülent Ecevit Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Endodonti Anabilim Dalı’nda doktora eğitimine başladım.

