

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ ENDODONTİ

ANABİLİM DALI

**TEKRARLAYAN KÖK KANAL TEDAVİLERİNDE
KULLANILAN FARKLI YIKAMA SOLÜSYONU AKTİVASYON
TEKNİKLERİNİN KÖK KANAL DOLGUSU UZAKLAŞTIRMA
ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Dt. Berna TAT

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Kürşat ER

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünce
(Proje No: TDH-2016-1854) desteklenmiştir**

2017-ANTALYA

ONAY SAYFASI

Berna TAT tarafından sunulan bu çalışma jürimiz tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Endodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

.../.../.....

İmza

Üye: Prof. Dr. Kürşat ER

(Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı)

Üye: Doç. Dr. Alper KUŞTARCI

(Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı)

Üye: Doç. Dr. Davut ÇELİK

(Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti

Anabilim Dalı)

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

Diş Hekimliği Fakültesi Kurum Yöneticisi

ETİK BEYAN

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

Dt. Berna TAT



TEŐEKKÖRLER

Tüm uzmanlık süresi ve uzmanlık tezi boyunca çalışmalarına bilgi ve deneyimiyle yön veren, gerekli tüm imkân ve olanakları sağlayan, tez danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Kürşat ER'e, tezimin hazırlanmasında emeği geçen, uzmanlık eğitimim boyunca benden bilgi ve deneyimlerini hiç eksik etmeyen, iyi niyeti, sabrı ve sonsuz desteklerinden dolayı Sayın Doç. Dr. Alper KUŞTARCI ve Yrd. Doç. Dr. Öznur TUNCAY'a, teşekkür ve saygılarımı sunarım. Ayrıca, çalışkanlığını ve sabrını kendime örnek aldığım ve her daim kalbimde olan canım babama, tüm hayatım boyunca hiçbir fedakârlıktan çekinmeden her anımda yanımda olan sevgili annem ve kardeşlerime, desteğini benden hiçbir zaman eksik etmeyen sevgili eşim Emrah TAT'a, büyük bir mutluluk ve keyifle birlikte çalıştığım, her zaman destek ve yakınlıklarını gördüğüm klinik arkadaşlarım Uzm. Dt. Hatice HARORLI, Dt. Begüm HASEKİ, Dt. Deniz YANIK ve Dt. Özge ÇİLOĞLU'na ve Endodonti Anabilim Dalı çalışanlarına tüm kalbimle teşekkür ederim.

Dt. Berna TAT

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, tekrarlayan kök kanal tedavilerinde kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında; XP-endo Finisher, EndoActivator, pasif ultrasonik aktivasyon, Er,Cr:YSGG lazer aktive irrigasyon yıkama solüsyonu aktivasyon yöntemlerinin etkinliğini değerlendirmektir.

Yöntem: Bu çalışmada 75 adet tek köklü ve düz kanallı alt çene küçük azı dişleri Resiproc 40 (#40.06) ile prepare edildikten sonra güta-perka ve AH Plus kanal patı ile devamlı ısıyla kompaksiyon tekniği ile dolduruldu. Dişler 37°C ve %100 nemde 1 hafta bekletildikten sonra güta-perka ve kanal patı ProTaper Universal Retreatment ve ProTaper Next (X2-X5) ile uzaklaştırıldı. Dişler rastgele 5 deneysel ($n = 15$) gruba ayrıldı ve aktivasyon yöntemleri uygulandı: grup 1 geleneksel iğne irrigasyon grubu, grup 2 EndoActivator, grup 3 pasif ultrasonik aktivasyon, grup 4 XP-endo Finisher, grup 5 Er,Cr:YSGG lazer aktive irrigasyon. Geleneksel iğne irrigasyon grubu kontrol grubu olarak kullanıldı. Dişler ikiye ayrıldı ve steromikroskop altında görüntüler alındı. Ayrıca, her gruptan 3 örnekten taramalı elektron mikroskobu görüntüsü alındı. Kanal dolgu alanları Image J programı kullanılarak hesaplandı. Elde edilen veriler Oneway ANOVA, Tukey, Wilcoxon ve Friedman testleri kullanılarak değerlendirildi.

Bulgular: Kök kanallarının apikal bölgesi ve toplam kanal alanında dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında XP-endo Finisher, EndoActivator, pasif ultrasonik aktivasyon grupları geleneksel iğne irrigasyon grubundan üstün bulundu ($P < 0.05$) ve geleneksel iğne irrigasyon grubu ile Er,Cr:YSGG lazer aktive irrigasyon grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($P > 0.05$). Yine toplam kanal alanı değerlendirildiğinde pasif ultrasonik irrigasyon grubu ile Er,Cr:YSGG lazer aktive irrigasyon grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulundu ($P < 0.05$). Tüm gruplarda kök kanallarının orta ve koronal bölgesinde geleneksel iğne irrigasyon grubu diğer gruplardan daha az dolgu maddesi uzaklaştırırken ($P < 0.05$); diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($P > 0.05$).

Sonuç: Tüm gruplarda kök kanallarında artık dolgu maddesi kalmıştır. Kanalların apikal bölgeleri, orta ve koronal bölgelerine göre daha fazla artık dolgu maddesi içermektedir.

Anahtar Kelimeler: XP-endo Finisher, EndoActivator, PUI, Er,Cr:YSGG lazer, retreatment.



ABSTRACT

Objective: This study aimed to assess the effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, Er, Cr: YSGG laser active irrigation, passive ultrasonic activation techniques in removing filling remnants from root canals after root canal retreatment procedures.

Method: Seventy five single-rooted mandibular premolar teeth were instrumented with Resiproc 40 (# 40.06) instruments and obturated with gutta-percha and AH Plus sealer using the continuous wave of condensation technique. After storage at 37°C and 100% humidity for 1 week, the specimens were retreated with the ProTaper Universal Retreatment and ProTaper Next (X2-X5) NiTi instruments for the removal of filling material. Then teeth were randomly divided into five groups (n=15), and the activation processes were applied: group 1 conventional needle irrigation, group 2 EndoActivator, group 3 passive ultrasonic activation, group 4 XP-endo Finisher and group 5 Er, Cr: YSGG laser active irrigation. Conventional needle irrigation was used as the control group. The teeth were sectioned and stereomicroscopy images were taken. The images were analysed using Image J software regarding the area of residual root filling. In addition, a scanning electron microscope images were taken from 3 samples from each group. Oneway ANOVA, Tukey, Wilcoxon and Friedman tests were performed for statistical analysis.

Results: The filling materials removal efficacy in the apical region and the total canal area the XP-endo Finisher, EndoActivator, passive ultrasonic activation groups were superior to conventional needle irrigation group ($P < 0.05$) and there was no statistically significant difference between the conventional needle irrigation and Er, Cr: YSGG laser active irrigation groups ($P > 0.05$). There was a statistically significant difference between the Er, Cr: YSGG laser active irrigation group and passive ultrasonic activation groups in the total canal area ($P < 0.05$). In the middle and coronal region of the root canal the conventional irrigation group remove less filling material than other groups ($P < 0.05$) and there was no statistically significant difference between the other groups ($P > 0.05$).

Conclusions: In all groups there is residual substance in the root canals. The apical regions of the channels contain more residual filler than the middle and coronal regions.

Keywords: XP-Endo Finisher, EndoActivator, PUI, Er,Cr: YSGG laser, retreatment



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
RESİMLER.....	viii
TABLolar	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Tekrarlayan Kök Kanal Tedavisi	3
2.2. Endodontik Tedavinin Başarısının Değerlendirilmesi	3
2.3. Kanal Tedavisinde Başarısızlığa Neden Olan Faktörler	4
2.4. Başarısız Endodontik Tedavi Vakalarında Tedavi Yaklaşımları	5
2,5. Tekrarlayan Tedavilerde Başarı Oranı	6
2.6. Cerrahi Olmayan Endodontik Tedavi	7
2.6.1. Koronal Giriş	7
2.6.2. GP'nin Kök Kanallarından Uzaklaştırılması	8
2.6.2.1. GP'nin El Aletleri ile Kök Kanalından Uzaklaştırılması	9
2.6.2.2. GP'nin Ultrasonik Aletler ile Kök Kanalından Uzaklaştırılması.....	9
2.6.2.3. GP'nin Isı ile Kök Kanalından Uzaklaştırılması	9
2.6.2.4. GP'nin NiTi Döner Aletler ile Kök Kanalından Uzaklaştırılması.....	10

2.6.2.4.1. PTUR Eğeleri	10
2.6.2.4.2. R-Endo	11
2.6.2.4.3. Mtwo Retreatment Eğeleri	12
2.6.2.4.4. D-RaCe	12
2.6.2,5. GP'nin Kimyasal özücülerle Kök Kanalından Uzaklaştırılması.....	13
2.8. Kök Kanallarında İrrigasyonun Önemi	15
2.8.1. Yıkama Solüsyon Türleri	15
2.8.2. Yıkama Solüsyonlarının Etkinliği	16
2.8.3. İrrigasyon Etkinliğini Arttırmak İçin Kullanılan Güncel Teknik ve Cihazlar	18
2.8.3.1. Manuel Ajitasyon Teknikleri	18
2.8.3.1.1. GIİ	18
2.8.3.1.2. Fırçalar	19
2.8.3.1.3. Manuel Dinamik İrrigasyon	19
2.8.3.2. Makine ile Yapılan Aktivasyon	19
2.8.3.2.1. Döner Alet ile Kullanılan Fırçalar	20
2.8.3.2.2. Döner Alet ile Eğeleme İşlemi Sırasnda Devam Eden İrrigasyon...20	
2.8.3.2.4. Basınç Değiştiren Cihazlar	21
2.8.3.2,5. Sonik İrrigasyon Sistemleri	22
2.8.3.2.6. Ultrasonik İrrigasyon	23
2.8.3.2.7. XP.....	25
2.8.3.2.8. LAİ.....	26

2.9. Artık Dolgu Madde Miktarının İncelendiği Yöntemler	29
3. GEREÇ VE YÖNTEM	31
3.1. Diş Örneklerinin Seçimi.....	31
3.2. Diş Örneklerinin Hazırlanması.....	31
3.3. Kök Kanallarının Preparasyonu.....	32
3.4. Kök Kanallarının Doldurulması.....	32
3.5. Kök Kanallarının Boşaltılması.....	34
3.6. Son Yıkama İşlemleri.....	35
3.7. Steromikroskop ile Değerlendirme.....	38
3.8. İstatistiksel Analiz.....	41
4. BULGULAR.....	42
5. TARTIŞMA.....	49
6. SONUÇ	61
7. KAYNAKLAR.....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	92

SİMGELER VE KISALTMALAR

ark.	Arkadaşları
BT	Bilgisayarlı Tomografi
ÇB	Çalışma Boyutu
°C	Santigrat Derece
<i>C. albicans</i>	<i>Candida Albicans</i>
cm	Santimetre
dk	Dakika
EA	EndoActivator
EDTA	Etilen diamin tetra asetik asit
<i>E. faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
Er,Cr:YSGG	Erbiyum, kromiyum: yitriyum skandiyum galyum garnet
Er:YAG	Erbiyum: yitriyum aliminyum garnet
G	Gauge
gr	Gram
Gİİ	Geleneksel iğne irrigasyonu
GP	Güta-perka
KH	Klorheksidin
KIBT	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
LAİ	Lazer aktive irrigasyon
MDT	Master Delivery Tip

mL	Mililitre
mm	Milimetre
μ -BT	Mikro-Bilgisayarlı Tomografi
μ s	Mikro-saniye
NaOCl	Sodyum hipoklorit
nolu	Numaralı
PIPS	Photon-initiated Photoacoustic Streaming
PTN	ProTaper Next
PTUR	Protaper Universal Retreatment
PUI	Pasif ultrasonik irrigasyon
SAF	Self Adjusting File
SF	Serum fizyolojik
TEM	Taramalı elektron mikroskobu
<i>T. forsythensis</i>	<i>Tanneralla forsythensis</i>
XP	XP-endo Finisher

RESİMLER

- Resim 3.1.** Çalışmamızda kullanılan dişlerin hazırlık aşaması.
- Resim 3.2.** (A) Dişlerin preparasyonunda kullanılan VDW Silver endomotoru, (B) Kanal preparasyonu.
- Resim 3.3.** (A,B) Calamus Dual 3D Obturation System ile apikal bölgenin GP ile doldurulması, (C) Calamus Dual 3D Obturation System ile koronal 2/3'lük kısmın akışkan GP ile doldurulması.
- Resim 3.4.** Kanal dolgusu tamamlanmış örneğin radyografisi.
- Resim 3.5.** Gİİ yönteminin uygulanması.
- Resim 3.6.** EA yıkama solüsyonu aktivasyon yönteminin uygulanması.
- Resim 3.7.** PUİ yıkama solüsyonu aktivasyon yönteminin uygulanması.
- Resim 3.8.** XP eğesinin; (A) M-fazı, (B) A-fazı, (C) XP yıkama solüsyonu aktivasyon yönteminin uygulanması.
- Resim 3.9.** (A) LAİ yıkama solüsyonu aktivasyon yönteminin uygulanması, (B) Çalışmada kullanılan RFPT5 uç.
- Resim 3.10.** Image J programı ile kanal ve artık dolgu maddesi sınırlarının işaretlendiği örnek.
- Resim 3.11.** Diş örneklerinin TEM kaplama cihazında altın-palladyum ile kaplanması.
- Resim 4.1.** Gİİ ile yapılan son yıkama sonrası kök kanalının TEM görüntüleri [(A) Koronal bölge X2000, (B) Koronal bölge X5000, (C) Orta bölge X2000, (D) Orta bölge X5000, (E) Apikal Bölge X2000, (F) Apikal bölge X5000)].
- Resim 4.2.** EA aktivasyon yöntemi ile yapılan son yıkama sonrası kök kanalının TEM görüntüleri [(A) Koronal bölge X2000, (B) Koronal bölge X5000, (C) Orta bölge X2000, (D) Orta bölge X5000, (E) Apikal Bölge X2000, (F) Apikal bölge X5000)].
- Resim 4.3.** PUİ aktivasyon yöntemi ile yapılan son yıkama sonrası kök kanalının TEM görüntüleri [(A) Koronal bölge X2000, (B) Koronal bölge X5000, (C) Orta bölge X2000, (D) Orta bölge X5000, (E) Apikal Bölge X2000, (F) Apikal bölge X5000)].
- Resim 4.4.** XP aktivasyon yöntemi ile yapılan son yıkama sonrası kök kanalının TEM görüntüleri [(A) Koronal bölge X2000, (B) Koronal bölge X5000,

(C) Orta bölge X2000, (D) Orta bölge X5000, (E) Apikal Bölge X2000, (F) Apikal bölge X5000)].

Resim 4.5. LAİ yöntemi ile yapılan son yıkama sonrası kök kanalının TEM görüntüleri [(A) Koronal bölge X2000, (B) Koronal bölge X5000, (C) Orta bölge X2000, (D) Orta bölge X5000, (E) Apikal Bölge X2000, (F) Apikal bölge X5000)].



TABLÖLAR

Tablo 4.1. Kalan artık dolgu maddelerinin oranları.



1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisi sonrasında enfeksiyonun devam etmesi ya da yenilenmesi durumunda ilk tercih geleneksel endodontik tekrarlayan tedavidir (1). Endodontik tekrarlayan tedavilerde, periapikal dokuların sağlık ve bütünlüğünün sağlanması ve devam ettirilmesi için önceki kök kanal dolgu materyalinin (pat ve GP) tamamen uzaklaştırılması ve kök kanal sisteminin yeniden şekillendirilmesi, temizlenmesi, dezenfeksiyonu ve kanal dolgusunu kolaylaştırmak için gerekli yolun oluşturulması amaçlanmaktadır (2). Başarısız olan endodontik tedavi sonucunda hastaya endodontik tekrarlayan tedavi, apikal cerrahi, planlanmış reimplantasyon veya dişin çekimi gibi tedavi seçenekleri sunulmaktadır.

Dolgu materyalini kaldırmak için paslanmaz çelik el eğeleri, NiTi döner eğeleri ve kimyasal çözücüler kullanılmaktadır. Güncel temizleme ve şekillendirme teknikleri kullanıldığında bile kök kanalları içerisinde dolgu materyalinin tamamen temizlenemediğini görülmüştür (3-5). Enfekte kök kanal dolgu materyalinin kalıntıları kullanılan mekanik ve kimyasal yöntemlerin temizleme ve dezenfeksiyon etkinliğini riske atmaktadır. Kalan dolgu artıkları ile beraber kök kanal sisteminde ege sistemleri ile temizlenmesi zor olan istmus, anastomoz ve lateral kanal gibi anatomik yapılar da hekimlerin işini zorlaştırmaktadır (6).

Günümüzde gelişen teknoloji ile beraber hekimlerin mekanik kanal preparasyonunda harcadığı zaman giderek azalmış ve başarı oranı da artmıştır (7, 8). Mekanik preparasyon süresinin azalması ilgiyi kök kanallarının kimyasal dezenfeksiyonuna kaydırmıştır. Yaygın olarak kullanılsa da kök kanallarının iğne ile yıkanması istenilen dezenfeksiyon etkisini sağlayamamaktadır. Kök kanal sisteminin kompleks yapısı bilgisiyle beraber araştırmacılar yıkama solüsyonlarının kanal sisteminin her bölgesine ulaşmasını amaçlayarak çeşitli yıkama solüsyonu aktivasyon yöntemlerini kullanmayı önermektedirler (9).

Daha önce debris ve kanal içi ilaçların kaldırılmasında etkili oldukları çalışmalarda (10-12) gösterilmiş olan bu yıkama solüsyonu aktivasyon yöntemlerinin endodontik tekrarlayan tedavi sonrasında dolgu materyalinin kaldırılmasında geleneksel

yöntemlere göre daha etkili olacağını ve başarısızlık oranlarının azalacağını düşünmekteyiz.

Bu çalışmanın amacı, tekrarlayan kök kanal tedavilerinde kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında; EA, PUI, XP, LAI yıkama solüsyonu aktivasyon yöntemlerinin etkinliğini karşılaştırmaktır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tekrarlayan Kök Kanal Tedavisi

Apikal ya da koronal yönden sızıntı nedeniyle yeniden enfekte olan ya da yetersiz yapılmış kanal tedavisi sonrasında kök kanallarının boşaltılıp yeniden doldurulması işlemine 'retreatment' denir (13).

Tekrarlayan tedavinin amacı, kanal dolgusunun tamamının kök kanalından uzaklaştırılıp, kök kanalının etkili bir şekilde temizlenmesi, şekillendirilmesi ve yeniden ideal bir şekilde doldurulmasıdır (14). Daha önceki kanal dolgusuna ait tüm GP ve patın uzaklaştırılması; kalan nekrotik doku ve bakterileri örtmeleri ve bu doku ve bakterilerin periapikal lezyon gelişimine neden olabilmeleri nedeniyle önemlidir (15).

2.2. Endodontik Tedavinin Başarısının Değerlendirilmesi

Endodontik tedavinin başarısı histolojik, radyografik ve klinik açıdan bulguların bir arada değerlendirilmesiyle ortaya konabilir (16).

Klinik Yönden Başarısızlık Kriterleri: Tekrarlayan fistül ve şişlik oluşumu, spontan ağrı, palpasyon ve perküsyon hassasiyeti, dişte fonksiyon kaybı ve aşırı mobilite ve ilerleyen periodontal yıkım olarak değerlendirilebilir.

Radyografik Yönden Başarısızlık Kriterleri: Lamina duranın kaybı ve periodontal aralığın genişlemesi, rezorpsiyon varlığı veya tedavi öncesinde mevcut olan periapikal lezyonun genişlemesi radyolojik olarak başarısızlığı gösterir.

Histolojik Yönden Başarısızlık Kriterleri: Şiddetli iltihabın granülasyon dokusu ve epitelyal proliferasyonun devam etmesi, sement rezorpsiyonunun devam etmesi ve kemik oluşumundaki eksiklik başarısızlık kriterleridir. Bununla birlikte histolojik değerlendirme çoğu zaman yapılamamakta ve bu başarı değerlendirmesi ortaya konulamamaktadır (17).

2.3. Kanal Tedavisinde Başarısızlığa Neden Olan Faktörler

Kök kanal tedavisi sonrasında meydana gelen başarısızlık nedenleri farklı aşamalarda değerlendirilebilir.

Tedavi Öncesi Başarısızlık Nedenleri: Radyografik incelemede kök kanal sisteminin tam olarak incelenmemesi ve pulpa anatomisi bilgisi eksikliği vakanın eksik ya da hatalı değerlendirilmesi ile sonuçlanmaktadır. Hatalı teşhisle birlikte, hatalı tedavi planlaması ve kötü prognozlu dişlerin tedavisi kök kanal tedavisinde başarısızlığa neden olmaktadır. Kron ya da kök kırıkları erken dönemde teşhis edilememekte ya da yanlış teşhis edilmektedir. Bütün bunlarla beraber dişin stratejik önemi ve hastanın uyum derecesinin de doğru değerlendirilmesi gerekir (18, 19).

Tedavi Sırasındaki Başarısızlık Nedenleri: Tedavi sırasında kök kanallarının endodontik prensiplere uygun olmayacak şekilde şekillendirilmesi ve doldurulması ve beraberinde uygun koronal restorasyonun yapılmaması başarısızlığa neden olmaktadır (20, 21). Endodontik giriş kavitesinin yetersiz genişlikte hazırlanması bazı kanalların gözden kaçmasına, kanalların yetersiz şekillendirilip temizlenmesine, kanalda alet kırıkları meydana gelmesine neden olmaktadır (13, 20, 22). Giriş kavitesinin aşırı genişlikte hazırlanması ise mine ve dentin dokusundaki aşırı kayıp nedeniyle dişin zayıflamasına ve buna bağlı olarak dişte kırık meydana gelmesine ya da pulpa odasında perforasyonlara neden olabilmektedir. Çalışma boyunca bağlı kalmadan yapılan mekanik preparasyonlar neticesinde taşkın veya eksik kanal dolguları yapılmaktadır (13, 21). Kanal şekli göz önünde bulundurulmadan yapılan mekanik preparasyonlarda basamak, zip, elbow, strip perforasyon gibi iyatrojenik hatalar meydana gelebilmektedir (19). Mekanik preparasyonun yetersiz yapılması sonucunda kök kanal sisteminde kalan mikroorganizmalar ve artık pulpa dokusu, kök kanal sistemi dezenfeksiyonunun yetersiz yapılması, tedavisi yapılan dişte izolasyon şartlarının yerine getirilmemesi periapikal doku iltihabına neden olmaktadır (19).

Kök kanal tedavisinin başarısızlığında en önemli etkenlerden bir tanesi de koronal ve apikal mikro sızıntıdır. Üst restorasyonun, koronal ve apikal tıkanmanın yetersiz olması sonucu meydana gelen mikro sızıntı nedeniyle kök kanal sistemi yeniden enfekte olmakta veya kanal içerisinde kalan mikroorganizmalara besin sağlanmakta

ve yeniden çoğalmalarıyla periapikal doku hastalıkları meydana gelmektedir (23). Kanal tedavisi uygulanmamış dişlerin enfekte kök kanalları genelde polimikrobiyal, baskın anaerobik flora içermekte iken enfekte ve daha önce doldurulmuş dişlerden elde edilen kültürler bir kaç veya sadece tek bir türden oluşmaktadır (24). Periapikal lezyonlu dişlerde en sık *E. faecalis* ardından *Streptococcus* türleri ve *T. forsythensis* bulunmuştur (25). *E. faecalis* anaerob gram pozitif bir bakteridir ve 10 °C ile 45 °C arasında yaşayabilir. Dentine bağlanmayı kolaylaştıran enzimleri ve genetik yapıları sayesinde dentin tübüllerinde yaşayabilir ve dentin tübülleri içerisinde 400-1000 µm ilerleyebilirler. Uygun besi ortamı oluşana kadar uzun süre açlığa dayanabilme ve serum proteinlerini besin kaynağı olarak kullanabilme yeteneğine sahiptir. Ayrıca, konak hücrelere bağlanabilme yetenekleri ile 12 ay ek besin olmadan canlılıklarını sürdürebilirler (26). *E. faecalis* ısı, hidrojen peroksit, hiperosmolarite, asidite ve alkalitenin öldürücü düzeylerine diğer mikroorganizmalara oranla daha az hassasiyet göstermektedir (27). Bakterilerin yanı sıra mantar türleri de özellikle *C. albicans* inatçı endodontik enfeksiyonlarda sıklıkla bulunmakta ve de inatçı lezyonlardan sorumlu olabilmektedir (28).

2.4. Başarısız Endodontik Tedavi Vakalarında Tedavi Yaklaşımları

Başarısız endodontik tedavi sonrasında uygulanan tedavi yaklaşımları dişin çekilmesi, cerrahisiz kanal tedavisinin tekrarlanması ya da cerrahi ile beraber kanal tedavisinin yenilenmesidir.

Dişin çekilmesi genelde tercih edilen bir seçenek olarak görülür. Diş çekiminin ardından hastaya sabit parsiyel protez, hareketli parsiyel protez veya implant tedavisi önerilir. Dişin ağızda tutulmasına karar verildiğinde kök kanal tedavisinin tekrarı, apikal rezeksiyon, kasti replantasyon, hemiseksiyon ve kök amputasyonu gibi tedavi yaklaşımları uygulanabilir (29, 30).

Hekimler arasında tedavi yaklaşımları konusunda tam bir görüş birliği bulunmamaktadır. Bazı klinisyenler kök kanal tedavisinin yenilenmesini önerirken (31) bazıları cerrahi yöntemleri ileri sürmektedir (32), daha radikal yaklaşım diş çekip implant yapılmasını önerenlerde (33) bulunmaktadır. Sonuç olarak klinisyenin

kararında hekimin bilgisi, tecrübesi, hastanın beklentisi ve teşhis belirleyici olmaktadır.

Son zamanlarda selektif kök kanal tedavisi olarak adlandırılan bir yaklaşım söz konusudur. Bu yaklaşımda özellikle gelişen üç boyutlu görüntüleme yöntemleri oldukça kolaylık sağlamaktadır. klinisyen özellikle çok köklü dişlerde dişi bir bütün olarak değil kökleri ayrı ayrı değerlendirmektedir ve periapikal lezyonun tespit edildiği kökü ya da gözden kaçmış kanalı tespit etmekte ve sadece bu kökün ya da kanalın kök kanal tedavisini yapmaktadır (34).

2,5. Tekrarlayan Tedavilerde Başarı Oranı

Tekrarlayan tedavilerin başarısında ilk tedavi sırasında oluşturulan iyatrojenik hataların oldukça önemli etkileri olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar (35) kök kanal yapısının ilk halinin korunduğu vakalarda başarı oranının %86,8, orijinal formu zarar görenlerde ise %47 olduğunu bildirmişlerdir. Tekrarlayan kanal tedavilerinin başarı oranının ilk yapılan kanal tedavilerinin başarı oranına göre daha düşük olduğu gösterilmiştir (36). Sjögren ve ark. (37) 8-10 yıllık gözlemlerinde tekrarlayan kök kanal tedavisi sonucunda %62 oranında bir başarı elde edilebileceğini göstermiştir. Torabinejad ve ark. (38) cerrahi olmayan tekrarlayan endodontik tedavi ile endodontik cerrahi yöntemlerinin klinik ve radyografik sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında; endodontik cerrahinin başlangıç başarı oranı daha yüksekken uzun dönem iyileşme sonuçlarında cerrahi olmayan tekrarlayan tedavi daha başarılı bulunmuştur. Kvist ve ark. (39) yapmış oldukları epidemiyolojik bir çalışmada tekrarlayan kök kanal tedavisi ile cerrahi olarak tedavi edilen dişlerin başarı oranlarını karşılaştırmış ve tedavi yaklaşımları arasında istatistiksel bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. Cerrahi işlem sonrasında post operatif rahatsızlıklar, sağlıklı oral dokuların travmatize edilmesi ve cerrahi sonrası komplikasyonlar hastaların cerrahi olmayan tekrarlayan kök kanal tedavi işlemini tercih etmelerine neden olmaktadır (40, 41).

Çalışkan, (42) kanal tedavisinin başarısız olduğu 75 periapikal lezyonlu dişte kalsiyum hidroksit pansumanı ile tekrarlayan kanal tedavisi uygulamış ve 2-8 yıl boyunca takip etmiştir. Sonuç olarak lezyon büyüklüğü 5 mm'den küçük olanlarda

%80,5, lezyonun 5 mm'den büyük olan hastalarda %73 oranında iyileşme olduğunu belirlemiştir.

Tedavi seçenekleri konusunda özellikle implant tedavisi genel olarak hastalar ve klinisyenler tarafından tercih edilmektedir (43, 44). İmplantın başarısı genel olarak ağızda fonksiyon görmesiyle değerlendirilmektedir. Kök kanal tedavisi ve implantın başarı kriterlerindeki farka cevap olarak Iqbal & Kim, (45) kök kanal tedavili dişin ya da implantın ağızda bulunmasının başarı olarak değerlendirilmesine sınırlama getirmektedir. Endodontik tedavili dişlerle implantların klinik semptomları ve fonksiyonları göz önüne alınarak 8 yıllık takiplerinde benzer başarı oranı olduğu rapor edilmiştir. Ancak, implant kaybedildiğinde aynı bölgeye yeni bir implant yerleştirilemezken; kanal tedavili bir diş kaybedildiğinde cerrahi teknikler uygulanabilir ya da aynı bölgeye implant tedavisi yapılabilir (46).

Bazı durumlarda prensiplere bağlı kalınsa bile başarısızlık görülebildiği gibi tedavi kurallarına uyulmadığı durumlarda da başarılı sonuçlar alınabilmektedir. Endodontik tedavinin başarı ve başarısızlığında kişisel immüitenin rolü büyüktür (36).

2.6. Cerrahi Olmayan Endodontik Tedavi

2.6.1. Koronal Giriş

Tekrarlayan kök kanal tedavisi planlanan bir dişte dokunulmamış kanalların saptanması, mevcut kanal dolgusunun uzaklaştırılması, diş yapısındaki çatlak ve kırıkların tespiti için amalgam, rezin, cam iyonomer dolgular veya protetik restorasyonların uzaklaştırılması gerekir (47). Klinik ve radyografik olarak incelendiğinde mevcut restorasyon yeterli ise asepsiyi sağlamak amacıyla korunabilir (47). Giriş preparasyonunda amaç diş yapılarını mümkün olduğunca çok koruyarak kök kanal sistemine düz bir giriş sağlamaktır. İdeal giriş preparasyonunda giriş kavitesi duvarları kanal eğelerinin kanala direkt girişine izin vermelidir. Bu durum, diş tamamen sağlam olduğunda ve pulpa odası mevcut olduğunda kanalların tespitinde kolaylık sağlamaktadır. Ne yazık ki endodontik tekrarlayan tedavi gerekli olduğunda diş yapısı çoğu zaman değiştirilmiş durumdadır ve çoğunlukla da dişin orijinal anatomisini yansıtmamaktadır (48).

Mevcut restorasyon ile ilişkili bir defekt veya bir çürük varsa ya da tedavi planı yeni bir kronu gerektiriyorsa eski restorasyon uzaklaştırılır. Kronların konservatif olarak uzaklaştırılabilmesi için pek çok alet geliştirilmiştir. K.Y. Pliers, Wynman Kron Yakalayıcı, Bridge Remover, Pneumatik Kron ve Köprü Çıkarıcı ve Coronafleks, ATD Otomatik Kron ve Köprü Sökücü bunlardan bazılarıdır.

Postun Uzaklaştırılması: Kanal tedavili dişlerin büyük çoğunluğunda post bulunmaktadır. Tekrarlayan tedavilerde kök kanal sisteminin temizlenmesi için mevcut postun uzaklaştırılması gerekir. Postun uzaklaştırılmasında postun türü, çapı, uzunluğu, kullanılan yapıştırma simanı dikkate alınarak bir yaklaşımda bulunulur. Öncelikle posta bitişik restoratif materyaller uzaklaştırılarak post tam anlamıyla açığa çıkarılmalıdır. Postun tutuculuğunun azaltılması, post ile dentin arasındaki simanın uzaklaştırılması için ultrasonik uçlar kullanılır (49). Ultrasonik enerjinin güçlü vibrasyon etkisi ile post kendiliğinden çıkabilir ya da postun tutuculuğu azaltılarak Gonon Post Uzaklaştırma sistemi, Thomas Screw Post uzaklaştırma kiti, Ruddle Post Uzaklaştırma sistemi, JS Post Extractor, Post Puller gibi post uzaklaştırma kitleri ile uzaklaştırılabilir (50-52). Son zamanlarda daha estetik sonuçlar elde edilmesini sağlamak amacıyla seramik, zirkonyum, fiberle güçlendirilmiş postlar kullanılmaktadır. Seramik ve zirkonyum postların sökülmesi genelde mümkün değildir (53). Ultrasonik uçlar ve post uzaklaştırma kitleri fiber postun uzaklaştırılmasını sağlayamaz. Bazı üreticilerin post kitlerinde post sökme frezleri bulunmaktadır. GyroTip adlı yeni bir frez fiberle kuvvetlendirilmiş kompozit postların sökülmesi için tasarlanmıştır.

2.6.2. GP'nin Kök Kanallarından Uzaklaştırılması

Kök kanal dolgusu için kanal patı ile beraber GP'nin kullanımı en yaygın yöntemdir (54). GP kullanımının en önemli avantajlarından birisi de kök kanalından daha kolay sökülmesidir. GP kök kanalından korondan apikale doğru uzaklaştırılır.

Kullanılan kanal dolgu tekniği, kanal patı, kök kanal sisteminin anatomisi, kompaksiyon kalitesi, basamak varlığı gibi durumlar GP'nin kanaldan uzaklaştırılmasını etkileyen faktörlerdir (55).

GP kök kanalından el aletleri, ultrasonikler, ısıtılmış aletler, kimyasal çözücüler, NiTi döner eğeler ve lazer yardımıyla uzaklaştırılabilir (25, 47, 55, 56).

2.6.2.1. GP'nin El Aletleri ile Kök Kanalından Uzaklaştırılması

Kondenzasyonu zayıf olan kanallarda GP'nin uzaklaştırılmasında K ve H-tipi kanal eğeleri kullanılabilir. Bu teknikte GP, bir K veya H tipi eğe ile *'by-pass'* edilmeye çalışılır. H-tipi eğeler çekme hareketiyle kesmeyi sağlarlar bu nedenle GP'nin çekilip çıkarılmasında daha rahat kullanılırlar. Taşkın doldurulmuş zayıf kondanse edilmiş kanal dolguları ya da taşkın tek kon GP'da bu yöntemle çıkarılabilir (56). Bu yöntem iyi kondanse edilmiş dişlerde zaman alıcı bir tekniktir. Meydana gelebilecek alet kırıklarına ve perforasyonlara dikkat edilmelidir (55).

2.6.2.2. GP'nin Ultrasonik Aletler ile Kök Kanalından Uzaklaştırılması

Bu teknikte ultrasonik enerjinin vibrasyon ve beraberinde oluşan ısı etkisiyle GP yumuşar ve serbestleştirilir. Böylece GP'nin yukarı doğru yükselerek uzaklaşması sağlanır. GP'nin uzaklaştırılması için özel olarak tasarlanmış ultrasonik uçlar mevcuttur (55).

2.6.2.3. GP'nin Isı ile Kök Kanalından Uzaklaştırılması

Bu teknikte düz sond, spreader veya benzer bir alet ısıtılarak GP kitlesi içerisine sokulur ve GP'nin yumuşatılması sağlanır. Daha sonra yumuşamış GP içerisine 35, 40 nolu H-tipi eğeler ile vidalama hareketi yapılır ve çekme hareketiyle birlikte GP eğenin yivleri arasında çıkartılır (57, 58). Bu yöntemin dezavantajı ısıtılan aletin ısı kaynağından uzaklaştırıldığında hemen soğumaya başlamasıdır.

Bu yöntemden başka GP'yi ısıtmak ve yumuşatmak için bir güç (Touch-N-Heat veya Sistem B gibi) yardımıyla ısıtılan özel aletler kullanılabilir (59). Kanal duvarına temas etmeyecek büyüklükte plugger kullanılarak ısı dolgu maddesine iletilir. Bu şekilde ısı transferi daha etkili, kolay ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirilir. Plugger koronal bölgeye yerleştirilir ardından ısıtma cihazı aktive edilerek plugger GP içerisinde ilerletilir, bir süre pluggerin soğuması beklenir, soğuduktan sonra kanaldan

çıkartılır. Bu şekilde kanal içerisinde ilerlenerek GP kanaldan uzaklaştırılır (60). Dolgu maddesi uzaklaştırılana kadar aynı işleme devam edilir. Bu uygulamada dikkat edilmesi gereken nokta periodontal ligamente zarar verecek dereceyi aşmamaktır. İşlem kısa sürelerle gerçekleştirilmelidir (61, 62).

2.6.2.4. GP'nın NiTi Döner Eğeler ile Kök Kanalından Uzaklaştırılması

Güncel endodonti pratiğinde GP'yı uzaklaştırmada NiTi esaslı döner eğelerin el eğelerine göre uygulama kolaylığı sağlaması, karşılaştırılabilir sonuçlar vermesi, iyatrojenik hatalara daha az neden olmaları nedeniyle kullanımları tercih edilmektedir (63).

Sadece GP'nın çıkarılması amacıyla üretilmiş kanal eğeleri piyasaya sürülmüştür. Hızları, etkinlikleri ve güvenilirlikleri nedeniyle NiTi esaslı döner eğelerin GP'nin uzaklaştırılmasında kullanımları önerilmektedir (64, 65).

2.6.2.4.1. PTUR Eğeleri (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre)

Sadece GP'nin kök kanalından uzaklaştırılması amacıyla tasarlanmış NiTi esaslı döner ege sistemlerinden birisi "*ProTaper Universal Retreatment*" sistemidir.

PTUR sistemi 3 aletten oluşmaktadır;

D1, başlangıç egesi olup sap kısmında tek bir beyaz halkaya sahiptir. .09 koniklik açısına sahiptir, boyu 16 mm'dir ve 30 nolu egedir. Koronal 1/3'lük kısmı boşaltmak üzere kullanılmaktadır ve uç kısmı dolgu maddesine kolayca girebilmesi için aktif olarak tasarlanmıştır.

D2, .08 koniklik açısına sahip 18 mm uzunluğunda 25 nolu egedir. Sap kısmında iki beyaz halkaya sahiptir ve orta 1/3'lük kısmı boşaltmak üzere kullanılmaktadır. Kanal transportasyonunu önlemek ve kanal takibini sağlamak için aletin uç kısmı yuvarlatılmıştır.

D3, sap kısmında üç beyaz halkaya sahiptir ve .07 koniklik açısına sahip 22 mm uzunluğunda 20 nolu eğedir. Apikal 1/3'lük kısmı boşaltmak üzere kullanılmaktadır ve eğenin uç kısmı kanalı kolayca takip edebilmesi için yuvarlatılmıştır.

GP, Thermafill ve ProTaper konlar ile doldurulmuş kanallar için eğelerin 500-700 devir/dk; kanal patının çıkarılması için 300 devir/dk kullanılması önerilmektedir. Lateral yönde hafif kuvvetlerle fırçalama hareketi ve apikal yönde hafif basınçla çalışılması önerilmektedir (66). Tekrarlayan tedaviler esnasında aletlerin sık sık kanaldan çıkarılarak, bıçaklarının arasındaki dolgu maddesi artıklarının ve debrisin temizlenmesi önerilmektedir (67).

2.6.2.4.2. R-Endo (Micro-Mega, Besançon, Fransa)

R-Endo altı eğeden oluşan bir sistemdir. Bu eğelerden bir tanesi el eğesi beş tanesi döner eğedir.

Rm, paslanmaz çelikten yapılmış 25 nolu .04 konikliğe sahip bir el eğesidir. Aktif bölge 12 mm'dir. Baskı ile çeyrek tur döndürülerek kullanılır ve dolgu maddesinin sert tabakası delinir. Böylece diğer eğelerin merkezde kalarak ilerlemelerine yardımcı olur.

Re, .12 koniklik açısına sahip 25 nolu NiTi döner eğedir. Kesici kısmı 10 mm olup kanal giriş kavitesinin duvarlarını düzleştirmek amacıyla kullanılır. Sarkık dentini kaldırır. Girişi genişleterek çözücünün etkinliğini artırır ve kanal girişindeki kısıtlamaları uzaklaştırır. Basınç uygulamadan, dirençle karşılaşmaya kadar 300-400 devir/dk'da pulpa odasının 1-3 mm altına kadar kullanılır. Çevresel eğeleme yapar.

R1, .08 koniklik açısına sahip, 25 nolu NiTi döner eğedir. Aktif kısmı 8 mm'dir ve koronal 1/3'lük kısımdaki dolgu maddesinin kaldırılması için kullanılır. İleri geri hareketlerle kullanılır bir sonra kullanılacak eğeye hazırlık yapar.

R2, .06 koniklik açısına sahip, 25 nolu NiTi döner eğedir. Aktif kısmı 12 mm'dir. Orta 1/3'lük kısımdaki dolgu maddesinin kaldırılması için kullanılır. Apikale doğru

ileri geri hareketlerle bir sonraki alet için kanalda şekillendirme yapar. Orta 1/3'lük kısımda kullanılmalı apikal bölgede kullanılmamalıdır.

R3, .04 koniklik açısına sahip, 25 nolu NiTi döner eğedir. Aktif kısmı 16 mm'dir. Apikal 1/3'lik kısımdaki dolgu maddesinin kaldırılması ve apikal bölgenin şekillendirilmesi için ileri geri hareketle çalışma boyunda kullanılır.

RS, opsiyonel olarak kullanılabilen bitirici eğedir. Koniklik açısı .04 olup 30 nolu NiTi eğedir. Aktif kısmı 12 mm'dir. Kök kanalında sapmalara ve perforasyona neden olmamak için uç kısımları aktif değildir. Eğelerin kesitleri eşkenar üçgen şeklindedir ve radyal alan yoktur (68).

2.6.2.4.3. Mtwo Retreatment Eğeleri (VDW, Münih, Almanya)

Mtwo Retreatment kanal eğeleri, özel olarak kanal dolgusunun çıkarılması için üretilmiştir. Sabit sarmal açı ve aktif ucu ile kanal eğesi basınç uygulamadan GP içinde kolayca ilerler. Kanaldaki GP'yi çıkarmak için hafif basınç ile kanal duvarlarına sürterek uygulanır. Bu kanal eğesi ile Thermafill gibi kanal dolgu maddelerinin çıkarılması mümkündür.

İki çeşit kanal aleti mevcuttur;

Mtwo R1, .05 koniklik açısına sahip 15 nolu kanal eğesidir. Dar kanallarda kullanılır.

Mtwo R2, .05 koniklik açısına sahip 25 nolu kanal eğesidir. Orta ve geniş kanallarda kullanılır.

Eğе uzunluğu 21 mm aktif çalışan kısım 16mm'dir. Kesici uca sahiptir.(69) Bu eğeler için üreticinin tavsiye ettiği dakikadaki devir sayısı 600 devir/dk'dır (66).

2.6.2.4.4. D-RaCe (FKH, Dentaire Sa, La Chaux-de-Fonds-, İsviçre)

GP, taşıyıcı esaslı kanal dolgu maddeleri, simanlar ve rezin bazlı kanal dolgu maddelerinin kanaldan çıkarılması amacıyla “Desobturation RaCe” kanal eğesi üretilmiştir.

Sistem 2 kanal eğesinden oluşmaktadır;

DR1, .10 koniklik açısına sahip, ucu aktif, 30 nolu kanal eğesidir. Eğe 15 mm uzunluğundadır ve 8 mm’lik kısmı aktiftir. Koronal bölge 1/3’lük kısımda, 1000 rpm hız ile 1.5 Ncm tork uygulanarak kullanılması önerilmiştir.

DR2, .04 koniklik açısına sahip, ucu aktif olmayan 25 nolu kanal eğesidir. Eğe 25 mm uzunluğundadır ve 16 mm’lik kısmı aktiftir. Kanalın orta ve apikal 1/3’lük kısmında, 600 rpm hız ile 0.7 Ncm tork uygulanarak kullanılması önerilmektedir (70).

2.6.2.5. GP’nin Kimyasal Çözücülerle Kök Kanalından Uzaklaştırılması

GP’nin yumuşatılmasında ve kaldırılmasında yardımcı olması için GP çözücülerin kullanılması yıllardır önerilmektedir (55). Kloroform, metil kloroform, ökaliptol, turpentin yağı, ksilen/ksilol, halotan, portakal yağı gibi çeşitli kimyasal çözücüler kullanılmaktadır.

Bu ajanlar GP’nin uzaklaştırılmasını sağlamaz sadece yumuşatırlar. Toksik özellikleri açısından periapikal dokulara taşırılmamasına dikkat edilmelidir (71). Çözücüler kanal dolgusu yoğun dişlerde ve eğimli kanallarda çalışma boyunca gidilemediğinde ya da bir tıkanma oluştuğunda işlemi kolaylaştırır (55).

Kloroform: en sık kullanılan, hızlı sonuç veren bir çözücüdür (72). Kansorejen etkisi nedeniyle klinik kullanımı uzun yıllardır tartışılmıştır (73, 74). Tüm GP markaları için en etkili çözücü olduğu bildirilmiştir (75, 76). Tedavi esnasında kullanılan miktarın hastaya zararlı etkileri olmadığı yönünde ancak diş hekimi ve personele tekrarlayan etkisi nedeniyle zarar verebileceği çalışmalarda ifade edilmiştir (77, 78).

Metil kloroform: Toksik özellikleri kloroforma göre daha düşük ve kloroforma en iyi alternatif çözücüdür. Çözücü etkisi kloroforma göre daha düşüktür, ksilen ve ökaliptolden yüksektir (55).

Ksilen: Çözücü etkisi kloroforma göre düşüktür ve yavaş etki gösterir (79). Periapikal dokular için toksiktir ve kanserojen özellik göstermez (74).

Ökaliptol: Antibakteriyal ve antienflamatuar etkili fakat aynı zamanda toksiktir. Çözücü etkisi zayıftır ancak ısıtıldığında etkinliği artmaktadır (80).

Turpentin: Çözücülüğü zayıf toksik etkisi yüksektir (71).

Portakal yağı: Esansiyel yağ olarak çinko oksit ve öjenol patından üretilmiştir. Yapılan çalışmalarda ksilen ile benzer sonuçlar verdiği (81) ve çözücü olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir (82).

Kimyasal çözücülerin etkisiyle yumuşatılan GP el eğeleri ya da döner eğelerle kanaldan uzaklaştırılabilir. Çözücünün kullanılması için öncelikle bir rezervuar alanının oluşturulması gerekir. Bu nedenle koronaldeki GP Gates-Glidden frezler ya da döner eğeler ile uzaklaştırılır ve çözücü eklenir. Çözücü birkaç dakika bekletildikten sonra GP yumuşar. GP 30 nolu H-tipi ya da K-tipi ege ile korondan uzaklaştırılmaya başlanır ve apikale ilerledikçe ege boyutu küçültülerek çalışma uzunluğuna ulaşılır. Çalışma boyutu belirlendikten sonra apikal preparasyon tamamlanır ve GP artıkları gelmeye dek preparasyona devam edilir. Çalışma boyuna ulaşıldığında çözücü kullanımı bırakılmalıdır. Çözücü ve yumuşamış GP artıklarının periapektsten taşması şiddetli ağrılara neden olabilir (56).

Karataş ve ark. (83) yaptıkları bir çalışmada kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında kloroform, portakal yağı ve ökaliptol kullanımının kanal transportasyonuna etkilerini KIBT görüntüleme ile değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucuna göre kloroform kontrol grubu ve diğer gruplara göre en fazla apikal transportasyona neden olan kimyasal çözücü olmuştur. Portakal yağı, ökaliptol ve kontrol grubu arasında fark gözlenmemiştir. Rotstein ve ark. (84) kloroform, ksilen ve halotanın mine ve dentin sertliği üzerine önemli derecede yumuşatıcı etkileri olduğunu rapor etmişlerdir.

Benzer şekilde Erdemir ve ark. (85) GP çözücülerinin kök dentininin mineral içeriğine önemli etkileri olduğunu rapor etmişlerdir.

Kaufman ve ark. (86) çözücülerin dentin yüzeyinin kimyasal kompozisyonunu değiştirebileceğini bu nedenle restoratif materyallerin dentine bağlanma dayanımını etkileyebileceğini rapor etmiştir. Demirbuğa ve ark. (87), ise kloroform, ökaliptol ve portakal yağının çeşitli adeziv rezinlerin bağlanma dayanımına etkilerini araştırdıkları çalışmalarında bağlanma dayanımını en olumsuz kloroformun etkilediği, ökaliptolün bağlanma dayanımını azalttığı ve portakal yağının herhangi bir etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır. Endodontik tedavili dişlerde koronal sızdırmazlığın önemi göz önüne alındığında zaten çürük, restoratif işlemler, yıkama solüsyonlarının dentin üzerindeki kümülatif etkilerine ilave olabilecek kimyasal çözücülerin kullanımına ayrıca dikkat edilmelidir.

2.8. Kök Kanallarında İrrigasyonun Önemi

Endodontik tedavi sırasında el aletleri ya da döner eğelerle yapılan mekanik debridman kök kanalını mikroorganizmalardan tek başına temizleyememektedir (88). Bu durumun temel olarak birinci sebebi eğelerin kök kanal sisteminin karmaşık yapısına tamamen ulaşamamasıdır (89). İkinci bir sebebi ise bu ulaşamayan bölgelerdeki kolayca bozulmayan kompleks biyofilmlerin gelişip büyümesidir. Üçüncüsü ise mekanik preparasyon işlemi ile oluşan smear tabakasının dentin yüzeyinin mikroorganizmalardan tam olarak arındırılmasını önlemesi ve kanal dolgu maddesinin kanal duvarına adaptasyonunu engellemesidir (90). Güçlü bir irrigasyon rejimi; antimikrobiyal ajanların kök kanal sisteminin bu ulaşamayan bölgelerine ulaşmasını, biyofilm ve smear tabakasını kaldırıp antimikrobiyal ajanların dentin dokusuna nüfuz etmelerini sağlayabilir (91, 92).

2.8.1. Yıkama Solüsyon Türleri

Yıkama solüsyonunun birkaç temel amacı vardır: vital veya nekrotik organik dokuları ve pulpa artıklarını çözmek, mikroorganizmaları öldürmek, endotoksinleri nötrleştirmek ve inorganik bileşenleri çözmek. Bu amaçları gerçekleştirmek üzere bir veya birden fazla yıkama solüsyonu kullanılır. Bu solüsyonlardan bazıları;

NaOCl: NaOCl'nin endodontik yıkama solüsyonu olarak kullanımı ilk kez 1919'da önerilmiştir (93). NaOCl'nin hızlı etkili olması, geniş bir etki spektrumuna sahip olması, ucuz olması gibi ideal bir antimikrobiyal ajanın birçok özelliğine sahiptir (94). İçeriğindeki hidroksil iyonları bakteri lipid membranlarına ve DNA'larına hasar verir. Yüksek pH ideal hücre ortamını bozar ve protein denatürasyonuna neden olur. Klorür iyonları proteinlerin peptit bağlarını yıkar ve antibakteriyal kloramin salınmasını sağlar. Bu özellikleri ile endodontide yıkama solüsyonları içerisinde altın standarttır (95). Serin, karanlık, hava geçirmeyen, reaktif olmayan şişede saklanmalıdır.

KH: KH'nin gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı geniş spektrumlu etkinliği vardır ve antifungaldir. Antimikrobiyal etkinliğini bakteri hücre duvarını yıkararak sağlar. Ayrıca, dentin duvarlarına bağlanır ve antimikrobiyal etkinliğini 12 hafta boyunca sürdürür. Bununla birlikte organik doku çözme özelliği yoktur ve mikrobiyal biyofilmlere etkisi NaOCl'den düşüktür.

EDTA: EDTA inorganik dokuyu kaldıran şelasyon ajanıdır. Kanal preparasyonu sırasında oluşan smear tabakasının kaldırılmasının kanal dolgusu açısından faydalı olacağı önerilmektedir. EDTA'nın son yıkamada NaOCl'yi tamamlayıcı olarak kullanılması tavsiye edilir (96).

2.8.2. Yıkama Solüsyonlarının Etkinliği

Konsantrasyon: NaOCl'nin tüm konsantrasyonları antibakteriyal etkinlik açısından salinden üstündür. NaOCl'nin %0,5 konsantrasyonu ile %5 konsantrasyonu arasında bakterisidal etkinlik açısından farklılık olmadığı gösterilse de doku çözme özelliği açısından en az %1 olması gerekir (97). Konsantrasyon %1'den fazla olduğunda solüsyonun kök ucundan taşmasıyla ilgili meydana gelebilecek kazalar endişe vericidir. Düşük konsantrasyonlarda NaOCl kaza riskleri daha azdır. KH'nin %0,2 (ağız gargalarında bulunur) konsantrasyonu bakteriyostatiktir, konsantrasyon %2 olduğunda bakterisidal etkinlik göstermektedir.

Sıcaklık: NaOCl %1 konsantrasyonunun ısıtılması ile etkinliğinin arttığı gösterilmiştir. Sıcaklığı 37 °C'ye getirilen %2,6 NaOCl'nin doku çözücü ve

bakterisidal etkinliği 22 °C'de %5,2 NaOCl ile aynı olduğu gösterilmiştir (98). Bylyce düşük sitotoksik konsantrasyonların etkileri ısıtılarak etkili bir şekilde kullanılabilir.

Uygulama Süresi: Yıkama solüsyonlarının kök yüzeyi ile uzun süreli teması ne kadar fazla olursa yok edilen mikroorganizma oranı da o kadar fazla olur. Geniş kanallarda mekanik şekillendirmenin temizleme etkinliği azdır, bu nedenle yıkama solüsyonlarının temas süresi arttırılmalıdır (95, 99). NaOCl'nin klor bileşenleri hızla tükenir ve 2 dk sonra NaOCl aktivitesini kaybeder (100). Bu nedenle işlem sırasında belirli aralıklarla solüsyonun yenilenmesi gerekir.

Yıkama Oranı: Yıkamanın 4 mL/dk'nın üstünde olması apikal temizliği arttırmadığı, ancak apikalden taşma riskini arttırdığı gösterilmiştir (101). Yıkama solüsyonunun iğne ucundan uygulanan basınçtan bağımsız olarak 1-2 mm'den ileriye gitmediği gösterilmiştir. Bu alanın ilerisi '*l bölge*' olarak adlandırılmakta ve bu bölgede solüsyonun yenilenmesi söz konusu değildir (102). Bu noktada solüsyonun verilme şekli önem kazanmaktadır.

Verilme şekli: Yıkama solüsyonu ve debrisin sirkülasyonu ve uzaklaştırılması temizleme işleminin en önemli bileşenleridir. Solüsyonun kök kanalına verilmesini ve değiştirilmesini sağlayan çeşitli teknikler vardır;

A. Pozitif Basınçlı Yıkama: Direk enjeksiyon (pozitif basınç) en yaygın kullanılan yöntemdir. Bir şiringa ucu kanal içerisine yerleştirilir ve basınç uygulanarak solüsyon kanala gönderilir. Klinisyenin amacı yıkama solüsyonunu apeksin 1 mm gerisine kadar ulaştırmaktır (103). şiringa ucunun kanalda sıkışmamasına dikkat edilmelidir. Pozitif basınçlı irrigasyonun apikalden taşma ve apikal bölgeye ulaşamama riski vardır. Solüsyonun apikalden taşmaması için bir takım önlemler alınabilir. Fakat (vapour lock) '*buhar kilidi*' olarak bilinen apikal bölgede hava baloncuğu oluşması yıkama solüsyonun apikale ulaşmasını engeller (104). Ayrıca, dar ve eğimli kanallarda şiringa ucunun apikale ulaşması mümkün olmayabilir.

B. Negatif Basınçlı Yıkama: EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA, ABD) yıkama solüsyonunun verilmesini sağlayan bir kanül ve geri emilmesini sağlayan bir

mikro emme sisteminden oluşmaktadır. Solüsyonun kanal içerisinden aspire edilmesi negatif basınç oluşturur. Bu şekilde taşma riski olmadan solüsyonun değiştirilmesi sağlanır (105). Ancak, bu tekniğinde debris yerinde bırakması (106), geniş kanallarda iki kanül gerektirmesi (107), kanülün debrisle tıkanması (108) gibi olumsuz yönleri de bulunmaktadır.

2.8.3. İrrigasyon Etkinliğini Arttırmak İçin Kullanılan Güncel Teknik ve Cihazlar

Kök kanalında irrigasyonunun etkinliğini arttırmak için farklı irrigasyon yöntemleri ve sistemleri geliştirilmiştir. Kullanılan bu sistem ve yöntemler el ile yapılan aktivasyon teknikleri ve makine ile yapılan teknikler şeklinde sınıflandırılabilir (9).

2.8.3.1 Manuel Ajitasyon Teknikleri

2.8.3.1.1 Gİİ

Endodonti pratiğinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Yıkama solüsyonu farklı çaplardaki kanül ve iğneler aracılığıyla kanala hareketsiz ya da ileri geri hareketler ile gönderilir.

Farklı uç dizaynına sahip iğneler mevcuttur. Yıkama solüsyonunu kanala iğnenin ucundan aktaranlar veya ucu kapalı olup yan deliklerden iletenler mevcuttur (109). Yandan delikli iğnelerin apikalden taşma riskini azalttığı ve hidrodinamik aktivasyona katkı sağladığı önerilmektedir (110).

Yaygın olarak 27 veya 28 G iğneler tercih edilir. Amaç iğnenin mümkün olduğunca derinlere ulaşmasıdır. Ancak, daralan çap nedeniyle tıkanmaya karşı daha dayanıksızdırlar (111).

İğne ile yıkama işlemi esnasında en önemli konu iğnenin kanalda sıkışmadan çalışma uzunluğu göze alınarak serbest şekilde hareket ettirilmesidir. Bu şekilde debris koronale doğru itilirken solüsyonun periapikal dokulara taşması önlenmiş olur (112).

Bu noktada da apikal preparasyon boyutu ve kanal konikliği önem kazanmaktadır (113).

İğne ile yapılan yıkamada Grossman apikal preparasyonun boyutunun önemli olduğunu belirtmiştir (114). Apikal preparasyon çapının 40 nolu eğeden küçük olduğu durumlarda irrigasyon etkinliğinin azaldığı çalışmalarda belirtilmiştir (113, 115).

2.8.3.1.2. Fırçalar

İrrigasyon fırçaları kanal içerisine gönderilmiş solüsyonun aktivasyonunu sağlamak debridmanı kolaylaştırmak için kullanılır. Fırçanın kılları kanal düzensizliklerine takılıp kopabilir. Fırça kılları radyolüsent olduğu için kolayca teşhis edilemez (9).

Navi Tip FX (Ultradent, South Jordan, UT, ABD): Etrafı fırça kılları ile kaplanmış 30 G irrigasyon iğnesidir.

Endobrush (C&S Microinstruments, Markham, Ontario, Kanada): Endobrush bükülmüş tel etrafında naylon kıllar ve buna bağlı saptan oluşan spiral şeklinde bir fırçadır. Endodontik tedavi amacıyla üretilmiştir ve çapı tüm uzunluğu boyunca aynıdır.

2.8.3.1.1 Manuel Dinamik İrrigasyon

Yıkamanın kısa süreli olması ve apikal bölgede buhar tıkaçı nedeniyle yıkama solüsyonları bu bölgeye ulaşamamaktadır. Çalışmalarda ana kon GP'nin kanal içerisinde ileri geri hareketlerinin bu buhar tıkaçı ile solüsyonun yerini değiştirdiği gösterilmiştir (9).

2.8.3.2. Makine ile Yapılan Aktivasyon

2.8.3.2.1. Döner Eğe ile Kullanılan Fırçalar

Ruddle Fırça: Fırça merkez telinden radyal olarak uzanan multiple kıllardan oluşan konik bir fırçadır ve 300 rpm hızla kullanılır. Bu şekilde kılların kanal düzensizliklerine ulaşması sağlanır. Bu ürünün patenti onaylanmasına rağmen ticari olarak kullanıma uygun değildir (116).

Canal Brush (Roeko CanalBrush; Coltene Whaledent, Langenau, Almanya): Canal Brush 16 mm'lik kısmında bulunan 30 adet kıl fırçadan oluşan toplamda 41 mm uzunluğunda bir fırçadır. Kıllar 0.25 mm kalınlığındadır boyları 0,4 mm'den kısadır ve %2 konikliğe sahiptir. Fırça kılları birbirlerine zıt yönde ve araları 0,5 mm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Elle ya da döner eğe ile kullanılabilir. Döner eğe ile kullanımları daha etkili olduğu için önerilmektedir (9).

2.8.3.2.2. Döner Eğe ile Eğeleme İşlemi Sırasında Devam Eden İrrigasyon

Quantec-E (SybronEndo, Orange, CA, ABD) sistemi döner eğe ile şekillendirme esnasında devamlı irrigasyonu sağlamak için bir pompa konsolu, 2 irrigasyon rezervuarı ve bir tüp kullanarak kendinden sıvı ileten bir sistemdir. Bu sistemin döner eğe ile preparasyona eşlik etmesi, kök kanalına devamlı taze solüsyon sağlaması kök kanal dezenfeksiyonunu arttırması beklenirken çalışmalarda kanül irrigasyonu ile aralarında fark olmadığı gösterilmiştir (117, 118).

SAF (Re-Dent-Nova, Ra'anana, İsrail) sistemi kök kanallarının şeklini alarak üç boyutlu temizleme ve şekillendirme yapan tek eğeden oluşan bir sistemdir. Eğe 1,5 ya da 2 mm çapında 120 µm kalınlığında NiTi örgü ile desteklenmiş bir kafesten oluşmaktadır.

Bu sistem VATEA isminde irrigasyon sistemi ile beraber kullanılmaktadır. VATEA sistemi; solüsyon için rezervuar görevi gören 400 mL kapasiteli bir hazne ile endodontik anguldruvaya bağlı tek kullanımlık silikon tüpten oluşmaktadır. şarj edilebilir bir bataryaya sahiptir ve elektronik kumanda ile çalışır. Bir kontrol paneli aracılığı ile akış hızı belirlenir ve ayak pedalı ile gönderilir. Akış hızı +/- düğmeleri ile 1-10 mL/dk olarak ayarlanabilir.

SAF sisteminin kanal içerisinde kullanılabilmesi için apikal bölgenin 20 nolu K-tipi el eğesi ile prepare edilmesi gerekir. SAF sistemi ile dakikada 5000 kez 0,4 mm'lik hafif vibrasyonla kök kanalında kanalın orijinal şekline bağlı genişletme yapılır. Sistemin şekline bağlı olarak kanalın sürekli yıkanması sağlanır (119).

SAF sistemi diğer eğelerdeki kor yapısına sahip olmadığı için son derece esnek ve bükülebilirdir. Kanal içerisinde meydana gelen fazla kuvvet sarmal yapının dağılmasına neden olur. Bu sistemin en önemli avantajı irrigasyon işleminin etkinliğini arttırmasıdır. SAF sistemi ile kanal içerisindeki irrigasyon solüsyonu sürekli yenilenmekte ve vibrasyon etkinliği ile dezenfeksiyon etkinliği artmaktadır (119).

2.8.3.2.4. Basınç Değiştiren Cihazlar

RinsEndo (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Almanya): Ergonomik titanyum ana gövde ve tek kullanımlık kanülden oluşan bir sistemdir. Basınç fazında 65 µL çözelti, ekli olan şırıngadan çekilip otomatik olarak kanala gönderilmekte ve devamında emme fazında solüsyon ve hava geri aspire edilmektedir. RinsEndo dış ünitesindeki basınçlı hava ile çalışır ve ünitenin ayak pedalı ile kontrol edilebilir.

EndoVac: Pozitif basınç uygulamak yerine vakumla yıkama solüsyonunu apekse doğru çeken daha sonra ise apikalden yukarı dışarı doğru çeken bir apikal negatif basınç irrigasyon sistemidir.

EndoVac sisteminde bir makro ya da mikrokanül ince bir boru ile irrigasyon şırıngasına ve kuvvetli çekim yapabilen dental ünit aspirasyon cihazına bağlanmaktadır. Giriş kavitesi açıldıktan sonra MDT denilen irrigasyon ucu kullanılır. Döner alet ile kanal içerisinde preparasyon yapılırken koronal kısma doğru gelen debris MDT ile yapılan bol irrigasyon ile uzaklaştırılır.

Tutulacak kısmı titanyum kendi plastik olan makrokanülün uç kısmı 0.55 mm boyutundadır ve 0.02 konikliğe sahiptir. Makrokanül kök kanalının koronal kısmının yıkanmasından sorumludur. Paslanmaz çelik yapıdaki mikrokanül ise 0.32 mm

boyutundadır. Mikrokanül irrigasyon esnasında hem solüsyon verir hem de negatif basınçla geri çeker. Mikrokanül ucun yan 0,7 mm'lik kısmında 12 adet mikro delik bulunur ve apikal boyutun en az 0,35 mm olduğu durumlarda kullanılabilir. Kanal preparasyonu tamamlandıktan sonra debrisin uzaklaştırılması için makrokanül ve MDT beraber kullanılır. MDT ile gönderilen yıkama solüsyonu makrokanül vasıtası ile negatif basınçlı olarak emilir. Apikal alanda hava sıkışmasını engellemek amacıyla makrokanül 2 mm'lik ileri geri hareketler ile kullanılır. Bu sistem ile irrigasyon solüsyonu apikale kadar götürülüp solüsyonun periapikal kısma taşma riski olmadan irrigasyon işlemi tamamlanır (120).

2.8.3.2,5. Sonik İrrigasyon Sistemleri

Sonik sistemleri endodontide ilk kez Tronstad ve ark. (1985) kullanmışlardır. Düşük frekans aralığında (1-6 khz) çalışırlar ve daha düşük makaslama stresi oluştururlar (121). Sonik enerji daha yüksek seviyede ileri geri genlik hareketi oluşturur. Sonik eğeler hareketleri kısıtlandığında uzunlamasına salınım geliştirir ve yan salınımlar kaybolur.

EA (Dentsply Tulsa, OK, ABD): Portatif bir mikromotor ve farklı boyutlarda polimer uçları mevcut olan sonik irrigasyon sistemidir. EA 3 farklı boyutta uçlara sahiptir: 15 (küçük), 25 (orta), 35 (büyük). Bu uçlar dentini kesmez, sağlam ve esnek oldukları için kolay kırılmazlar. Mikromotorda yüksek, orta, düşük olmak üzere 3 farklı hız seçeneği vardır. Güç ayarları yapılacak işleme, hekimin tecrübesine ve işlemi tamamlamak için gereken güce göre belirlenir. EA ile yapılan tüm endodontik işlemler mikromotora geçirilmiş koruyucu bariyer ile yapılmalıdır. Aynı zamanda aktivatör uç, kullanılmadan önce dezenfekte edilmelidir. EA sistemin doğru kullanımı hastaya zarar verilmemesi için önemlidir. Mikromotorun güçlü elektromanyetik ekipmanlardan uzak tutulması performansının etkilenmemesi için önerilmektedir.

Kanal preparasyonu tamamlandıktan sonra kanalın NaOCl, EDTA ya da diğer solüsyonlarla doldurulması gerekir. Seçilen aktivatör ucu çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde kanal içerisinde rahatça hareket edebilmelidir. Üzerinde koruyucu bariyerin bulunduğu başlığa ucun tam olarak oturduğuna dikkat edilmelidir. Uç

kanala yerleştirilir ve açma/kapama tuşuna basılır. Yüksek hız ayarı tercih edilmelidir. Vertikal yönde 2-3 mm'lik hareketlerle kullanılmalıdır. Ajitasyon 30-60 sn yapılmalı ve debrisin uzaklaştırılması için solüsyon yenilenmeli kanal içi aspirasyon sistemleri kullanılmalıdır(122).

2.8.3.2.6. Ultrasonik İrrigasyon

Ultrason, sesle aynı nitelikteki ancak insan kulağına duyarlı en yüksek frekanstan (yaklaşık 20.000 Hz) daha yüksek bir frekansta olan bir titreşim veya akustik dalgadır.

Ultrason üretimi için 2 temel yöntem vardır. Yöntemlerden bir tanesi elektromanyetik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren manyetostriksiyondur. Elde taşınan bir parçadaki manyetostriktif metalin çeşitli şeritleri stabil alternatif manyetik alan oluşturarak titreşimler üretmek üzere bir araya getirilir. Piezoelektrik prensibine dayanan ikinci yöntemde, elektrik şarjı uygulandığında boyut değiştiren bir kristal kullanılır. Kristal deforme olduğunda, ısı üretmeden mekanik salınım girer.

Manyetostriktif üniteler, endodontik kullanım için ideal olmayan eliptik hareket oluşmasını sağlar. Bu ünitelerle ilgili diğer bir dezavantaj ısının üretilmesidir, bu nedenle yeterli soğutma gerekir. Piezoelektrik ünitelerin manyetostriktif ünitelere göre her saniyede daha fazla döngü üretmeleri gibi bazı avantajları vardır (24 kHz'e karşı 40 gibi). Bu ünitelerin uçları endodontik tedavi için ideal olan bir piston gibi arka taraftan öne doğru doğrusal bir hareketle çalışır (123).

Literatürde 2 tip ultrasonik irrigasyon tarif edilir. Birincisi, ultrasonik irrigasyonun ve enstrümantasyonun eşzamanlı kombinasyonudur. İkinci tip ise, enstrümantasyon ile eşzamanlı değildir ve PUI olarak bilinir (124). Birincisi, dentin preparasyonunun kontrol edilmesinin zor olması ve daha sonra kanal orijinal yapısının bozulması gibi nedenlerle klinik uygulamadan çıkarılmıştır. Literatürde, PUI uygulamasının daha avantajlı olduğu iddia edilmektedir (125, 126). PUI terimi ilk önce Weller ve ark. (127) tarafından 1980'de aynı anda şekillendirme yapılmadan gerçekleştirilen irrigasyonu tanımlamak için kullanıldı. Bu preparasyonsuz teknoloji, kök kanal sisteminde anormal şekillerin oluşma potansiyelini azaltır. PUI sırasında enerji, bir

eğeden ya da pürüzsüz titreşen bir telden iki fiziki fenomene neden olan ultrasonik dalgalar aracılığıyla solüsyona iletilir: yıkama solüsyonunun akustik akışı ve kavitasyonu. Akustik akış, titreşen eğenin çevresinde dairesel veya girdap şeklindeki sıvının hızlı bir hareketi olarak tanımlanabilir. Kavitasyon, buhar kabarcıklarının oluşturulması veya bir sıvıda önceden var olan kabarcıkların genişmesi, büzülmesi ve/veya bozulması olarak tanımlanır (128).

Salınım yapan ultrasonik cihazların özelliğini, diş hekimliği pratiğinde 30 kHz'te sabitlenmiş frekansı belirler. Frekans ve güç yoğunluğu enerjinin ultrasonik olarak titreştirilen eğeden solüsyona geçişinde rol oynar fakat bu mekanizma tam olarak anlaşılammıştır. Prensipde daha yüksek frekans solüsyonda daha yüksek bir akış hızına neden olur. Bu da daha güçlü bir akustik akış ile sonuçlanır (129, 130).

Kavitasyon sıvıda meydana gelen mekanik bir durumdur ve yüksek hızlı akışlar ve akış gradyanları tarafından uyarılan çekme kuvvetleri ile sıvıda boşluk oluşması olarak tanımlanabilir. Bu baloncuklar genişler ve daha sonra hızla çökerek yoğun ses ve hasara neden olan bir enerji odağı oluştururlar. Akustik kavitasyon, akustik enerji eşliğinde sıvıda yeni baloncukların oluşturulması, genişlemesi, küçülmesi ve/veya var olan baloncukların bozulması olarak tanımlanabilir (131).

Kök kanalının konikliği ve çapı PUI ile kök kanalından dentin debris kaldırmada etkilidir. Lee ve ark. (132), van der Sluis ve ark. (133), daha büyük konikliğe sahip kanallardan daha fazla debris kaldırıldığını çalışmalarında göstermişlerdir.

PUI sırasında 2 yıkama yöntemi kullanılabilir; ultrasonik cihazdan devamlı bir solüsyon verilmesi ya da şırınga yöntemi ile solüsyonun aralıklı verilmesi (134). Aralıklı yıkama yönteminde solüsyon kök kanalına şırınga ile verilir ve her ultrasonik aktivasyondan sonra yenilenir. Ultrasonik aktivasyon sırasında ultrasonik titreşimli alet (eğre veya düz tel) kök kanalındaki solüsyonu aktif hale getirecektir. Böylece mikroorganizmalar, dentin debris ve organik dokular kanal duvarından ayrılıp solüsyonda çözünüp emilir (100, 127). Bunun ardından kök kanalı kalıntılarının kaldırılması için 2 mL yeni solüsyon ile yıkanır. Her 2 yönteminde *ex vivo* modellerde yıkama süresi 3 dk olarak ayarlandığında kök kanalından debris kaldırmada eşit derecede etkili oldukları gösterilmiştir (112). Druttman & Stock

(135) devamlı solüsyon akışında solüsyonun kök kanalında yer değiştirmesinin, kullanılan hacimden çok süreden etkilendiği sonucuna varmışlardır. Passarinho-Neto ve ark.'nın, (136) bir çalışmada devamlı NaOCl ile yıkamada, kullanılan solüsyon hacimleri aynı iken PUI ile 5 dk yıkama 1 dk yıkamaya göre daha fazla debris kaldırılmasını sağlamıştır. Yıkama solüsyonu kök kanalına şırınga ile verildiğinde apikal bölgeye verilen solüsyon miktarı ve penetrasyon derinliği kontrol edilebilmektedir. Ancak, bu kontrol ultrasonik cihazdan devamlı yapılan yıkamada sağlanamamaktadır.

PUI sırasında debrisin uzaklaştırılmasında düz bir tel normal bir kesici ege kadar etkilidir (137). PUI sırasında kesici olmayan düz bir tel kullanılmasının kanalda perforasyonlara ve şekil bozukluklarına neden olmayacağından tercih edildiği görülmektedir. Çeşitli çalışmalarda (127, 138-140) düz tel kullanılmış ve PUI sırasında etkinlikleri gösterilmiştir.

2.8.3.2.7. XP (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre)

XP (25/.00) yıkama solüsyonunu aktive etmek üzere üretilmiş bir egedir. Oldukça esnek bir yapısı vardır ve alanını 6 mm çapında genişletebilir ya da aynı boyutta bir egeğin 100 katına ulaşabilir. Bu nedenle üreticinin iddiasına göre XP ulaşılması zor bölgelerin temizlenmesine imkân sağlar.

Üretici egeğin döngüsel yorgunluk direncinin oldukça yüksek olması nedeniyle başarısının yüksek olduğunu ayrıca, egeğin dentine temas ettiğini, temizlediğini ancak kanalın orijinal şeklini değiştirmedeğini belirtmektedir.

XP özel bir FKG alaşımı NiTi MaxWire (Martensite-Austenite Electropolish-FleX) kullanılarak üretilmiştir. Bu materyal farklı ısı seviyelerinde reaksiyon göstermektedir ve oldukça esnektir. XP NiTi alaşımın şekil hafızası ilkelerine dayanarak üretilmiştir. Ege soğutulduğunda (20 °C'nin altında) yani M-fazında düzdür. Ege vücut ısısına ulaştığında (35 °C'nin üstünde) A-fazındaki moleküler hafızası nedeniyle şeklini değiştirir. A-faz şekli egeye standart egeğin ulaşamayacağı alanlara ulaşmasını ve temizlemesini sağlar. Ege soğutulduğunda (M-fazı) yeniden orijinal düz şeklini almaktadır.

Eğenin kullanılması için apikal preparasyonun en az 25 nolu eğeye kadar yapılmış olması gerekir. Eğe steril paket içerisinde tek kullanımlıktır (1 diş, 4 kanal için kullanılması önerilmektedir). Eğeler plastik tüp içerisinde saklanır. Böylece düz şekli korunur veya yeniden sağlanabilir, ayrıca çalışma boyutunu belirlemek içinde kullanılabilir. Soğuk sprey kullanılarak tüp içerisinde XP eğesi soğumaya bırakılır. XP'nin hız 800 rpm (800-1000 rpm), tork 1 g/cm olacak şekilde kullanılması önerilir. Eğe kanala düz halde iken yerleştirilir ve çalıştırılır. Çok köklü dişlerde en geniş kanaldan başlanmalıdır. Giriş kavitesi eğe kanala yerleştirildikten sonra yıkama solüsyonu ile doldurulur. Eğe kanalda 1 dk boyunca aktive edilmelidir. Yavaşça nazikçe 7-8 mm boyutunda hareketlerle kullanılmalıdır. Bir dakika tamamlandıktan sonra eğe kanaldan rotasyon hareketi devam ederken çıkarılır ve kanal debrislerin uzaklaştırılması için yıkanır (141).

2.8.3.2.8. LAİ

Günümüzde lazerler, kök kanal temizliği, dezenfeksiyonu konusunda diğer geleneksel yöntemlere alternatif bir metod olarak gösterilmektedir. Kök kanal sisteminde LAİ ile sıvı dinamiğini arttırmak için pek çok lazer kullanılsada erbiyum grubu lazerler (Er,Cr:YSGG, ve Er:YAG) genel olarak tercih edilmektedir (142, 143). Er,Cr:YSGG 2790 nm, Er:YAG ise 2940 nm dalga boyuna sahiptir. Erbiyum lazerlerin su içerisindeki absorpsiyonu tüm lazerlerden daha fazladır ve hidroksiapatit için yüksek bir afiniteye sahiptirler. Lazer enerjisi hidroksiapatit kristalleri içerisindeki hidroksi radikali ile bağ kurar.

Bu dalga boylarına sahip lazerlerin suda yüksek absorpsiyonları nedeniyle pulsatif lazer uygulamaları çok kısa bir süre içerisinde kök kanalında çok hızlı bir sıvı hareketi ile genişleyen ve patlayan buhar baloncukları oluşturur (143, 144). Şok dalgaları ve beraberindeki kavitasyon baloncukları şekillendirme işlemi esnasında oluşturulan debris ve kanal eğelerinin dokunmadığı bölgelerdeki nekrotik dokuları kaldırır.

Blanken ve Verdaasdonk (143) Er,Cr:YSGG lazer ile suda oluşturulan sıvı dinamiğini şu şekilde açıklamışlardır: Er,Cr:YSGG lazer enerjisini 130 µs uzunlukta pulsasyonlarla yaymaktadır. Lazer atımının (pulse) başlangıcında (0-50µs) enerji,

anında kaynama noktasına ulaşan ve buhara dönüşen 2 µm'lik bir tabaka tarafından emilir. Yüksek basınçtaki buhar hızla genişlemeye başlar ve erbiyum lazer ışını için fiber ucun önünde bir açıklık oluşturur. Lazer enerjisini yaymaya devam ettikçe ışık baloncukların içerisinde geçer ve baloncuğun önündeki su yüzeyinin buharlaşmasına neden olur. Bu şekilde 140 µs'den sonra atım sona erece kadar sıvı içerisinde bir kanal oluşturulmaktadır. Enerji kaynağı durduğunda buhar soğur ve genişleme momentumu baloncuk içerisinde daha düşük basınç oluşturarak yoğunlaşmaya başlar. Her 2 mekanizmada baloncuğun patlamasını uyarır. Baloncuğu çevreleyen sıvı hızla boşluğun içerisine dolar ve fiber ucun yakınında genişlemelerin başladığı yerde baloncuklar patlamaya başlar. Sonuç olarak sıvının arka taraftaki baloncuklara doğru orak şeklinde patlamalarla aktığı görülmektedir. 260 µs sonra patlama işlemi sona ermekte ve baloncuklar kaybolmaktadır. Bu mekanizmanın her pulsasyonda tekrar edildiği gösterilmiştir.

LAI'de erbiyum lazerlerin kullanımı ile ilgili bazı olumsuz yan etkilerden bahsedilse bile kök kanalında fiber kullanımının güvenilir olduğu belirtilmiştir (145, 146). Ancak, bazı yazarlar 10 dereceden daha eğimli kanallarda kanal içinde fiber ucun kanal duvarı ile temas edebileceğini ve basamak oluşturabileceğini (147) bununla beraber fiber uçların apikale yakın bölgede kullanılmaları ya da yüksek enerjiyle kullanılmaları halinde apeksten solüsyonun taşabileceğini rapor etmişlerdir (148). Peeters ve Suardita (149) fiber ucun tüm kanal boyunca spiral hareketlerle apekse yakın bir şekilde tutulmasının çok etkili olmadığını bu nedenle fiber ucun pulpa odasında duvarlara temas etmeden sabit tutularak yıkama solüsyonunun aktive edilmesini önermektedir. Önerdikleri bu teknikte Er,Cr:YSGG lazer ile yaptıkları çalışmalarında 60 sn aktivasyonun 30 sn aktivasyona göre daha başarılı olduğunu ve daha geniş çaplı apikal preparasyonun lazerin etkinliğini arttırdığını göstermişlerdir. Araştırmacılar lazer uygulamaları için optimum şartların sağlanması gerektiğini önermişlerdir.

Lazer sistemlerinin etkinliği; uygulama süresi, güç seviyesi, dokular tarafından absorbe edilen ışık miktarı, kök kanalının geometrisi, lazer ucu ile hedef arasındaki mesafe gibi birçok bileşeni içine alarak değerlendirilmektedir. Nd:YAG lazer ve erbiyum lazer ailesi enerjilerini atımlı (pulsed) modda (free-running pulse olarak da adlandırılır) yaymaktadır. Her atımın Gauss dağılımı olarak da adlandırılan bir

başlama zamanı artış ve sona erme zamanı vardır. Böylece atımlar arasında doku soğuyarak termal etkilerin kontrol edilmesi sağlanır. Bir diğer önemli parametre ise atım süresidir. Kısa atımlar (<150 µs) daha az enerji ile daha yüksek güce ulaşılmasını sağlar. Ayrıca, uzun atımlar daha fazla termal etkiye neden olur. Yayılan enerjinin miktar ve yönünü etkileyen bir diğer parametre ise fiber optik ucun şeklidir. Geleneksel lazer uçları düz şekilde sonlanmaktadır ve yan doğrultuda enerji yayılmamaktadır. Günümüzde farklı tasarımlı; konik şekilli, konik şekilli ve sıyrılmış yeni uçlar mevcuttur. Böylece yan doğrultuda daha fazla enerji yayılabilmektedir (150).

Er,Cr:YSGG lazerin üretilen ilk fiber uçları lazer ışınının kök kanalına doğrusal şekilde yayılmasını sağlayabiliyordu (151). Ancak, daha sonra bir takım değişiklikler yapılarak modifiye radial firing uçlar (RFT) üretildi. Bu yeni uçlar 60 derecelik koniklik göstermekte ve lazer ışınının açısız olarak da yayılmasını sağlayarak daha homojen bir etki sağlayabilmektedirler.

LAİ sırasında kullanılan lazer ucu ve uygulama tekniğine göre geleneksel ve güncel LAİ tekniği olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Geleneksel lazer aktive irrigasyonda yakın kızılötesi (810-1340 nm (diode ve Nd:YAG)) veya orta kızılötesi (2780-2940 nm (Er:YAG ve Er,Cr:YSGG)) bir lazer ile düz konik fiber uç kullanılır. LAİ ile şok dalgası etkisi sadece erbiyum lazerler ile gösterilebilmesine rağmen, meydana getirdikleri kavite etkisinden dolayı diode ve Nd:YAG lazerler de lazer aktive irrigasyonda kullanılabilir (152). Yakın kızılötesi lazerlerin kaviteyonu farklı olarak yalnızca lazer ucunda oluşan bir sıvı kabarcığı şeklinde meydana gelmektedir. Geleneksel LAİ'da fiber uç araştırmacının tercihine bağlı olarak apikal foramene 1mm (142), 5 mm mesafede (153), kanal girişinden itibaren 5 mm mesafede (154) tutulabilmektedir. Bununla birlikte Erbiyum lazerler ile yapılan güncel uygulamalarda fiber ucun kanal girişinde tutularak yıkama solüsyonu aktivasyonu yapıldığı görülmektedir (152, 155-157).

Er:YAG lazer kullanılarak uygulanan LAİ tekniği Photon-initiated Photoacoustic Streaming (PIPS) olarak adlandırılan spesifik bir tekniktir. Geleneksel LAİ tekniğindeki fototermal etkiden ziyade PIPS fotomekanik ve fotoakustik etki oluşturur. Subablatif enerji seviyesinde 20-50 mj, 10-15 Hz, 0,2-0,3 W güç

aralığında 50 µ atım parametrelerinde kullanılmaktadır. Her atımda su molekülleri 400-1000 W gücünde pik yapar ve şok dalgası meydana getirir. Böylece, bu güçlü saçılma etkisi sayesinde termal bir yan etkiye neden olmadan kök kanalındaki debris uzaklaştırılabilmektedir (150).

PİPS, yeni uç dizaynı sayesinde lazer ucunun kanalın orta üçlüsünde veya apikal 1 mm seviyesinde yerleştirilmesine gerek olmadan sadece pulpa odasında irrigan aktivasyonu yapılarak etkili bir kök kanal dezenfeksiyonu sağlayabilmektedir. Bu spesifik uç 9 mm uzunluğunda olup, 600 µm çapındadır ve sıyrılmış radyal tasarımıdır. Lazer ucunun 4 mm'lik sıyrılmış kısmı enerjinin sıvıya lateral olarak iletilmesini sağlar (150).

2.9. Artık Dolgu Madde Miktarının İncelendiği Yöntemler

Kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra sonrasında kalan kök kanal dolgu maddesi miktarını değerlendirmek amacıyla birçok yöntem kullanılmaktadır.

Dikey Kesit Alma Yöntemi: Kullanılan en yaygın yöntem köklerin bukkolingual yönde ikiye ayrılıp kanal duvarlarının mikroskopik olarak incelenmesidir. Bu yöntemde kök kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra bukkal ve lingual kök yüzeylerinde kökün uzun aksına paralel yönde separe ya da frez kullanılarak oluk açılır. Ardından künt uçlu bir alet oluk yüzeyine yerleştirilir ve künt yüzlü alete kuvvet uygulanarak kök 2 parçaya ayrılır. Bu şekilde 2 parçada kalan dolgu materyali miktarı hesaplanabilir (158-162).

Radyografik Yöntem: Radyografi almak ise arta kalan dolgu materyalini incelemek için bir başka yöntem olmasıyla beraber klinik olarak kullanılabilen tek yöntemdir. Bu teknikte de mesio-distal ve/veya bukko-lingual yönlü alınan radyografiler bilgisayar ortamına aktarılır ve radyografi üzerinde kalan radyopak alanlar kalan dolgu materyali olarak değerlendirilir (163, 164). Kesit alma ve radyografi tekniğini birlikte uygulayan çalışmalar mevcuttur (165).

Şeffaflaştırma Yöntemi: Bu teknikte dişler retreatment işlemi sonrasında Robertson ve ark.'nın (166) tanımladığı yöntemde göre kimyasal ajanlar kullanarak

şeffaflaştırılır ve ardından şeffaflaştırılmış köklerin görüntüleri mikroskop altında alınır (167, 168). Bu görüntüler üzerinde kalan dolgu maddesi alanı hesaplanabilir.

BT Yöntemi: BT ve μ -BT kök kanal sisteminin üç boyutlu olarak incelenmesinde yüksek çözünürlüklü inceleme yöntemleridir. Özellikle μ -BT, kanal preparasyonu öncesi ve sonrasında kanal şekli, hacmi ve yüzeyindeki değişikliklerin belirlenmesinde, yapılan ölçümler istenen aşamalarda tekrarlanarak kullanılabilir. μ -BT analizi kök kanallarının nitel ve nicel değerlendirilmesinde kullanılan tahribatı olmayan ve yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (169, 170). *KIBT:* Bu yöntemlere ek olarak tarama için uygun parametreler sağlandıktan sonra 0,2 mm'lik çözünürlükte aksiyal, sagittal ve frontal kesitlerde 1.25, 2.50, 3.75, 5, 6.25, 7.50, 8.75 ve 10 mm de görüntü elde edilen KIBT de kullanılan güncel yöntemlerdendir (171).

TEM: Odaklanmış bir elektron demeti ile numune yüzeyini tarayarak görüntü elde eden bir elektron mikroskobu türüdür. Elektronlar numunedeki atomlarla etkileşerek numune yüzeyindeki topografi ve kompozisyon hakkında bilgiler içeren farklı sinyaller üretir. Elektron demeti raster tarama düzeni ile yüzeyi tarar ve demetin konumu, algılanan sinyalle eşleştirilerek görüntü oluşturulur. Kök kanal yüzeyinin detaylı bir şekilde görüntülenmesine olanak sağlar. Kök kanal yüzeyinde smear tabakası, organik doku ve kanal dolgu maddesi artıklarının görüntülenmesini sağlayabilen tek yöntemdir. Diğer yöntemlerin çözünürlükleri bu yapıların görüntülenmesini sağlamakta yetersizdir (172).

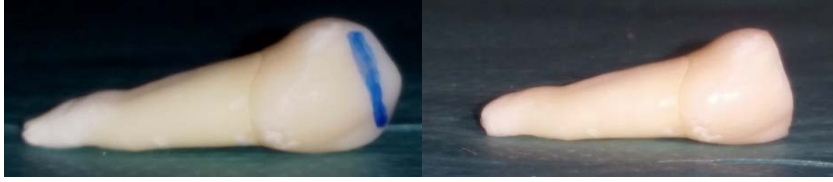
3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Diş Örneklerinin Seçimi

Bu çalışmada 75 adet yeni çekilmiş, kök gelişimi tamamlanmış, tek köklü ve düz kanallı alt çene küçük azı dişleri kullanıldı. Çekim endikasyonu periodontal ve ortodontik nedenlerle olan dişler çalışmaya dâhil edildi. Dişlerin seçiminde, endodontik tedavi görmemiş olması ve kök çürüğü bulunmaması dikkate alındı. Çalışmamızda mümkün olduğunca benzer kök kanal morfolojisine sahip dişler seçildi. Dişlerin kök kanal formları yuvarlak olanlar çalışmaya dahil edilirken, oval kanallara sahip olanlar, birden fazla kanala sahip olanlar, apeksi kalsifiye olan dişler, apikal çapı 15 nolu K-tipi (Dentsply Maillefer) eğesinin çapından geniş olan dişler ve kök ucu 10 dereceden daha eğimli olan dişler çalışmaya dahil edilmedi. Dişlerin istenilen anatomik yapıları sahip olup olmadıklarını anlamak için mesiodistal ve bukkolingual yönlerden dijital radyografileri alındı ve tek kanala sahip oldukları doğrulandı. Kök yüzeylerinden periodontal yumuşak doku küretler yardımıyla uzaklaştırıldı. Çekimden sonra deney aşamasına kadar tüm örnekler timol solüsyonu içerisinde bekletildi.

3.2. Diş Örneklerinin Hazırlanması

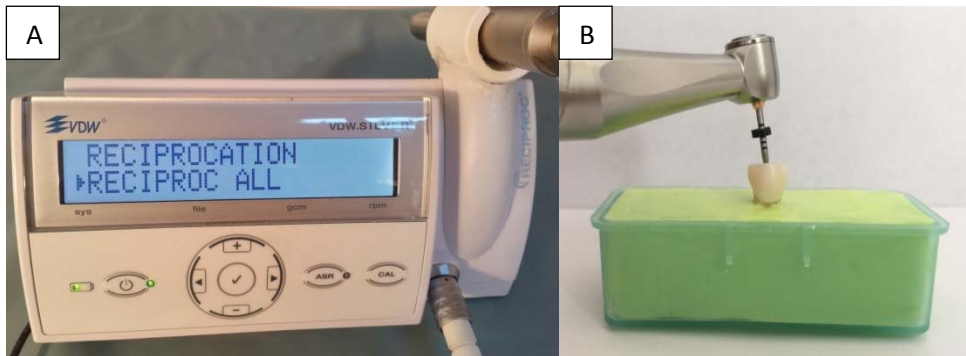
Dişler standart bir uzunluk elde etmek amacıyla su soğutması altında elmas fissür frezler ile tüberkül tepeleri düzeltilerek boyları 20 mm olacak şekilde ayarlandı. Dişlere standart giriş kavimleri açıldı. Bu standart uzunluk, tüm örnekler için kök kanal şekillendirilmesi ve dezenfeksiyon stratejilerinin benzer şartlarda uygulanmasına izin vermiştir. Diş kron yapısı korunarak yıkama solüsyonları için rezervuar oluşturması sağlanmıştır. Kök kanallarının ÇB tespitinde 10 nolu K-tipi (Dentsply Maillefer) eğe kök ucuna kadar ilerletildi. ÇB, eğenin kök ucundan çıktığı nokta tespit edilerek ölçülen değerden 1 mm çıkartılarak hesaplandı.



Resim 3.1. Çalışmamızda kullanılan dişlerin hazırlık aşaması

3.3 Kök Kanallarının Preparasyonu

Kök kanal preparasyonları Resiproc (VDW, Münih, Almanya) ege sistemi ile üretici talimatları doğrultusunda crown down preparasyon tekniği kullanılarak gerçekleştirildi. R25, R40 eğeler, VDW Silver (VDW) endomotoru ile Resiproc ALL modunda kullanıldı. Resiproc NiTi ege kanalın koronal 1/3'lük kısmına yerleştirildi ve endomotor çalıştırıldı. Ege 3 mm'yi aşmayacak şekilde gagalama hareketi ile kullanıldı. Üç gagalama (bir giriş-çıkış bir gagalama hareketi) hareketinden sonra ege kanaldan çıkarıldı. Ege üzerindeki debrisler temizlendi ve kanal 27 G uç çapına sahip standart iğneler (Genject; Genject AŞ., Ankara, Türkiye) ile 2.5 mL %2,5 NaOCl (ACE; Fater Temizlik Ürünleri Ltd. Şti, Kocaeli, Türkiye) ile yıkandı. Aynı işlem ege çalışma boyuna ulaşana kadar tekrarlandı. Bir ege 3 kanalda kullanıldı. Kanal preparasyonu R40 eğesi ile tamamlandıktan sonra kanallar 5 mL %2,5 NaOCl, 5 mL %15 EDTA (Endosolution; CerKamed, Stalowa Wola, Polonya) ve 10 mL serum SF solüsyonu kullanılarak son yıkama gerçekleştirildi. Kanallar kağıt konlar (VDW) ile kurutuldu.

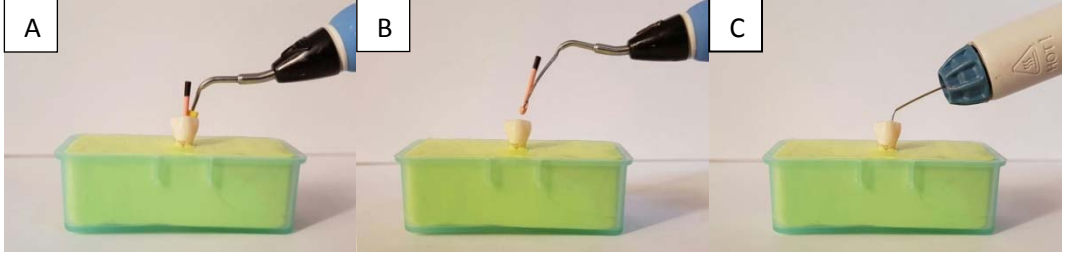


Resim 3.2. (A) Dişlerin preparasyonunda kullanılan VDW Silver endomotoru, (B) Kanal preparasyonu.

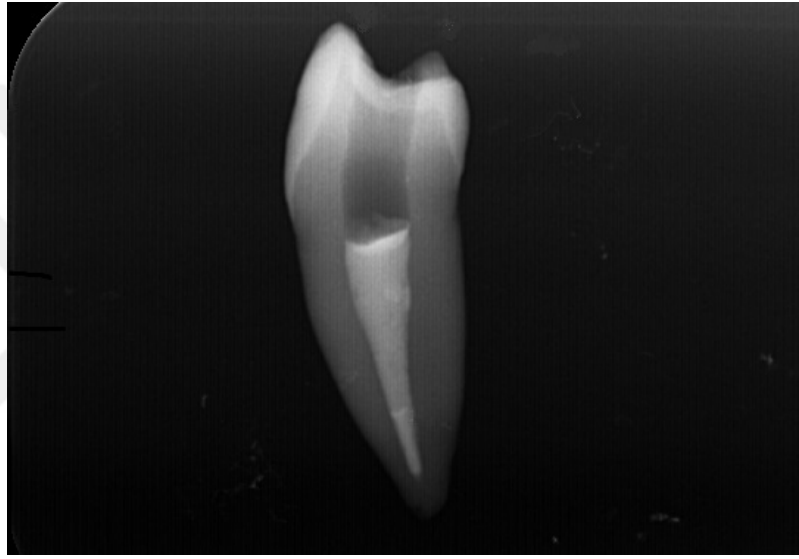
3.4. Kök Kanallarının Doldurulması

Çalışmada kök kanallarının doldurulması için R40 GP kon (VDW), AH Plus kanal patı (DeTrey Dentsply, Konstanz, Almanya), Calamus Dual 3D Obturation Sistem (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, ABD) kullanıldı.

R40 GP kon ile üretici talimatlarına göre 1:1 oranında karıştırılan AH Plus kanal patı kanal duvarına saatin tersi yönünde uygulandı. Daha sonra ana kon çalışma boyunda tug back alınarak kanala yerleştirildi. Calamus Dual 3D Obturation Sistemin Dawnpack kısmında bulunan pluggerda 15 mm uzunluk ölçülerek rondel yerleştirildi. Plugger 200 °C ulaştığında kök ucunda 5 mm GP kalacak şekilde kanala yerleştirildiğinde akım kesilmiştir. Plugger kanal içerisinde soğurken 10 sn boyunca apikale doğru basınç uygulanarak bekletildi, böylece GP'nin büzülmesi engellendi ve vertikal yönde kondanse edilerek apikal 4 mm'lik bölgede apikal tıkaç oluşturuldu. Plugger yeniden 1 sn aktive edilerek kesilen GP kon ile beraber kanaldan çıkarıldı. Kanal içinde kalan GP ise ince bir el pluggerı ile apikal yönde basınç uygulanarak kondanse edildi. Kanalın geri kalan bölümü Calamus Dual 3D Obturation System'in Flow parçası ile dolduruldu. Bu işlem için sıcaklık 160 °C, akışkanlık oranı da %60 olarak ayarlandı. Kanalın içerisi akışkan GP ile doldukça kanül yavaş yavaş yukarı doğru hareket ettirildi. Kanal içerisine 2 ile 4 mm arasında GP yerleştirildikten sonra kanül kanaldan çıkarıldı. Kanaldaki akışkan GP, bir el pluggerı yardımıyla vertikal yönde kondanse edildi. Kanalın geri kalan kısmı bu şekilde devam edilerek dolduruldu. Doldurulan kanallardan radyografi alınarak kanal dolgusu kontrol edildi. Kanal dolgusu eksik kalmış, iyi kondanse edilememiş dişler çalışmadan çıkarıldı. Kanalların giriş kaviteleri geçici dolgu maddesi (Cavit; 3M ESPE, Seefeld, Almanya) ile kapatılmıştır. Dişler; 37 °C ve %100 nemli ortamda bir hafta boyunca bekletildi.



Resim3.3. (A,B) Calamus Dual 3D Obturation System ile apikal bölgenin GP ile doldurulması, (C) Calamus Dual 3D Obturation System ile koronal 2/3'lük kısmın akışkan GP ile doldurulması.



Resim 3.4 . Kanal dolgusu tamamlanmış örneğin radyografisi

3.5. Kök Kanallarının Boşaltılması

Örnekler klinik koşulların taklit edilebilmesi amacıyla apikal bölümleri mum ile kapatılarak kapalı kanal sistemleri elde edilmeye çalışıldı. Şekillendirme ve son yıkama işlemlerinin kolay uygulanabilmesi amacıyla dişler polivinilsiloksan ölçü maddesi içerisine daldırıldı ve sabitlendi. İşlem sırasında rahat çalışılabilmesi ve işlem bitiminde ölçü maddesi içerisinden kolaylıkla çıkarılabilmesi için kök örnekleri koronal 2-3 mm'lik seviyesi ölçü maddesi dışında kalacak şekilde yerleştirildi.

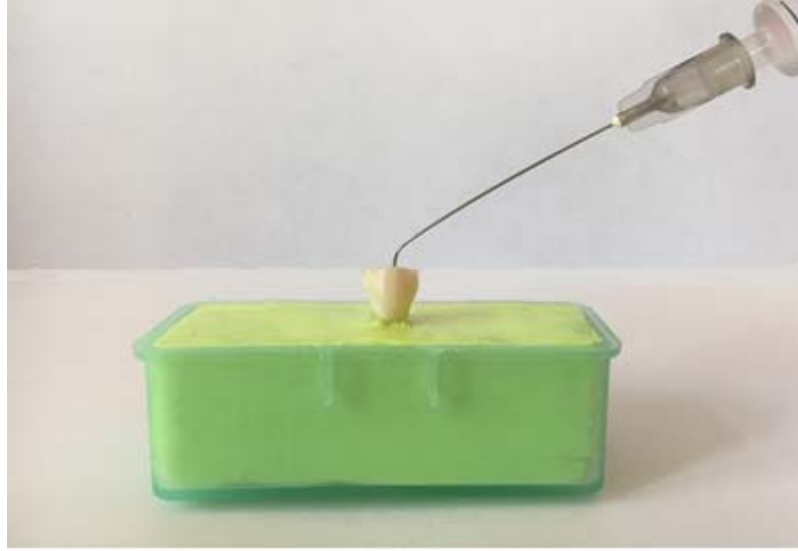
Geçici dolgu maddesi elmas rond fissür aeratör frezi ile kaldırıldı. Kanal dolguları PTUR NiTi döner eğe sisteminin D1 (30.09), D2 (25.08) ve D3 (20.07) eğeleri kullanılarak boşaltıldı. Eğeler SybronEndo Endotouch TC2 endodontik motor

(SybronEndo, Orange, CA, ABD) ile üreticinin önerdiği hız ve torkta kullanıldı. Buna göre D1 eğesi, 500 rpm hız 3 Ncm torkta kullanılarak koronal üçte bir bölgedeki GP kaldırıldı. D2 eğesi de aynı hız ve tork değerinde orta üçte birlik bölgede kullanıldı. D3 aleti de aynı hız ve tork değerlerinde çalıştırılarak apikal bölgedeki GP kanaldan çıkarıldı. Kanallar daha sonra X2, X3, X4 ve X5 PTN (Dentsply Maillefer) eğeleri ile prepare edildi. PTN eğeleri SybronEndo endodontic motoru ile üretici firmanın önerdiği 300 rpm hız ve 200 g/cm tork değerlerinde kullanıldı. D3 eğesi ile çalışma boyuna ulaşıldığı için PTN eğeleri çalışma boyunda kullanıldı. Her eğe 3'er kez kullanıldı. Kanallar her eğe arasında 2 mL % 2,5 NaOCl ile yıkandı. Son yıkama 5 mL % 2,5 NaOCl tamamlandı. Mekanik preparasyonun tamamlanması X5 eğesinin çalışma boyuna ulaşması, egede herhangi bir dolgu materyalinin kalmaması ve son yıkamada debris gözükmemesiyle tamamlandı.

3.6. Son Yıkama İşlemleri

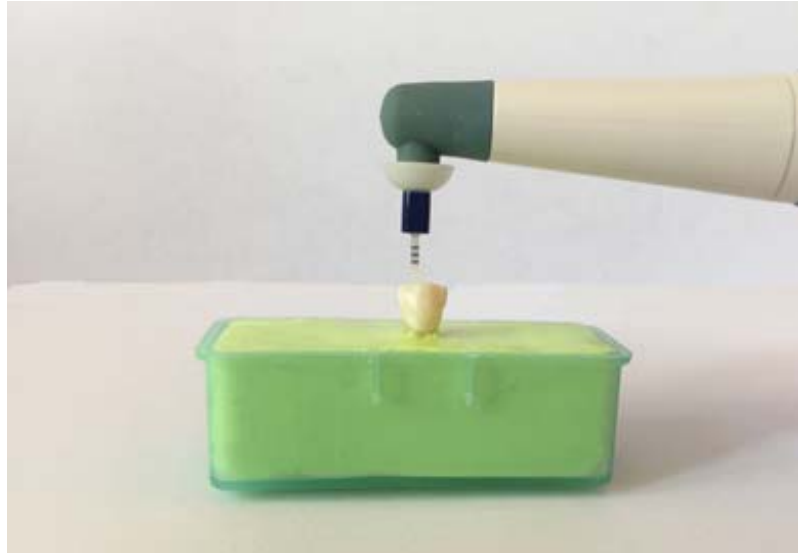
Toplamda 75 diş örneği rastgele 5 gruba ayrıldı ($n = 15$).

Grup 1 (Gİİ Grubu): Her örnek 27 G uç çapına sahip standart iğneler ile çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde 6 mL %2,5'lik NaOCl ile 60 sn boyunca, ardından 6 mL %15 EDTA solüsyonu ile 60 sn ve toplamda 120 sn hafif iç dış hareketler yapılarak yıkandı. Son olarak kanallar 15 mL SF ile yıkanarak işlem tamamlandı.



Resim 3. 5. Gİİ yönteminin uygulanması

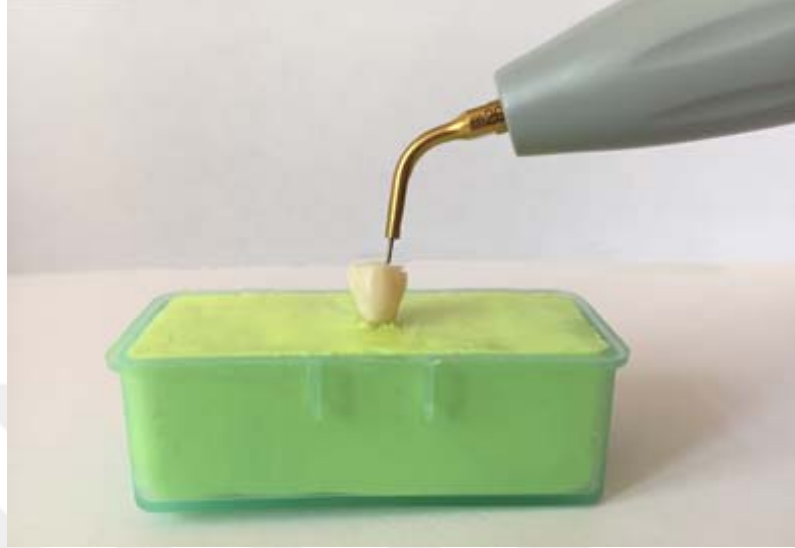
Grup 2 (EA Grubu): Her örnek, EA ve sonik uç (35/0.04) kullanılarak aktive edildi. Kanal 3 mL %2,5 NaOCl ile dolduruldu ardından düz sonik uç çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde kanala yerleştirildi ve kanal duvarlarına temas etmeden 30 sn boyunca aktive edildi. Aynı işlem toplamda 6 mL %2,5 NaOCl ve %15 EDTA solüsyonları için 60 sn boyunca 30'ar saniyeden 2 kez tekrarlandı. (Toplamda 30 sn x 4).



Resim 3.6. EA yıkama solüsyonu aktivasyon yönteminin uygulanması

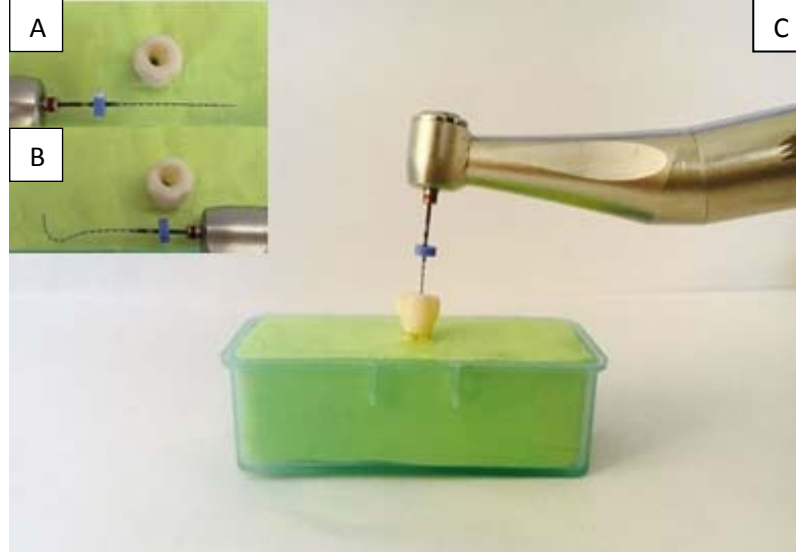
Grup 3 (PUI Grubu): Satelec P5 Newtron XS (Satelec, P5 Newtorn; Acteon, Merignac Cedex, Fransa) adlı ultrasonik sisteme 20 nolu ultrasonik ege (Acteon)

takıldı ve cihaz güç ayarı üretici talimatına göre 5 olacak şekilde ayarlandı. Ultrasonik eğe çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde ayarlandı ve aktivasyon işlemlerine Grup 2’de olduğu gibi devam edildi.



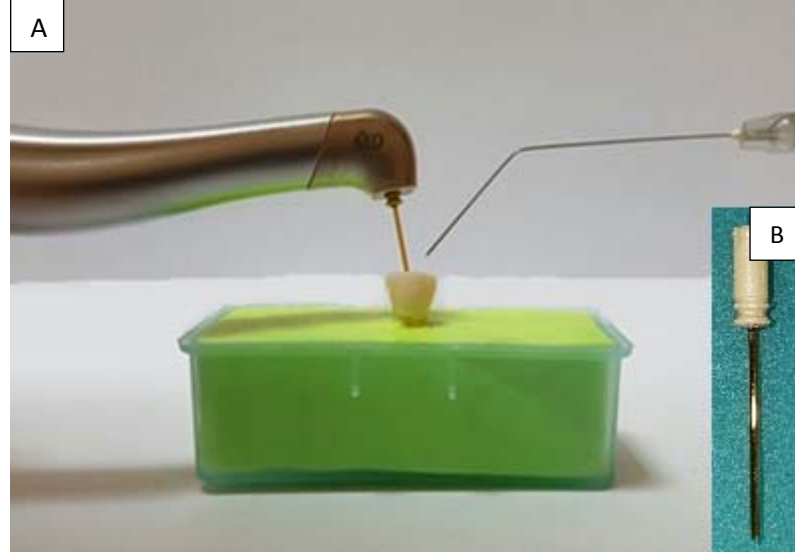
Resim 3.7. PUİ yıkama solüsyonu aktivasyon yönteminin uygulanması

Grup 4 (XP Grubu): XP eğesi üretici talimatlarına göre VDW Silver endomotoru ile 800 rpm hız 1 Ncm torkta kullanıldı. NaOCl ve EDTA solüsyonlarının ısısı üretici önerisiyle 37 °C’ye çıkarıldı ve bu ısıda uygulandı. XP eğesi plastik tüp içerisindeyken ÇB ayarlandı ve tüp yüzeyine soğuk sprey uygulandıktan sonra eğe tüpten çıkarıldı ve kök kanalına düz bir şekilde yerleştirildi. Kanal içerisine yıkama solüsyonu eklendikten sonra çalıştırıldı. Eğe kanal içerisinde 7-8 mm boyutunda hareketlerle nazikçe kullanıldı. Süre tamamlandığında eğe kanaldan çalışır halde çıkarıldı tekrar plastik tüp içerisine yerleştirildi. Aktivasyon işlemleri Grup 2’de olduğu gibi gerçekleştirildi. Bir XP eğesi 4 kanalda kullanıldı.



Resim 3.8. XP egesinin; (A) M-fazi, (B) A-fazi, (C) XP yıkama solüsyonu aktivasyon yönteminin uygulanması.

Grup 5 (LAI Grubu): Bu grupta Er,Cr:YSGG lazer (2780 nm wavelength; Biolase Waterlase MD, Biolase Technology, Irvine, CA, ABD) sisteminden yararlanıldı. Mod ayarları 1,5 W, 20 Hz (25 mJ/pulse) değerlerinde belirlendi ve 14 mm uzunluğunda, 580 µm çapında [Radio Firing Perio Tip 5 (RFPT5)] fiber optik uç kullanıldı. Lazer ünitenin hava ve su spreyi kapatıldı. Pulpa odası %2,5 NaOCl ile dolduruldu ardından fiber optik pulpa odasında kök kanal girişinde olacak şekilde yerleştirildi ve 30 sn boyunca diş dokularına temas etmeden aktive edildi. Lazer aktivasyonu boyunca 3 mL %2,5 NaOCl, 27 G enjektör yardımıyla enjektör ucu fiber ucun yanında yer alacak şekilde tutularak verildi. Toplam aktivasyon süresi ve yıkama solüsyon miktarı Grup 2’de olduğu gibi gerçekleştirildi.



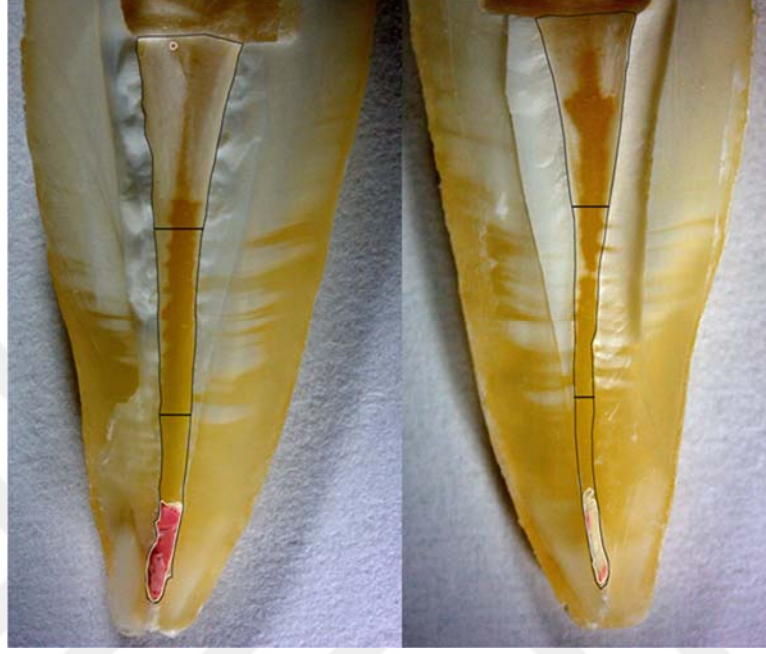
Resim 3.9. (A) LAİ yıkama solüsyonu aktivasyon yönteminin uygulanması
(B) Çalışmada kullanılan RFPT5 uç

3.7. Steromikroskop ile Değerlendirme

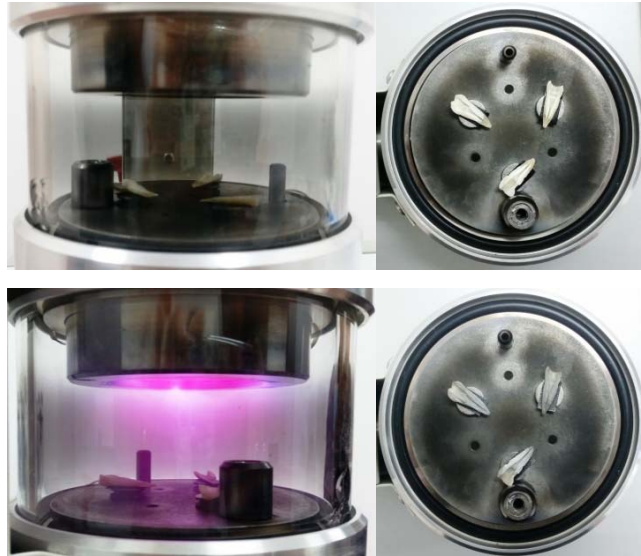
Tüm örnekler ÇB’de kağıt koniler ile kurutuldu. Diş köklerinin uzunlamasına ikiye ayrılması işleminden önce, kök kanalına debris girmemesi amacıyla ÇB’de kağıt koni yerleştirildi ardından örneklere bukkolingual yönde elmas separe ile çentik açıldı. Bu çentiklere yerleştirilen bistüri yardımıyla kökler bukkolingual yönde ikiye ayrıldı. Bu işlem esnasında kırılan dişler çalışma dışı bırakıldı. Köklerin her iki yarısından stereomikroskoba (Stemi 2000-C; Zeiss, Göttingen, Almanya) bağlı olan AxioCamERc5 kamera (Zeiss) ile X0.8 büyütmede görüntüler alındı. Elde edilen görüntüler Image J (Image J, ABD Ulusal Sağlık Enstitüsü, Bethesda, MD, ABD) programı kullanılarak her bir kök yarısının tüm kanal alanı işaretlendi. Ayrıca, kök kanalı koronal, orta ve apikal olmak üzere üç parçaya bölündü. Bu işlemlerden sonra kök kanalı ile artık GP ve kök kanal patının sınırları belirlenmiş ve bilgisayar programı yardımıyla alan piksel cinsinden hesaplandı. Her bir kök yarısının toplam kanal yüzey alanı ve toplam artık kök kanal dolgusunun alanı hesaplandı. Aynı zamanda her bir kök kanalının koronal, orta ve apikal alanları ve bu bölgelerde artık dolgu maddesi alanları hesaplandı. Elde edilen verilerle kalan dolgu maddesi oranı aşağıdaki formüle göre hesaplandı:

Kanal içinde kalan dolgu maddesi oranı = (Kanal içinde kalan dolgu maddesi miktarı / Kanalın alanı) x100

Bu işlem hem toplam kanal alanı için hem de kanalın koronal, orta ve apikal bölgeleri için ayrı ayrı yapıldı. Elde edilen değerler istatistiksel olarak değerlendirildi. Ayrıca, her grupta 3 örnekten dentin tübüllerine pat ve debris penetrasyonu daha detaylı incelenmek üzere taramalı elektron mikroskobu görüntüsü de alındı.



Resim 3.10. Image J programı ile kanal ve artık dolgu maddesi sınırlarının işaretlendiği örnek



Resim 3.11. Diş örneklerinin TEM kaplama cihazında altın palladyum ile kaplanması

3.8. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler SPSS 20.0 software (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı ile yapıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken parametreler normal dağılıma uygunluk gösterdiğinden parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Oneway ANOVA ve Tukey testleri, grup içi farklılıklar için ise Wilcoxon ve Friedman testleri kullanıldı. Anlamlılık $P < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.



4. BULGULAR

Her grupta, kök kanallarının apikal, orta ve koronal üçte bir bölgesinde kalan dolgu maddeleri miktarları piksel cinsinden ölçüldü. Kalan dolgu maddesinin, kanal alanına oranı hesaplandı.

Tablo 4.1. Kalan artık dolgu maddelerinin oranları.

GRUP	N	Apikal	Orta	Koronal	Toplam
Gİİ	15	10.45 ^{a,x}	3.07 ^{b,x}	2,47 ^{b,x}	7,12 ^x
EA	15	5.33 ^{a,y}	0.41 ^{b,y}	0,28 ^{b,y}	2,61 ^{y,z}
PUİ	15	5.72 ^{a,y}	0.33 ^{b,y}	0,17 ^{b,y}	2,09 ^{y,z}
XP	15	6.06 ^{a,y}	0,69 ^{b,y}	0,45 ^{b,y}	3,34 ^{y,z}
LAI	15	9.19 ^{a,x,y}	0,91 ^{b,y}	0,88 ^{b,y}	5,08 ^{x,z}

Farklı üst simgeler gruplar arasında anlamlı bir fark olduğunu gösterir (satırlar için a,b ve sütunlar için x,y,z) Anlamlılık $P < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

Tüm gruplarda kök kanallarının apikal bölgesinde kalan dolgu maddesi ortalamaları arasında Gİİ ve LAİ grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken ($P > 0.05$) Gİİ ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($P < 0.05$). Bununla birlikte diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($P > 0.05$).

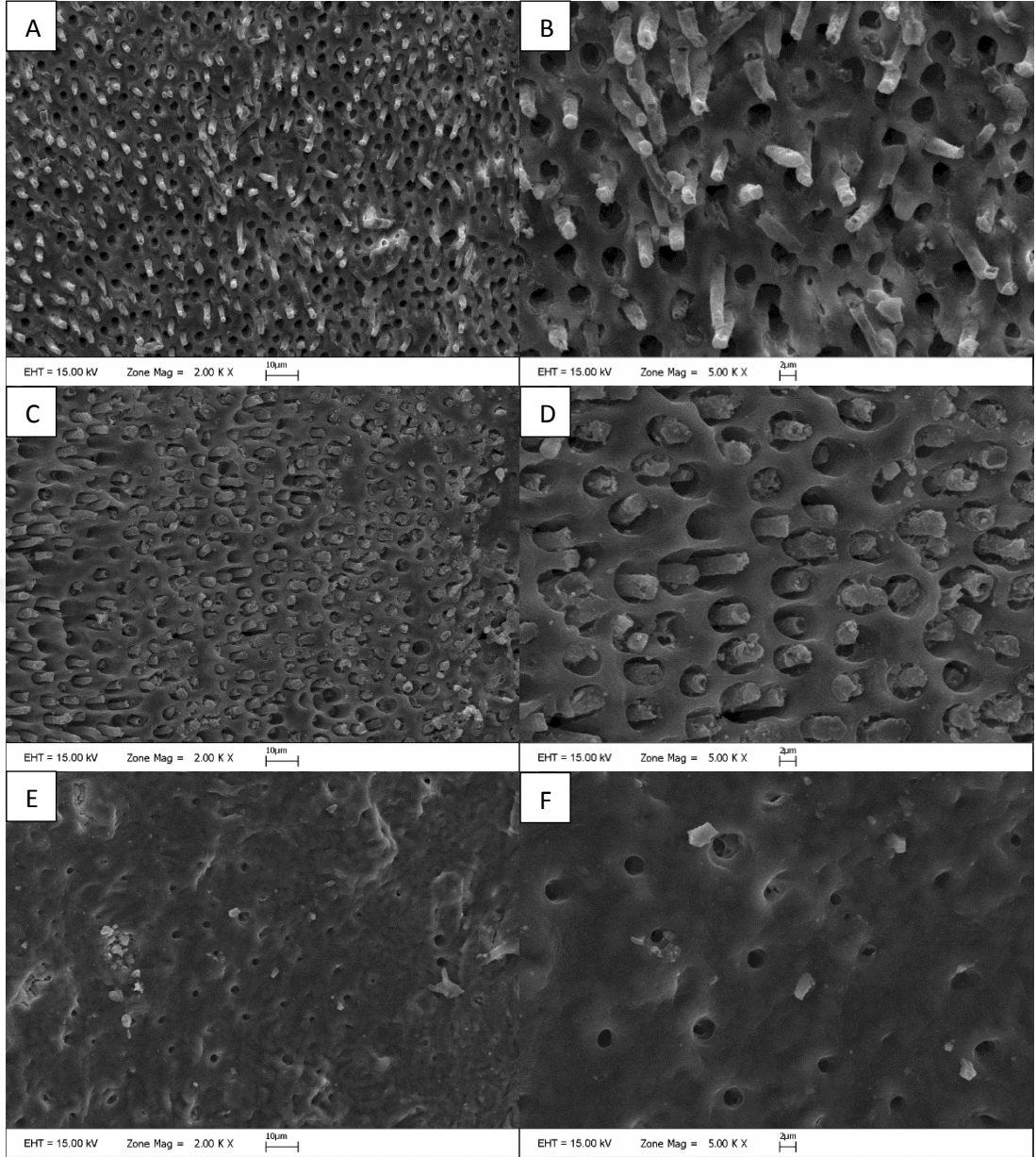
Tüm gruplarda kök kanallarının orta bölgesinde kalan dolgu maddesi ortalamaları arasında Gİİ grubu ile PUİ, EA, XP, LAİ grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunurken ($P < 0.05$), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($P > 0.05$).

Tüm gruplarda kök kanallarının koronal bölgesinde kalan dolgu maddesi ortalamaları arasında Gİİ grubu ile PUI, EA, XP, LAİ grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunurken ($P < 0.05$), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($P > 0.05$).

Tüm gruplarda apikal bölgede, orta ve koronal bölgeye göre istatistiksel olarak daha fazla dolgu maddesi kalmıştır ($P < 0.05$). Koronal ve orta bölgeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($P > 0.05$).

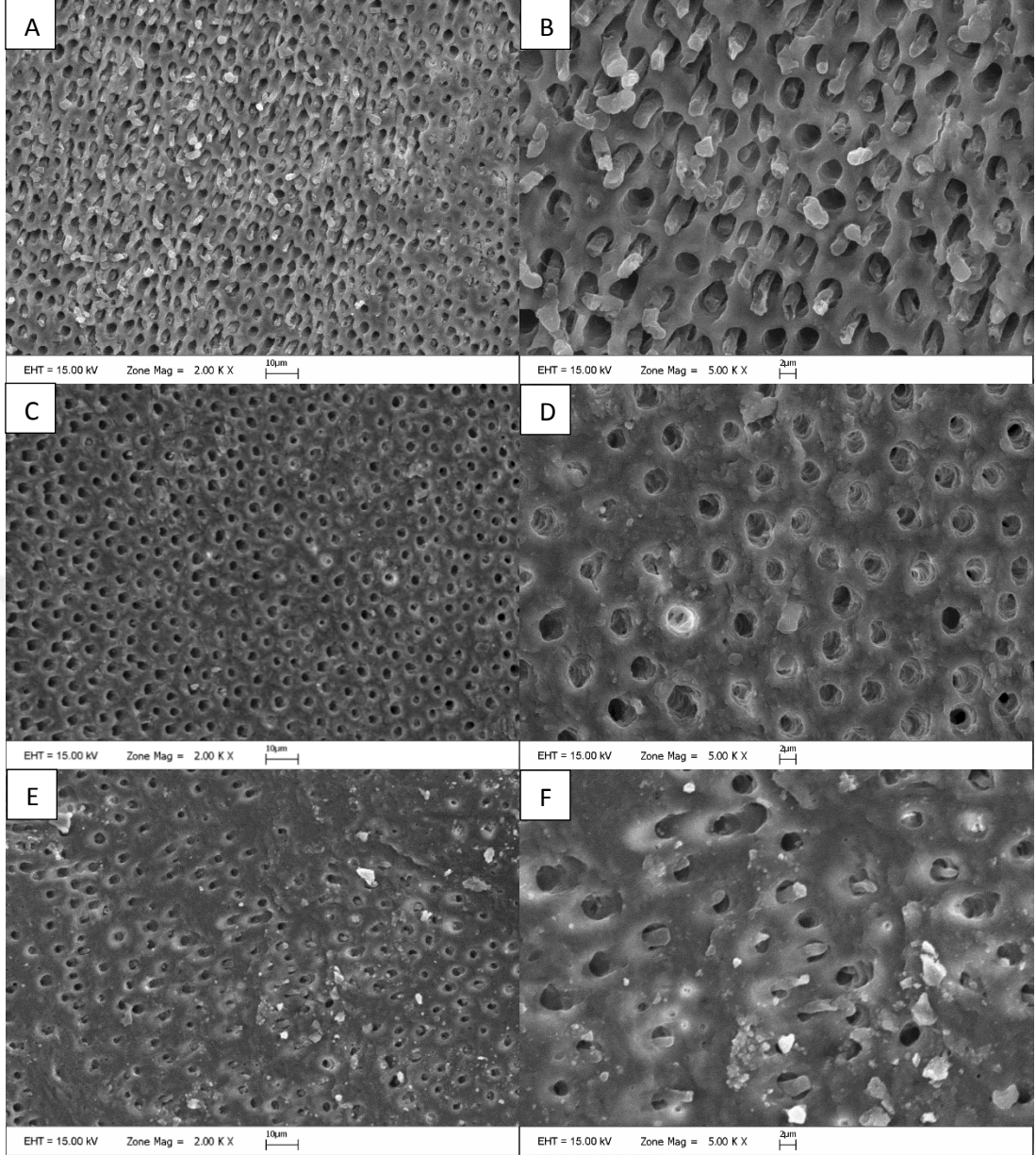
Tüm kanaldaki kalan dolgu maddesi miktarları incelendiğinde Gİİ grubu ile PUI, EA, XP grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunurken ($P < 0.05$), Gİİ ve LAİ grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($P > 0.05$). Ayrıca, LAİ grubu ve PUI grupları arasındada istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($P < 0.05$).

Çalışma sonuçlarını desteklemek amacıyla her gruptan 3 örnek alınarak TEM görüntüleri elde edilmiştir.



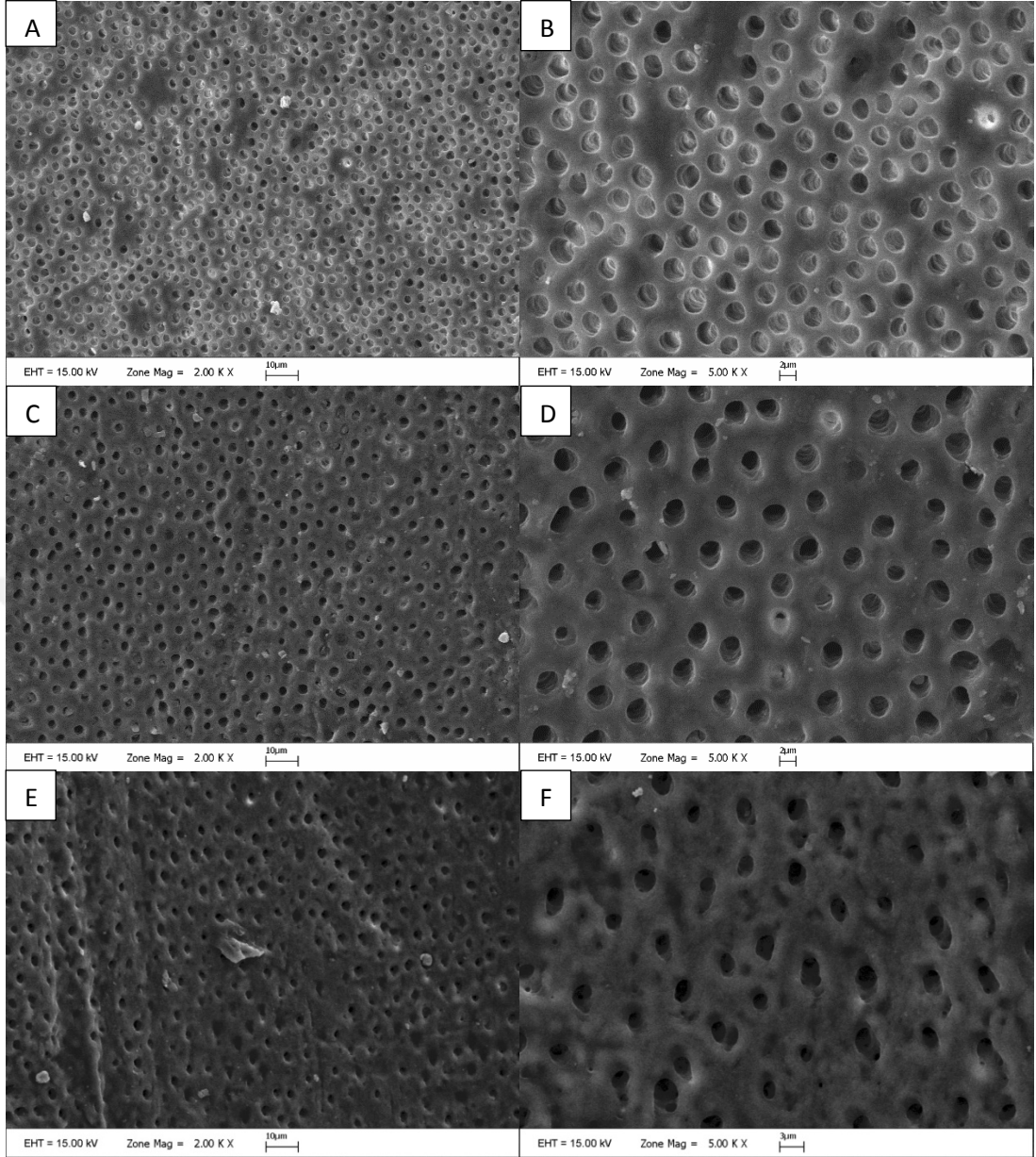
Resim 4. 1. Glİ ile yapılan son yıkama sonrası kök kanalının TEM mikrografileri [(A) Koronal bölge X2000, (B) Koronal bölge X5000, (C) Orta bölge X2000, (D) Orta bölge X5000, (E) Apikal Bölge X2000, (F) Apikal bölge X5000)].

Son yıkama işleminin iğne ile yapıldığı bu gruptaki örneklerin koronal ve orta bölgede tamamıyla uzaklaştırılamayan kanal patı ile birlikte dentin tübüllerinin kısmen açık olduğu görülmüştür. Apikal bölgede ise koronal ve orta uçlu bölgelerine oranla debris artıklarının daha fazla mevcut olduğu ve dentin tübüllerinin daha az oranda açık olduğu görülmüştür (Resim 4.1).



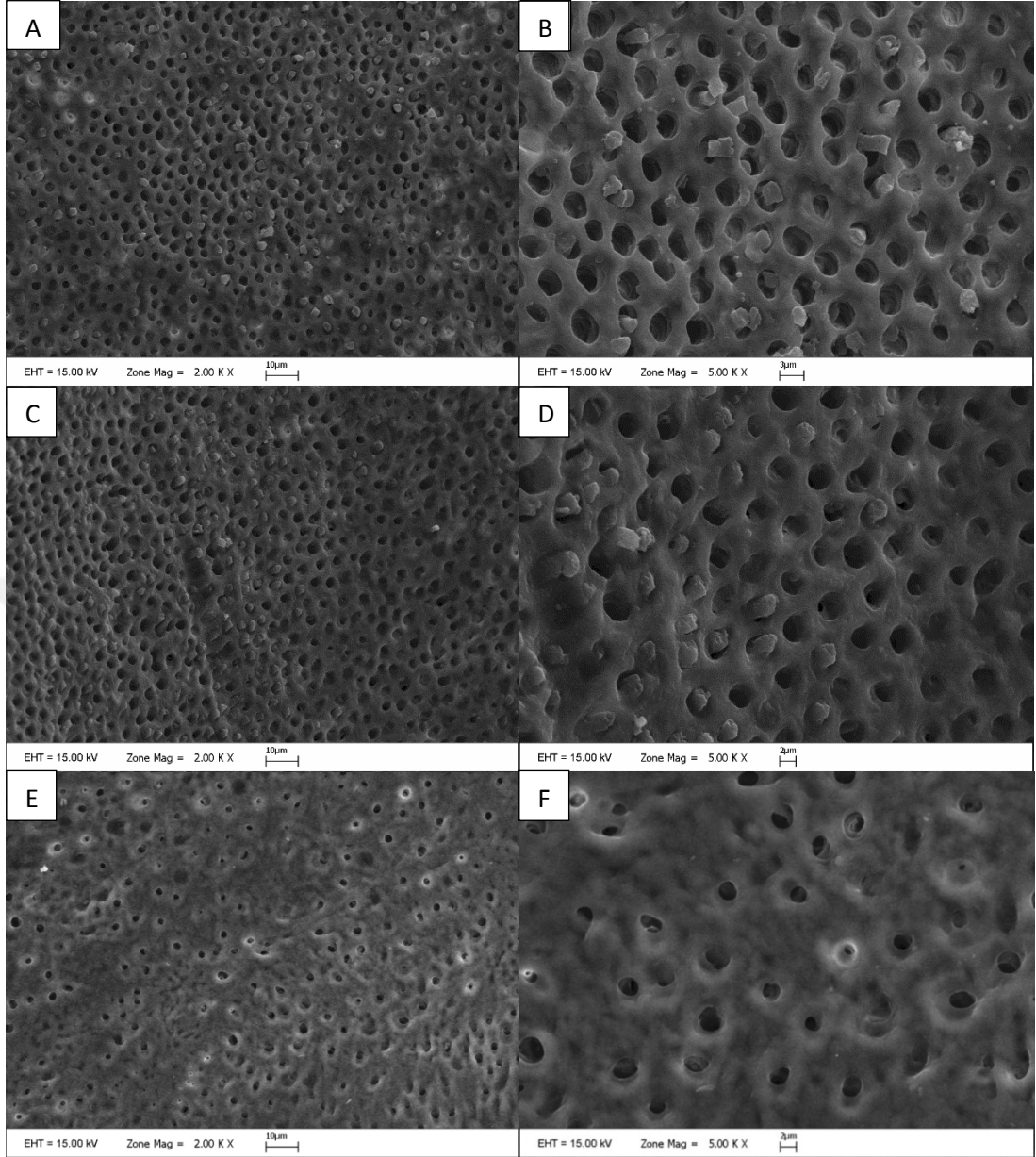
Resim 4. 2. EA aktivasyon yöntemi ile yapılan son yıkama sonrası kök kanalının TEM mikrografileri [(A) Koronal bölge X2000, (B) Koronal bölge X5000, (C) Orta bölge X2000, (D) Orta bölge X5000, (E) Apikal Bölge X2000, (F) Apikal bölge X5000].

EA ile aktivasyon yapılan bu grupta koronal ve orta bölgelerde ve kanal patının çoğunlukla uzaklaştırıldığı ve dentin tübüllerinin açık olduğu, apikal bölgede ise debris tabakası ile beraber kanal patı gözlenmekte ve dentin tübüllerinin daha az oranda açık olduğu izlenmiştir (Resim 4.2).



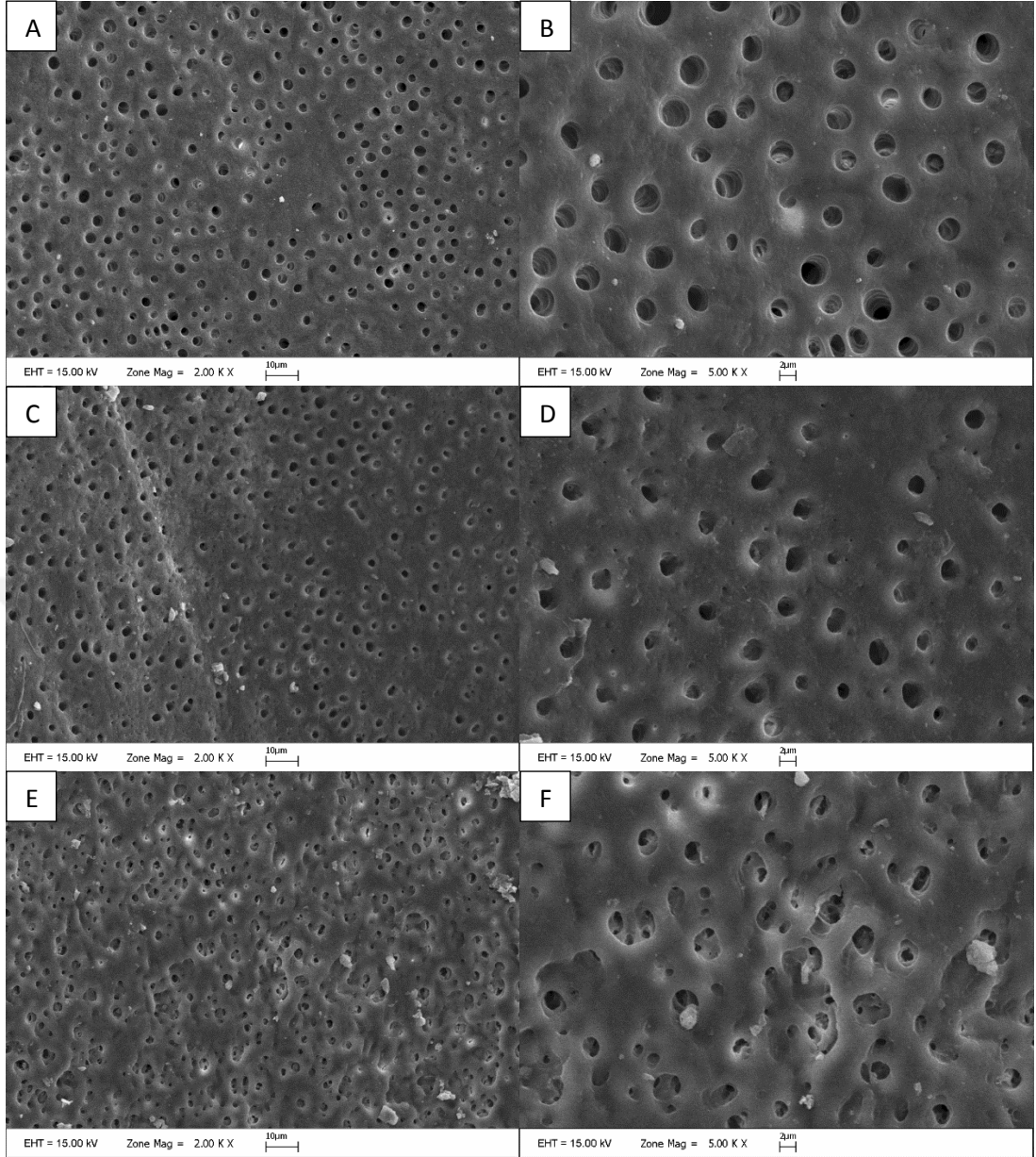
Resim 4. 3. PUİ aktivasyon yöntemi ile yapılan son yıkama sonrası kök kanalının TEM mikrografileri [(A) Koronal bölge X2000, (B) Koronal bölge X5000, (C) Orta bölge X2000, (D) Orta bölge X5000, (E) Apikal Bölge X2000, (F) Apikal bölge X5000)].

Son yıkama işleminde ultrasonik aktivasyon yapılan grupta koronal ve orta bölgelerde kanal patının uzaklaştırıldığı, dentin tübüllerin çoğunlukla açık olduğu, apikal bölgede ise bir miktar debris artığı tabakası olduğu ve dentin tübüllerinin kısmi olarak açık olduğu görülmüştür (Resim 4.3).



Resim 4. 4. XP aktivasyon yöntemi ile yapılan son yıkama sonrası kök kanalının TEM mikrografileri [(A) Koronal bölge X2000, (B) Koronal bölge X5000, (C) Orta bölge X2000, (D) Orta bölge X5000, (E) Apikal Bölge X2000, (F) Apikal bölge X5000)].

XP aktivasyonu yapılan bu grupta koronal ve orta bölgelerde kanal patının çoğunlukla uzaklaştırıldığı ve dentin tübüllerinin açık olduğu, apikal bölgede ise debrisin daha yoğun olduğu ve dentin tübüllerinin kısmi olarak açık olduğu görülmüştür (Resim 4.4).



Resim 4. 5. LAİ ile yapılan son yıkama sonrası kök kanalının TEM mikrografileri [(A) Koronal bölge X2000, (B) Koronal bölge X5000, (C) Orta bölge X2000, (D) Orta bölge X5000, (E) Apikal Bölge X2000, (F) Apikal bölge X5000)].

LAİ grubunda koronal ve orta bölgelerde kanal patının çoğunlukla uzaklaştırıldığı ve dentin tübüllerinin açık olduğu, apikal bölgede ise dentin tabakasındaki erime alanlarıyla beraber dentin tübüllerinin kısmi olarak açık olduğu görülmüştür (Resim 4.5).

5. TARTIŞMA

Gelişen teknoloji ile beraber endodontik tedavilerde kullanılan aletler, sistemler ve tedavi yaklaşımları değişmiş ve gelişmiştir. Endodontiye artan ilgiyle birlikte yapılan endodontik tedavi sayısı giderek artmakta ve bu da beraberinde tekrarlayan kanal tedavi sayısını da arttırmaktadır. Tekrarlayan endodontik tedavilerin başarısının artması da diş kayıplarının önüne geçecektir. Bu nedenle yaptığımız çalışmada başarısız olmuş kök kanal tedavilerinde kanal dolgusunun kök kanal sistemi içerisinde tamamen uzaklaştırılabilmesinin, tekrarlayan endodontik tedavi prognozunu klinik açıdan önemli ölçüde etkileyebileceği düşüncesiyle tekrarlayan kök kanal tedavilerinde kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında EA, PUI, XP, LAİ yıkama solüsyonu aktivasyon yöntemlerinin etkinlikleri karşılaştırıldı.

Çalışma kolaylığı sağlanması ve klinik koşulları yansıtabilmek için çalışmamızda insan alt çene küçük azı dişleri tercih edildi. Örneklerin hepsi çürüksüz, kök rezorpsiyonu, kanal içi kalsifikasyonu olmayan, kırık ve çatlak bulunmayan dişlerden seçilerek standardizasyona dikkat edildi. Dişlerin kron kısımları hem klinik durumu yansıtabilmesi hem de yıkama solüsyonu aktivasyon yöntemlerinde yıkama solüsyonlarına rezervuar sağlamaları amacıyla korundu, ancak çalışmanın standart şartlarda yapılması amacıyla diş boyları tüberkül tepelerinden düzeltmeler yapılarak 20 mm olarak ayarlandı.

NiTi döner ege sistemlerinin ortaya çıkmasıyla beraber kök kanallarının bu sistemlerle şekillendirilmesi popüler hale gelmiştir. Bu döner ege sistemlerinin gelişmesiyle beraber üreticiler döner eğerlerin çapı ve konikliği ile uyumlu GP konlar da üretmişlerdir. Böylece kök kanal sistemlerinin dolgusu da oldukça kolay ve kısa sürede tamamlanabilmektedir ve günümüz kliniğinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Tekrarlayan endodontik tedavi ile ilgili çalışmalar incelendiği zaman kanal dolgularının genellikle lateral kondenzasyon tekniği ile doldurulduğu görülmektedir (15, 66, 70, 167, 173-179). Bununla birlikte, tek kon tekniği kullanılarak yapılan çalışmalar da mevcuttur (180-182). Lateral kondenzasyon tekniğinin kanal duvarına adaptasyonunun zayıf olması, zaman alıcı bir işlem olması, kanal içerisinde homojen bir kütle oluşturamaması ve vertikal kök kırıklarına neden olabilmesi gibi dezavantajları vardır (183). Bununla beraber döner ege sistemleriyle

uyumlu tek kon GP'lerin devamlı ısıyla kompaksiyon gibi bir teknikle uygulandığında apikal bölgeye tam uyum sağlandığı literatürde doğrulanmıştır (184-187). Ayrıca, lateral aksesuar kanalların ve kanal düzensizliklerinin devamlı ısıyla kompaksiyon tekniğinde çok daha etkili bir şekilde doldurulduğu çalışmalarda gösterilmiştir (187-189). Yine yapılan çalışmalarda (190, 191) lateral kondenzasyon ile doldurulan dişlerde devamlı ısıyla kompaksiyon tekniğine göre daha fazla boşluk bulunduğu ve bu dişlerin daha hafif oldukları belirtilmiştir. GP'nin ısıtılması ve plugger ile kondanse edilmesi apikal uyumu artırır, GP'nin kanalın tam şeklini alarak kök kanalının sızdırmaz bir şekilde doldurulmasına imkân sağlar. Diğer sıcak GP dolgu tekniklerine göre apikal bölgede daha az taşkınlık ve sızıntı meydana gelmektedir (192). Devamlı ısıyla kompaksiyon tekniğinin bu avantajları göz önüne alındığında literatürde ki benzer çalışmalarda olduğu gibi (63, 67, 193-196) çalışmamızda kök kanalları devamlı ısıyla kompaksiyon tekniği ile dolduruldu.

Kök kanal tedavisinden sonra meydana gelen başarısızlığın en yaygın sebebi kök kanal sisteminin yeterince şekillendirilip dezenfekte edilememesine bağlı olarak kök kanal sisteminde kalan mikrobiyal floradır (197). Yapılan çalışmalarda (198, 199) apikal periodontitisi bulunan tekrarlayan endodontik tedavi vakalarında sıklıkla kök kanallarından *Enterococcus*, *Actinomyces*, *Candida*, *Streptococcus*, *Pseudomonas* türlerinin izole edildiği gösterilmiştir. Çalışmalarda (200, 201) başarısız endodontik tedavili dişlerde en sık karşılaşılan ve en baskın türün *E. faecalis* olduğu gösterilmiştir. *E. faecalis* diğer mikroorganizmalara oranla dentin kanalcıklarına daha yoğun invazyon gösterir, diğer mikroorganizmaların yaşamlarına olanak bırakmayacak şekilde ortamdaki besinleri tüketir ve yaşamsal virülans faktörleri daha fazladır (202). Bununla beraber tekrarlayan enfeksiyonlarda *C. albicans*'a %1-17 oranlarında rastlanıldığı çalışmalarda rapor edilmiştir (203). *C. albicans* ve *E. faecalis* biyofilm oluşturma yeteneğine sahiptirler (28). Biyofilm birçok farklı mikroorganizmanın bir araya gelmesiyle oluşur ve kendini oluşturan hücreleri dış faktörlerin etkisinden koruyan dinamik bir yapıdır. Endodontik bakteriyel biyofilmlerin eliminasyonu veya önemli ölçüde azaltılması ve kök kanal sisteminin tekrardan kontamine olmasının önlenmesi endodontik tedavide başarılı sonuçlara ulaşmak için önemlidir (204). Kök kanal tedavisinin yenilenmesindeki amaç mikroorganizmaların kök kanal sisteminden uzaklaştırılması ve biyoyumlu materyal ile sızdırmaz kanal dolgusunun yapılmasıdır. Bu amacı gerçekleştirebilmek için

mevcut kanal dolgusunun kök kanal sisteminden tamamen uzaklaştırılması gerekir. Bu konuda literatürde kesin bir veri bulunmamakla beraber kök kanal sisteminin etkin bir şekilde temizlenmesinin tedavi başarısını arttıracaklarını düşünmekteyiz. Gİİ yöntemi günümüzde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Ancak, bu yöntem kök kanallarının koronal bölgelerini daha etkin biçimde temizleyebilmekle birlikte, apikal bölgelerde temizleme etkinliği yeterli değildir (205). Bu yöntemde yıkama solüsyonunun iğne ucundan 1 mm'den fazla ilerleyemediği bildirilmiştir (140). Bu sebeple iğne ile etkili bir yıkama yapmak için iğne ucunun kök kanalı içerisinde kanal duvarlarında sıkışma hissi olmadan mümkün olduğunca apikal bölgeye yakın bir mesafede konumlandırılması ve daha büyük bir pozitif basınç uygulanması gerekmektedir (9). Ancak, bu durum yıkama solüsyonunun periapikal dokular içerisine doğru itilmesine ve bu dokuların irritasyonuna sebep olma riskini arttırmaktadır (103). Bu nedenle kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında yetersiz kalan mekanik preparasyonu ve Gİİ'yi destekleyecek, kimyasal dezenfeksiyonun etkinliğini arttıracak yıkama solüsyonu aktivasyon yöntemleri kullanmanın faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Kanal tedavisinin yenilenmesi sırasında kök kanalından çıkarılan dolgu maddesinin büyük bir çoğunluğu GP'dir. Kanal dolgu patları ise özellikleri itibarıyla kök kanalından uzaklaştırılmaları konusunda farklılık göstermektedirler. Ancak, epoksi rezin içerikli patların koheziv dirençlerinin ve mekanik özelliklerinin iyi olduğu bu nedenle dentin duvarından uzaklaştırılmalarının zor olabileceği rapor edilmiştir (206). Özellikle kanal dolgu kalitesinin yüksek olduğu dişlerde kanal dolgusunun uzaklaştırılması zaman almaktadır. GP kök kanalından paslanmaz çelik el eğeleri (172, 207, 208), ultrasonik ve sonik aletler (162, 209), ısıtılmış aletler (62, 210, 211), kimyasal çözücüler (71, 212, 213), farklı kinematikte çalışan NiTi eğeler (63, 159, 214, 215) ve lazerler (216) yardımıyla uzaklaştırılabilir.

AH Plus kanal patının kullanıldığı tekrarlayan kök kanal tedavileri ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında kanal patının sertleşmesi için 1 hafta (193, 194, 217-220), 2 hafta (161, 221, 222), 4 hafta (223, 224) , 2 ay (225), 3 ay (181) beklenen çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmamızda kök kanal dolgusu tamamlandıktan sonra kanal dolgusunun uzaklaştırılması için 1 hafta beklendi.

Tekrarlayan endodontik tedavilerde kanal dolgusunun uzaklaştırılabilmesi amacıyla kimyasal çözücüler kullanılabilir. Kloroform, ksilen, ökaliptol, halotan bu çözücülerden bazılarıdır. Kloroform GP'yi diğer çözücülere göre daha hızlı çözmesi, kolay elde edilmesi ve ucuz olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (76, 80). Kloroformun toksik ve karsinojenik etkileri olduğu bilinmektedir (226). Kloroforma alternatif olarak ksilen, ökaliptol, portakal yağı kullanılması önerilmektedir (227, 228). Kimyasal çözücüler GP'yi yumuşatarak uzaklaştırılmasını kolaylaştırırken, kanal duvarı yüzeyinde ise uzaklaştırılması daha zor olan bir tabaka oluşturmakta (54, 56, 229), kök kanalında transplantasyon ve basamak oluşumu gibi iyatrojenik hatalara sebebiyet verebilmekte (83) ve yumuşamış GP'nin düzensiz kanal alanlarına itilmesine neden olabilmektedirler (230). NiTi döner eğelerin sürtünme nedeniyle oluşturdukları ısı etkisiyle GP'yi yumuşatmaları ve kolay bir şekilde çalışma boyuna ulaşabilmelerinden dolayı çalışmamızda daha önce yapılan çalışmalara (222, 231, 232) benzer şekilde kimyasal çözücüler kullanılmadı.

Günümüzde kanal dolgu maddelerinin kanaldan uzaklaştırılmalarını sağlamak üzere üretilmiş NiTi döner eğeler bulunmaktadır. Bu sistemler daha hızlı ve etkili sonuçlar vermektedir. Yaptığımız çalışmada kanal dolgusunun uzaklaştırılması için D1, D2, D3 PTUR eğeleri ve devamında PTN X2, X3, X4, X5 kullanıldı. Tekrarlayan endodontik tedavilerde apikal preparasyon çapının mevcut preparasyon çapından daha büyük olması halinde kalan dolgu materyal miktarının daha az olacağı (5, 158, 161, 233) ve apikal çapın küçük olmasının yıkama solüsyonlarının bu bölgeye ulaşmasını sınırlandıracağı (234) rapor edilmiştir. Bu nedenle çalışmamızda kanal dolgusu yapılmadan önce ana apikal eğe uç çapı 0,40 mm (R40; 0,40 mm; 0,06 koniklik) iken tekrarlayan endodontik tedavi işlemi için apikal genişletmeyi tamamladığımız eğe PTN X5 (0.50 mm: 0,06 koniklik) olarak tercih edildi. NiTi döner aletlerin tekrarlayan kullanımları sonucunda yüzeylerinde yıpranmalar, bozulmalar ve mikro çatlaklar gözlenmektedir. Kesme özellikleri azalmakta ve eğe kırığı oluşması için riskli hale gelmektedirler (235, 236). Bu nedenle çalışmamızda diğer çalışmalarla benzer şekilde (165, 222, 237) tekrarlayan tedavi sırasında her bir eğe 3 dişte kullanıldıktan sonra çalışmadan çıkarıldı ve NiTi döner eğelerle temizleme işlemine eğe üzerinde ve yıkama solüsyonunda GP ve pat kalıntısı kalmayana kadar devam edildi (238).

Mekanik preparasyon tamamlandıktan sonra Gİİ, EA, PUI, XP, LAİ aktivasyon yöntemleri ile son yıkama işlemi tamamlandı. Grup 1 dışındaki gruplarda, kanallar sırasıyla 6'şar mL %2,5'lik NaOCl ve %15'lik EDTA ile her bir solüsyon için 60 sn olacak şekilde toplamda 120 sn yıkandı. LAİ, EA, PUI ve XP gruplarında işlemler, NaOCl ve EDTA solüsyonları için 60 sn boyunca 30'ar sn den 2 kez tekrarlandı (Toplamda 30 sn x4). Son olarak kanallar 15 mL SF ile Gİİ kullanılarak yıkandı.

Smear tabakasının uzaklaştırılmasında inorganik dokunun kaldırılması için EDTA (239) organik dokunun kaldırılması için de NaOCl kullanılması tavsiye edilmektedir (240, 241). Kanal dolgu maddesinin uzaklaştırılmasıyla ilgili çalışmalar incelendiğinde son yıkama işleminde bazı çalışmalarda (193, 194, 242-244) sadece NaOCl aktivasyonu yapılırken, bazı çalışmalarda (217, 220) ise hem NaOCl hem de EDTA solüsyonları aktive edilmiştir. Çalışmamızda artık dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında daha etkili olacağını düşündüğümüz için hem EDTA hem de NaOCl solüsyonu aktivasyonu yapıldı.

Kalan dolgu maddesinin değerlendirilmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. GP ve kanal patı artıkları radyografi yöntemiyle, kökler uzunlamasına ikiye ayrılarak, dişlerin şeffaflaştırılması, μ -BT, TEM gibi yöntemlerle incelenebilmektedir. Köklerin uzunlamasına ikiye ayrılarak alınan kesitlerden steriomikroskop ile elde edilen görüntüler bilgisayar ortamında incelenmektedir. Kök kanal dolgusu uzaklaştırıldıktan sonra bukkal ve lingual kök yüzeyine, kökün uzun aksına paralel oluklar açılır ve keskin bir alet bu çentiklerden birine yerleştirilerek hafifçe vurulur. Böylece, kök uzunlamasına iki parçaya ayrılır. Schirmmester (15) dişler bu şekilde uzunlamasına ikiye ayrıldığında artık dolgu maddesinin yer değiştirdiğinden ve kayıplar olabileceğinden bahsetmiştir. Radyografi yönteminin iki boyutlu görüntü sağlaması ve kalan dolgu materyalinin bazı durumlarda görüntüde belirlenememesi bu tekniğin dezavantajıdır. Yapılan çalışmalarda (122, 230) radyografi yöntemi ile kalan dolgu maddesinin değerlendirilmesinde mikroskop yöntemine kıyasla yanıltıcı sonuçlar alınmış ve değerlendirme sonuçlarında önemli farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Kalan dolgu maddesinin değerlendirilmesinde kullanılan bir başka yöntem de çeşitli kimyasal solüsyonlarla dişlerin şeffaflaştırılmasıdır. Bu yöntem ile dişler ikiye ayırma yönteminde olabileceği gibi zarar görmemekte ve artık dolgu materyalinde kayıplar yaşanmamaktadır. Ancak, bu yöntemde zaman alıcıdır ve

yapılan fotoğrafik inceleme radyografik yöntemde olduğu gibi 2 boyutlu olarak bilgi vermektedir (245). Günümüzde bu tekniklerin dezavantajlarını ortadan kaldıran yüksek çözünürlüklü, 3 boyutlu incelemeye olanak sağlayan μ -BT yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (181, 219, 246, 247). μ -BT tekniği ile görüntüler istenilen aşamalarda tekrarlanabilir, işlem öncesi ve sonrasında görüntüler arası farklılıklar gösterilebilir. Bu avantajlarının yanı sıra μ -BT pahalı ve zaman alıcı bir uygulamadır.

Çalışmamızda, örneklerin incelenmesinde yaygın olarak kullanılan (161, 165, 222, 230, 246, 248) ve doğrudan incelenmesine imkân sağlayan kesit alma yöntemi kullanıldı. Kanal dolgusunun uzaklaştırılmasından sonra dişler bukkolingual yönde uzunlamasına ikiye ayrıldı ve ardından her iki kök yarısından X0.8 büyütmede stereomikroskop ile görüntü alındı. Dişlerin ikiye ayrılması sırasında kırılan dişler çalışma dışı bırakıldı. Stereomikroskop ile alınan görüntüler üzerinde Image J programıyla aracılığıyla hesaplamalar yapıldı.

Yaptığımız çalışmanın istatistiksel sonucunda kök kanalının koronal ve orta üçlü bölgelerinde tüm aktivasyon yöntemlerinin Gİİ yönteminden anlamlı derecede daha fazla dolgu materyalinin uzaklaştırılmasını sağladığı, apikal bölgede ise Gİİ ile EA, PUİ ve XP aktivasyon yöntemleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı iken Gİİ ve LAİ arasındaki farkın önemsiz olduğu görüldü. Bununla beraber diğer aktivasyon yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı. Ayrıca, kök kanalının apikal, orta ve koronal üçlü bölgeleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak en fazla artık dolgu materyalinin benzer çalışmalarla (54, 173) uyumlu olarak apikal bölgede kaldığı görüldü. Dolgu materyalinin kök kanalının koronalinden apikale doğru uzaklaştırılmaya başlanması koronal ve orta üçlü bölgelerinin apikal bölgeye göre yıkama solüsyonları ile daha uzun süre temas halinde kalmasına neden olmaktadır. Aynı durum mekanik preparasyon içinde geçerlidir. Bu durum apikal bölgede daha fazla dolgu artığı kalmasına neden olabilir. Ayrıca, TEM’de elde edilen görüntülerde apikal bölgede görünen dentin tübülleri koronal ve orta bölgeye göre daha az sayıdadır. Bu durum apikal bölgede dentin tübüllerinin daha düzensiz yapıya sahip olması ve daha az sayıda bulunması, boyutlarının daha küçük ve daha sklerotik olmalarıyla açıklanabilir (249).

Kök kanalının toplam alanı göz önüne alındığında Gİİ grubu ile PUI, EA, XP grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, Gİİ ve LAİ grubu arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı. LAİ grubu ve PUI grupları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi.

Alves ve ark. (250), yaptıkları bir çalışmada farklı ege sistemleri ile tekrarlayan endodontik tedavi işlemi sonrasında artık dolgu materyali kalmış olan dişlerde XP'yi ilave temizleme etkisi amacıyla kullanmıştır. XP etkinliğini işlem öncesi ve sonrasında μ -BT görüntüleme sistemi kullanarak değerlendirmiştir ve mekanik preparasyon sonrasında XP aktivasyonunun kalan dolgu materyal miktarını azalttığı sonucuna varmışlardır. Bizim çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak XP; Gİİ, EA, PUI, LAİ teknikleri ile karşılaştırıldı. Alves ve ark.(250), XP'yi üreticinin tavsiye ettiği şekilde 37 °C ortamda ve NaOCl sıcaklığını da 37 °C'ye getirerek kullanmıştır. Çünkü XP NiTi MaxWire alaşımından üretilmiştir ve 20 °C'nin altında martensitik fazda olup düz şekillidir. Ancak, kök kanalı içerisine yerleştirildiğinde 35 °C ve üzerinde östenitik faza geçer ve kaşık şeklini alarak çapı 6 mm'ye ulaşan bir aktivasyon alanı oluşturur. Ege, kanal boyunca 7-8 mm ileri geri hareketlerle kullanılırken kanalın daralan ve genişleyen bölgelerine göre şekillenir ve tüm kanal boyunca yıkama solüsyonuna turbülans etkisi oluşur. Bizim çalışmamızda da üretici tavsiyesine göre yıkama solüsyonları (NaOCl ve EDTA) 37 °C'de kullanıldı. XP kanalın koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde Gİİ'ye göre daha fazla dolgu materyali uzaklaştırılmasını sağlarken; diğer aktivasyon yöntemleri ile benzer sonuçlar elde edildi. Çalışmamızda XP'nin artık kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılma etkinliğini arttırdığı, fakat tamamen temizleyemediği sonucu daha önce yapılan çalışma (250) bulgularıyla uyumludur.

Özyürek ve ark., (243) sıcak vertikal kompaksiyon tekniği ile doldurulmuş oval kanallara sahip kanin dişlerde DR1, DR2 eğeleri ile kanal dolgusunun uzaklaştırılmasının ardından XP, EA, İrriSafe ve Gİİ etkinliğini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda XP'nin EA ve İrriSafe aktivasyon yöntemlerinden daha etkili olduğunu, ayrıca bu üç yöntemin de Gİİ'den daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise PUI, EA ve XP arasında istatistiksel fark olmasa da PUI ve EA kullanımı ile daha iyi sonuçlar elde edildiği görüldü. Özyürek ve ark.,'nın kanal dolgusunu uzaklaştırmak üzere son ege olarak DR2 (25.04) kullanmış olmaları,

aktivasyon uçları olarak kullanılan IS 0,25 ve EA 25/04 uçların aktivasyon etkinliklerini sınırlandırmış olabilir. Literatürde kök kanalı içerisinde 25 nolu eğin 15, 20 nolu eğelere göre daha az akustik akışa neden olduğu belirtilmiştir (251). Her 2 çalışmada da kullanılan farklı aktivasyon uç boyutları ile beraber Özyürek ve ark.'nın, sadece NaOCl aktivasyonu yapmaları ayrıca oval kanallı dişler kullanmış olmaları, bizim çalışmamızda ise hem NaOCl hem de EDTA'nın 35/04 EA uç ve 20 nolu ultrasonik eğe ile aktive edilmesinin farklı sonuçların elde edilmesine neden olduğunu düşünmekteyiz.

Yukarıdaki çalışmalardan başka kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında çalışmamızla karşılaştırma yapabileceğimiz XP aktivasyon yöntemi kullanan bir çalışma bulunmamaktadır. XP yıkama solüsyonu aktivasyonunda kullanılmak üzere üretilmiş yeni bir eğe sistemidir. XP kullanılarak kanal dolgu maddesinin uzaklaştırılması (243, 250), smear tabakasının kaldırılması (10), kalsiyum hidroksit (252, 253) ve üçlü antibiyotik patının (254) uzaklaştırılmasıyla ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışma sonuçlarını karşılaştırmak için yapılacak başka çalışmalara gereksinim vardır. Ancak, çalışma sonuçları genel olarak şunu göstermiştir ki; yıkama solüsyonu aktivasyonunda XP kullanmak Gİİ'ye göre daha etkili bir yöntemdir.

LAİ erbiyum grubu lazerler ile çeşitli fiber optik uçlar kullanılarak uygulanabilir. Lazer uçlar araştırmacının tercihine göre kanal içerisinde veya kanal girişinde tutulabilir. PİPS spesifik bir LAİ tekniğidir ve ER:YAG lazer ile uygulanır. PİPS tekniğinde kullanılan fiber optik ucun 4 mm'lik kısmı sıyrılmış radyal tasarımdadır. Bu uç lazer enerjisinin lateral yönlü daha etkili bir şekilde iletilmesini sağlar.

Jiang ve ark., (193) oval kanallarda sonik, ultrasonik ve LAİ aktivasyon yöntemlerinin kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda bizim çalışmamızla benzer şekilde apikal bölge, koronal ve orta üçlü bölgelerine göre en az temizlenen alan olmuştur. Kanal dolgu maddesinin uzaklaştırılmasında LAİ en etkili yöntem olarak rapor edilmiş, ardından ultrasonik yöntem, en az etkili yöntem ise sonik aktivasyon yöntemi olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda LAİ'un etkinliği sonik ve ultrasonik yöntemden daha düşük bulundu. Jiang ve ark.,'nın (193) LAİ'yi PİPS tekniğinde uygulamaları

LAI'nin diğer yöntemlere göre daha fazla artık dolgu maddesi uzaklaştırmasına neden olmuş olabilir.

Çalışmamızda LAİ, Er,Cr:YSGG lazer ile RFPT5 fiber optik uç kullanılarak 1.5 W, 20 Hz güç ayarlarında, optik uç kanal girişinde tutularak yapıldı. Literatürde 1.5 ve 2,5 W güç ayarlarında smear tabakasının daha etkili bir şekilde kaldırıldığı belirtilmiştir (255). Bu nedenle çalışmamızda 1.5 W güç ayarı tercih edildi. İstatistiksel sonuçlara göre LAİ koronal ve orta üçlüde diğer aktivasyon yöntemleri ile benzer şekilde Gİİ'den üstün bulundu. Apikal bölgede ise Gİİ ile benzer etkinlik gösterdi. Koronal ve orta üçlü bölgelerinde diğer tekniklerle arasında istatistiksel fark bulunmamasına rağmen diğer yöntemlere göre etkinliğinin daha az olduğu görüldü. Lazer uygulamalarının kök kanalında çatlak oluşumu, yıkama solüsyonunun apikal bölgeden taşması, karbonizasyon ve kısmi erimelere neden olan termal etkiler gibi olumsuz etkileri bulunmaktadır (147, 256). Bu nedenle çalışmamızda fiber optik uç kanal girişinde tutularak işlem gerçekleştirildi. George ve ark., (257) yaptıkları çalışmalarında aynı yıkama solüsyonu ve aynı lazer sisteminde karşılaştırılan konik fiber uçların düz fiber uçlara göre smear tabakasının uzaklaştırılmasında daha etkili oldukları sonucuna varmışlardır. Bu nedenle, çalışmamızda kullanmak üzere konik uç formuna sahip RFPT5 fiber optik uç tercih edildi. Literatürde Er,Cr:YSGG lazer kullanılarak yapılan LAİ çalışmalarında, LAİ'nin kök kanalında antibakteriyal etkinliği arttırdığı (258), smear tabakasını etkili bir şekilde kaldırdığı (153, 257) gösterilmiştir. Ancak, literatürde Er,Cr:YSGG lazer kullanılarak yapılan LAİ'nin artık dolgu maddesini uzaklaştırma etkinliğini çalışma sonucumuzla karşılaştırabileceğimiz başka bir çalışma bulunmamaktadır. Lazerlerin etkinliğini kullanılan güç seviyesi, uygulama süresi, dokudaki absorpsiyon miktarı, kök kanalının geometrisi ve uçla hedef arasındaki mesafe gibi birçok faktör etkilemektedir. Tüm bu faktörler göz önüne alındığında daha kesin veriler için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışma sonuçları incelendiğinde istatistiksel farklılık tespit edilmese de PUI'nin kök kanalının tüm bölgelerinde en çok dolgu maddesi uzaklaştıran sistem olduğu görüldü. Bu farklılık ultrasonik aktivasyonun yıkama süresi boyunca kanalda yıkama solüsyonunda yüksek hız ve akış hacmi oluşturması, yan kanallara daha fazla miktarda kimyasal solüsyonun ulaşmasından kaynaklanmaktadır (137). PUI sırasında

ultrasonik enerji eğe aracılığıyla yıkama solüsyonuna aktarılır ve bu enerji yıkama solüsyonunda eğe etrafında dairesel hızlı bir sıvı hareketi olarak tanımlanan akustik akışı ve akustik akış beraberinde sıvıda gaz baloncuklarının oluşması, genişleyip bozulması olarak tanımlanan kavitasyon olaylarını gerçekleştirir (128). Bununla beraber PUI esnasında kanal içerisinde perforasyonlar, şekil düzensizlikleri gibi komplikasyonların oluşmaması için ultrasonik eğenin kanal içerisinde serbest bir şekilde hareket etmesi gerekir (259). Kök kanalı içerisinde 25 nolu eğenin 15, 20 nolu eğelere göre daha az akustik akışa neden olduğu belirtilmiştir (251). Bu nedenle PUI'de kullanılmak üzere ince düz bir tel ya da 15, 20 nolu kanal eğelerinin kullanılması önerilmektedir (128).

Martins ve ark., (260) oval şekilli alt çene küçük azı dişlerde kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında Resiproc sistem ile PTN sistemlerinin etkinliğini PUI ve EA aktivasyon yöntemleriyle beraber μ -BT görüntüleme ile incelemişlerdir. Çalışma sonucunda döner eğe sistemlerinin benzer sonuçlar göstermesiyle beraber aktivasyon yöntemlerinin kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında ilave bir katkısı olmadığı rapor edilmiştir. Yazara göre isthmusların çokça bulunduğu ya da kanal morfolojisi yassı şekilde olan dişlerde mekanik preparasyonun etkinliği azalmakta ve yıkama solüsyonu aktivasyonunun etkinliği önem kazanmaktadır. Çalışmalarında mekanik preparasyonla dolgu maddesinin etkili bir şekilde uzaklaştırıldığını bu nedenle PUI ve EA aktivasyonunun etkili olmadığını savunmuşlardır.

Bu çalışmada EA ve PUI benzer sonuçlar göstermiş ve GIİ'den üstün bulundu. Martins ve ark.,'nın (260) kanal dolgularında tek kon tekniği kullanmaları, bu çalışmada devamlı ısıyla kondenzasyon tekniği kullanmış olmamızın çalışma sonucunu etkilediği düşüncesindeyiz.

PUI ve EA'nın karşılaştırıldığı smear tabakasının, kalsiyum hidroksitin ve üçlü antibiyotik patının uzaklaştırılmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda PUI'nin EA'dan daha etkili olduğunu (104, 261, 262), benzer sonuçlar (263-265) gösterdiğini ya da daha az etkili (266-268) olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur.

Ultrasonik aktivasyonun sonik aktivasyondan daha üstün olması daha yüksek frekansa sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Yüksek frekans yüksek akış hızına

neden olmaktadır. Sonik aktivasyonun çalışma prensibini araştıran bir çalışmada, su içinde sonik olarak harekete geçirilen ucun salınım genliğinin yaklaşık 1 mm olduğu gösterilmiştir. Apikal çapın 0.5 mm'den daha küçük olduğu göz önüne alındığında bu durum sonik ucun serbest hareketini engellemekte ve yıkama solüsyonundaki etkili akışı azaltmaktadır. Yapılan bir çalışmada (269) sonik ucun kavitasyon oluşturmadığı gözlenmektedir. Bu durum solüsyonda oluşan hızın kavitasyon için gerekli eşik değerin altında kalması ile açıklanmaktadır.

PUİ'nin etkinliği azaltan bazı etken durumlar sözkonusudur. Bu durumlar, kök kanal merkezinde ultrasonik olarak aktive edilen eğenin pozisyonunun ve kanal içerisinde küçük bir sıkışma ile değişebilen yer değişirme genliğinin standartlaştırılmasının zor olması olarak tarif edilebilir. Bu durum PUİ etkinliğini direkt olarak etkiler. Bu problemin üstesinden ultrasonun frekansının arttırılması ile gelinebilir. Bu şekilde yıkama solüsyonunun akış hızı daha gl olacaktır ve böylece eğenin pozisyonundaki küçük değişiklikler daha küçük etkiler oluşturacaktır (128). PUİ'de akış modeli titreşen eğenin uzunluğu boyunca birçok nod ve antinodların karakteristik modelinin karşılığıdır. PUİ salınım genliğinin karakteristik özellikleri nedeniyle alet kanal duvarına temas ettiğinde istenmeyen, hareketi köreltici bir etki oluşmaktadır ve PUİ etkinliği azalmaktadır (266). Sonik aktivasyon tek pozitif ve negatif nod ile çalışmaktadır. Titreşimli sonik alet yan duvar temasından etkilenmemektedir (270). Sonik eğenin hareketi sınırlandığında yan bölgelere doğru olan hareketi kaybolur. Ancak, uzunlamasına bir titreşim hareketi devam eder (271).

Sonuç olarak, ultrasonik aktivasyon yöntemi yüksek frekansa sahip olması nedeniyle yıkama solüsyonunda akustik akış ve kavitasyon meydana getirebilmekte ve yıkama solüsyonunun etkinliğini arttırmaktadır. Ancak, tüm aktivasyon yöntemleri kök kanal sisteminin şeklinden, hacminden etkilenmektedir. Buna bağlı olarak çalışmalarda kullanılan farklı dişler, preparasyon sistemleri, aktivasyon süreleri, aktivasyon uçların çeşitliliği çalışma sonuçlarını etkilemektedir ve birçok bileşeni içeren bu konu ile ilgili ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda AH Plus kanal patının dentin tübüllerine penetre olduğu ve tamamen uzaklaştırılmadığı görülmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada Endosequence BC ve AH Plus kanal patlarının retreatment sonrasında kalan artık kanal patlarının

dentin tübüllerine penetrasyonları konfokal mikroskop ile incelenmiş ve AH Plus'ın bioseramik pata göre önemli derecede daha derine penetre olduğu gösterilmiştir. Kanal patlarının tamamen uzaklaştırılması için kök kanal dentininden %40-60 oranında ilave dentin kaldırılması gerektiği belirtilmiştir (272).

Viapiana ve ark., (273) ısı uygulamasının AH Plus'un kimyasal özelliklerini değiştirdiğini rapor etmiştir. Camilleri ve ark., (274) çalışmalarında sıcak GP dolgu tekniklerinde uygulanan ısının kullanılan kanal patlarına olan etkilerini incelemişlerdir. Isı uygulamasıyla beraber AH Plus'ın amin gruplarını kaybettiğini rapor etmişlerdir. Amin grupları polimerizasyon reaksiyonunun gerçekleşmesi için gereklidir. AH Plus'un sertleşme süresinin önemli düzeyde azaldığını ve film kalınlığının arttığını rapor etmişlerdir. AH Plus'ın yapısında meydana gelen bu değişikliğin kanal patının uzaklaştırılmasında ki etkisi bilinmemektedir. Bu konuda yapılacak ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda kullandığımız yıkama solüsyonu aktivasyon yöntemleri GIİ'a göre daha fazla artık dolgu materyalinin uzaklaştırılmasını sağlamıştır. Bu nedenle tekrarlayan endodontik tedavi sonrasında son yıkamada herhangi bir aktivasyon yöntemi kullanmanın başarıyı arttıracaklarını düşünmekteyiz. XP üreticinin iddia ettiği gibi kök kanalının dolgu materyalinden tamamen temizlenmesini sağlayamamıştır. Ancak, kök kanalının temizlenmesine olumlu bir katkısı söz konusudur. LAİ'de kullanılan fiber optik uçların çeşitliliği ve farklı lazer parametreleri çalışma sonuçlarını etkilemektedir. Ayrıca, lazer uygulamalarının diş dokuları ve diş çevre dokularına olan etkilerinin tam olarak bilinmemesi nedeniyle bu konuda yapılacak ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Her bir sistemin kendine ait avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Birbirleriyle benzer etkinlik göstermiş olmaları göz önüne alındığında klinisyen uygulayacağı aktivasyon yöntemini tedavisini yaptığı dişin kök kanal sistemini, kullanılan kanal dolgu tekniği ve materyalini ve ekonomik şartları dikkate alarak seçmelidir.

6. SONUÇ

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulara dayanarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

1. Tüm gruplarda artık dolgu maddeleri kök kanallarında tamamen uzaklaştırılmamıştır.
2. Kanalların apikal bölgelerinde, orta ve koronal bölgelerine göre daha fazla artık dolgu maddesi kaldığı görülmüştür.
3. Kanal dolgu maddesi uzaklaştırıldıktan sonra uygulanan yıkama solüsyonu aktivasyon yöntemleri (EA, XP, PUI, LAİ) GIİ'ye göre daha fazla dolgu maddesinin uzaklaştırılmasını sağlamıştır.
4. Çalışma sonucunda gruplar karşılaştırıldığında, koronal ve orta üçlü bölgelerinde EA, PUI, XP, LAİ aktivasyon yöntemleri arasında istatistiksel olarak bir fark olmasa da en fazla dolgu maddesi PUI yöntemiyle uzaklaştırılmıştır. Apikal üçlü bölgesinde ve tüm kanal alanı değerlendirildiğinde LAİ ile GIİ arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir. Tüm kanal alanı değerlendirildiğinde ise LAİ ile PUI arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür.
5. Tekrarlayan tedavilerde artık dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında Er,Cr:YSGG lazer ve XP kullanılarak yapılan yıkama solüsyonu aktivasyon yöntemlerinin etkinliğini karşılaştırmak üzere yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Alves FR, Almeida BM, Neves MA, Moreno JO, Rôças IN, Siqueira JF. Disinfecting oval-shaped root canals: effectiveness of different supplementary approaches. *Journal of endodontics*. 2011;37(4):496-501.
2. Ørstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Dental Traumatology*. 1990;6(4):142-9.
3. 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. *International endodontic journal*. 2012;45(4):386-92.
4. Ma J, Al-Ashaw AJ, Shen Y, Gao Y, Yang Y, Zhang C, et al. Efficacy of ProTaper Universal Rotary Retreatment System for Gutta-percha Removal from Oval Root Canals: A Micro-Computed Tomography Study. *Journal of endodontics*. 2012;38(11):1516-20.
5. 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. *International endodontic journal*. 2012;45(6):580-9.
6. Byström A, Happonen RP, Sjögren U, Sundqvist G. Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. *Dental traumatology*. 1987;3(2):58-63.
7. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa A. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *International endodontic journal*. 2005;38(10):743-52.
8. Yang G, Yuan G, Yun X, Zhou X, Liu B, Wu H. Effects of Two nickel-titanium instrument systems, Mtwo versus ProTaper universal, on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *Journal of endodontics*. 2011;37(10):1412-6.

9. Gu L-s, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of Endodontics*. 2009;35(6):791-804.
10. 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*. 2016:1-6.
11. Soares F, Varella CH, Pileggi R, Adewumi A, Guelmann M. Impact of Er, Cr: YSGG laser therapy on the cleanliness of the root canal walls of primary teeth. *Journal of endodontics*. 2008;34(4):474-7.
12. Conde A, Estevez R, Loroño G, Valencia de Pablo Ó, Rossi-Fedele G, Cisneros R. Effect of sonic and ultrasonic activation on organic tissue dissolution from simulated grooves in root canals using sodium hypochlorite and EDTA. *International Endodontic Journal*. 2016.
13. Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 2: treatment planning for retreatment. *Journal of endodontics*. 1988;14(12):607-14.
14. Mandel E, Friedman S. Endodontic retreatment: a rational approach to root canal reinstrumentation. *Journal of endodontics*. 1992;18(11):565-9.
15. Schirrmeister JF, Wrbas K-T, Meyer KM, Altenburger MJ, Hellwig E. Efficacy of different rotary instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Journal of Endodontics*. 2006;32(5):469-72.
16. Siqueira J. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *International endodontic journal*. 2001;34(1):1-10.
17. Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. *Journal of endodontics*. 1992;18(12):625-7.
18. Friedman S, Stabholz A. Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 1: Criteria for case selection. *Journal of endodontics*. 1986;12(1):28-33.

19. Stabholz A, Friedman S, Tamse A. Endodontic failures and retreatment. Pathways of the pulp. 1994;6:690-728.
20. Bergenholtz G, Lekholm U, Milthon R, Heden G, Ödesjö B, Engstrom B. Retreatment of endodontic fillings. European Journal of Oral Sciences. 1979;87(3):217-24.
21. Grossman L. Endodontic failures. Dental clinics of North America. 1972;16(1):59-70.
22. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. Dent Clin North Am. 1974;18:269-96.
23. Levin LG, Law AS, Holland G, Abbott PV, Roda RS. Identify and define all diagnostic terms for pulpal health and disease states. Journal of Endodontics. 2009;35(12):1645-57.
24. Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. Journal of endodontics. 1992;18(9):427-30.
25. Hepworth MJ, Friedman S (1997). Treatment outcome of surgical and nonsurgical management of endodontic failures. J Can Dent Assoc, 63:364-371.
26. Aydın M. Endodontik mikrobiyoloji. Tıp ve Diş Hekimliğinde Genel ve Özel Mikrobiyoloji (s205-22) Ankara: Güneş Kitapevi Ltd Şti. 2004.
27. Flahaut S, Frere J, Boutibonnes P, Auffray Y. Comparison of the bile salts and sodium dodecyl sulfate stress responses in Enterococcus faecalis. Applied and environmental microbiology. 1996;62(7):2416-20.
28. Siqueira JF, Sen BH. Fungi in endodontic infections. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 2004;97(5):632-41.
29. Gutmann JL, Harrison JW. Surgical endodontics: Ishiyaku EuroAmerica; 1991.

30. Niemczyk S. Re-inventing intentional replantation: a modification of the technique. *Practical procedures & aesthetic dentistry: PPAD*. 2001;13(6):433-9; quiz 40.
31. Kvist T. Endodontic retreatment. *Swed Dent J Suppl*. 2001;144:1-57.
32. Del Fabbro M, Taschieri S, Testori T, Francetti L, Weinstein RL. Surgical versus non-surgical endodontic re-treatment for periradicular lesions. *The Cochrane Library*. 2007.
33. Derhalli M, Mounce RE. Clinical decision making regarding endodontics versus implants. *Compend Contin Educ Dent*. 2011;32(4):24-6.
34. Nudera WJ. Selective root retreatment: a novel approach. *Journal of endodontics*. 2015;41(8):1382-8.
35. Gorni FG, Gagliani MM. The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *Journal of endodontics*. 2004;30(1):1-4.
36. Allen RK, Newton CW, Brown CE. A statistical analysis of surgical and nonsurgical endodontic retreatment cases. *Journal of Endodontics*. 1989;15(6):261-6.
37. Kvist T, Reit C. Results of endodontic retreatment: a randomized clinical study comparing surgical and nonsurgical procedures. *Journal of Endodontics*. 1999;25(12):814-7.
38. Torabinejad M, Corr R, Handysides R, Shabahang S. Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *Journal of endodontics*. 2009;35(7):930-7.
39. Kvist T, Reit C. The perceived benefit of endodontic retreatment. *International endodontic journal*. 2002;35(4):359-65.
40. Pak JG, White SN. Pain prevalence and severity before, during, and after root canal treatment: a systematic review. *Journal of endodontics*. 2011;37(4):429-38.

41. Law AS, Nixdorf DR, Rabinowitz I, Reams GJ, Smith JA, Torres AV, et al. Root canal therapy reduces multiple dimensions of pain: a national dental practice-based research network study. *Journal of endodontics*. 2014;40(11):1738-45.
42. Çalışkan MK. Nonsurgical retreatment of teeth with periapical lesions previously managed by either endodontic or surgical intervention. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2005;100(2):242-8.
43. Torabinejad M, Goodacre CJ. Endodontic or dental implant therapy: the factors affecting treatment planning. *The Journal of the American Dental Association*. 2006;137(7):973-7.
44. Zitzmann N, Krastl G, Hecker H, Walter C, Weiger R. Endodontics or implants? A review of decisive criteria and guidelines for single tooth restorations and full arch reconstructions. *International endodontic journal*. 2009;42(9):757-74.
45. 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? *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2007;22(7).
46. Vozza I, Barone A, Quaranta M, De Paolis G, Covani U, Quaranta A. A Comparison between Endodontics and Implantology: An 8-Year Retrospective Study. *Clinical implant dentistry and related research*. 2013;15(1):29-36.
47. Ruddle CJ. Cleaning and shaping the root canal system. *Pathways of the Pulp*. 2002.
48. Roda RS, Gettleman B. Nonsurgical retreatment. *Pathways of the pulp*. 2006;9:944-1010.
49. Bergeron BE, Murchison DF, Schindler WG, Walker WA. Effect of ultrasonic vibration and various sealer and cement combinations on titanium post removal. *Journal of endodontics*. 2001;27(1):13-7.

50. Luks S. Guttapercha versus silver points in the practice of endodontics. *The New York state dental journal*. 1965;31(8):341.
51. Sakkal S, Gauthier G, Milot P, Lemian L. A clinical appraisal of the Gonon post-pulling system. *Journal (Canadian Dental Association)*. 1994;60(6):537.
52. Stamos DE, Gutmann JL. Revisiting the post puller. *Journal of endodontics*. 1991;17(9):466-8.
53. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *Journal of endodontics*. 2004;30(5):289-301.
54. Sae-Lim V, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of ProFile. 04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *Journal of Endodontics*. 2000;26(2):100-4.
55. Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 3. Retreatment techniques. *Journal of endodontics*. 1990;16(11):543-9.
56. Duncan HF, CHONG BS. Removal of root filling materials. *Endodontic topics*. 2008;19(1):33-57.
57. Scianamblo M. Endodontic failures: the retreatment of previously endodontically treated teeth. *Revue D'Odonto Stomatologie*. 1988;17(5):409-23.
58. Chong B, Pitt FT. Endodontic retreatment. 2: Methods. *Dental update*. 1996;23(9):384-7, 90.
59. Gilbert BO, Rice RT. Re-treatment in endodontics. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1987;64(3):333-8.
60. Himel V, McSpadden J, Goodis H, Cohen S, Hargreaves K. Pathways of the Pulp. *Pathways of the pulp, ninth edition*. 2006.
61. Saunders E. In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. Part II. Histological response to

- temperature elevation on the external surface of the root. *International endodontic journal*. 1990;23(5):268-74.
62. Lipski M, Woźniak K. In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperature rises during thermafil retreatment using system B. *Journal of endodontics*. 2003;29(6):413-5.
 63. Çelik Ünal G, Üreyen Kaya B, Taç A, Keçeci A. A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. *International Endodontic Journal*. 2009;42(4):344-50.
 64. Taşdemir T, Yildirim T, Çelik D. Comparative study of removal of current endodontic fillings. *Journal of Endodontics*. 2008;34(3):326-9.
 65. Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XY. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *International Endodontic Journal*. 2008;41(4):288-95.
 66. Somma F, Cammarota G, Plotino G, Grande NM, Pameijer CH. The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *Journal of Endodontics*. 2008;34(4):466-9.
 67. http://www.endoruddle.com/tc2pdfs/73/ProTaperRETX_DFU.pdf
 68. <http://www.micro-mega.com/anglais/produits/r-endo/images/rendolivret.pdf>, 2011.
 69. http://www.vdw-dental.com/fileadmin/redaktion/downloads/produkte/en/enmtwo_anwender_rev11.pdf
 70. <http://www.d-race.ch/pagesweb/sequence.htm>.
 71. Barbosa SV, Burkard DH, Spångberg LS. Cytotoxic effects of gutta-percha solvents. *Journal of endodontics*. 1994;20(1):6-8.

72. Wennberg A, Ørstavik D. Evaluation of alternatives to chloroform in endodontic practice. *Dental Traumatology*. 1989;5(5):234-7.
73. Zakariasen K, Brayton S, Collinson D. Efficient and effective root canal retreatment without chloroform. *Journal (Canadian Dental Association)*. 1990;56(6):509-12.
74. McDonald MN, Vire DE. Chloroform in the endodontic operator. *Journal of endodontics*. 1992;18(6):301-3.
75. Tamse A, Unger U, Metzger Z, Rosenberg M. Gutta-percha solvents—a comparative study. *Journal of endodontics*. 1986;12(8):337-9.
76. Wilcox LR. Endodontic retreatment with halothane versus chloroform solvent. *Journal of Endodontics*. 1995;21(6):305-7.
77. Chutich MJ, Kaminski EJ, Miller DA, Lautenschlager EP. Risk assessment of the toxicity of solvents of gutta-percha used in endodontic retreatment. *Journal of endodontics*. 1998;24(4):213-6.
78. Schuur A, Moorer W, Wesselink P. [Solvents for the removal of gutta-percha from root canals. 2. Side effects of chloroform, halothane and xylene]. *Nederlands tijdschrift voor tandheelkunde*. 2004;111(8):303-6.
79. Hansen MG. Relative efficiency of solvents used in endodontics. *Journal of endodontics*. 1998;24(1):38-40.
80. Wourms DJ, Campbell AD, Hicks ML, Pelleu GB. Alternative solvents to chloroform for gutta-percha removal. *Journal of endodontics*. 1990;16(5):224-6.
81. Emboava JDPJC, BARBIN SEL. In vitro study on the softening of gutta-percha cones in endodontic retreatment. *Brazilian dental journal*. 1993;4(1):43-7.
82. Oyama KON, Siqueira EL, Santos Md. In vitro study of effect of solvent on root canal retreatment. *Brazilian dental journal*. 2002;13(3):208-11.

83. Karataş E, Kol E, Bayrakdar İŞ, Arslan H. The effect of chloroform, orange oil and eucalyptol on root canal transportation in endodontic retreatment. *Australian Endodontic Journal*. 2015.
84. Rotstein I, Cohenca N, Teperovich E, Moshonov J, Mor C, Roman I, et al. Effect of chloroform, xylene, and halothane on enamel and dentin microhardness of human teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1999;87(3):366-8.
85. Erdemir A, Eldeniz AÜ, Belli S. Effect of gutta-percha solvents on mineral contents of human root dentin using ICP-AES technique. *Journal of endodontics*. 2004;30(1):54-6.
86. Kaufman D, Mor C, Stabholz A, Rotstein I. Effect of gutta-percha solvents on calcium and phosphorus levels of cut human dentin. *Journal of endodontics*. 1997;23(10):614-5.
87. 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. *Clinical Oral Investigations*. 2016:1-7.
88. Dalton BC, Ørstavik D, Phillips C, Pettiette M, Trope M. Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*. 1998;24(11):763-7.
89. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *European Journal of Oral Sciences*. 1981;89(4):321-8.
90. Darcey J, Jawad S, Taylor C, Roudsari R, Hunter M. *Modern Endodontic Principles Part 4: Irrigation*. *Dental update*. 2016;43(1):20.
91. Schäfer E, Diez C, Hoppe W, Tepel J. Roentgenographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in human permanent teeth. *Journal of Endodontics*. 2002;28(3):211-6.

92. Wu M-K, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2000;89(6):739-43.
93. Coolidge ED. The diagnosis and treatment of conditions resulting from diseased dental pulps. *The Journal of the National Dental Association*. 1919;6(4):337-49.
94. Rutala WA, Weber DJ. Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. *Clinical microbiology reviews*. 1997;10(4):597-610.
95. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic topics*. 2012;27(1):74-102.
96. Haapasalo M, Qian W, Shen Y. Irrigation: beyond the smear layer. *Endodontic Topics*. 2012;27(1):35-53.
97. Byström A, Sunqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International endodontic journal*. 1985;18(1):35-40.
98. Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1980;49(2):175-7.
99. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1977;44(2):306-12.
100. Moorer W, Wesselink P. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *International Endodontic Journal*. 1982;15(4):187-96.
101. Park E, Shen Y, Khakpour M, Haapasalo M. Apical pressure and extent of irrigant flow beyond the needle tip during positive-pressure irrigation in an in vitro root canal model. *Journal of endodontics*. 2013;39(4):511-5.
102. Gao Y, Haapasalo M, Shen Y, Wu H, Li B, Ruse ND, et al. Development and validation of a three-dimensional computational fluid dynamics model of root canal irrigation. *Journal of Endodontics*. 2009;35(9):1282-7.

103. Chow T. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *Journal of Endodontics*. 1983;9(11):475-9.
104. 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. *Journal of endodontics*. 2010;36(4):745-50.
105. Nielsen BA, Baumgartner JC. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *Journal of endodontics*. 2007;33(5):611-5.
106. Adcock JM, Sidow SJ, Looney SW, Liu Y, McNally K, Lindsey K, et al. Histologic evaluation of canal and isthmus debridement efficacies of two different irrigant delivery techniques in a closed system. *Journal of endodontics*. 2011;37(4):544-8.
107. Brunson M, Heilborn C, Johnson DJ, Cohenca N. Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system. *Journal of endodontics*. 2010;36(4):721-4.
108. 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. *Journal of endodontics*. 2009;35(10):1422-7.
109. Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J. An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *Journal of Endodontics*. 1995;21(5):277-80.
110. Hauser V, Braun A, Frentzen M. Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo®). *International endodontic journal*. 2007;40(8):644-52.
111. Torabinejad M, Walton RE. *Principles and practice of endodontics*: Saunders Philadelphia; 2002.
112. 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. *International Endodontic Journal*. 2006;39(6):472-6.
113. Falk KW, Sedgley CM. The influence of preparation size on the mechanical efficacy of root canal irrigation in vitro. *Journal of endodontics*. 2005;31(10):742-5.
 114. Grossman LI. Irrigation of root canals. *The Journal of the American Dental Association*. 1943;30(23):1915-7.
 115. Wu M-K, Wesselink PR. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1995;79(4):492-6.
 116. Gurtu A, Singhal A, Bansal R, editors. *Machine Assisted Irrigation Agitation Techniques-A Review*. Greetings to all the readers of our journal and thanks for the support shown towards this academic exercise Your valuable feedback has helped us immensely to upgrade the text of this journal Further suggestions for improvement are welcome I wish this journal keeps on meeting the expectations of the.
 117. Setlock J, Fayad MI, BeGole E, Bruzick M. Evaluation of canal cleanliness and smear layer removal after the use of the Quantec-E irrigation system and syringe: a comparative scanning electron microscope study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2003;96(5):614-7.
 118. Walters MJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*. 2002;28(12):837-9.
 119. 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. *Journal of Endodontics*. 2010;36(4):679-90.
 120. Schoeffel GJ. The EndoVac method of endodontic irrigation, part 2--efficacy. *Dentistry today*. 2008;27(1):82, 4, 6.

121. Ahmad M, Ford TRP, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *Journal of Endodontics*. 1987;13(10):490-9.
122. <http://www.dentsply.com.au/www/770/files/endoactivatordfu.pdf>.
123. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *Journal of Endodontics*. 2007;33(2):81-95.
124. Abbott P, Heijkoop P, Cardaci S, Hume W, Heithersay G. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *International Endodontic Journal*. 1991;24(6):308-16.
125. Lottanti S, Gautschi H, Sener B, Zehnder M. Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer. *International endodontic journal*. 2009;42(4):335-43.
126. Munley PJ, Goodell GG. Comparison of passive ultrasonic debridement between fluted and nonfluted instruments in root canals. *Journal of endodontics*. 2007;33(5):578-80.
127. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. *Journal of Endodontics*. 1980;6(9):740-3.
128. Van der Sluis L, Versluis M, Wu M, Wesselink P. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal*. 2007;40(6):415-26.
129. Lea S, Walmsley A, Lumley P, Landini G. A new insight into the oscillation characteristics of endosonic files used in dentistry. *Physics in medicine and biology*. 2004;49(10):2095.
130. Walmsley A, Williams A. Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. *Journal of Endodontics*. 1989;15(5):189-94.
131. Leighton T. Acoustic bubble detection-I. The detection of stable gas bodies. *Environmental engineering*. 1994;7:9-16.

132. Lee SJ, Wu MK, Wesselink P. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from different-sized simulated plastic root canals. *International Endodontic Journal*. 2004;37(9):607-12.
133. Van der Sluis L, Wu MK, Wesselink P. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. *International Endodontic Journal*. 2005;38(10):764-8.
134. Cameron JA. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *Journal of Endodontics*. 1988;14(11):554-9.
135. Druttman A, Stock C. An in vitro comparison of ultrasonic and conventional methods of irrigant replacement. *International Endodontic Journal*. 1989;22(4):174-8.
136. Passarinho-Neto JG, Marchesan MA, Ferreira RB, Silva RG, Silva-Sousa YTC, Sousa-Neto MD. In vitro evaluation of endodontic debris removal as obtained by rotary instrumentation coupled with ultrasonic irrigation. *Australian Endodontic Journal*. 2006;32(3):123-8.
137. Van Der Sluis L, Wu MK, Wesselink P. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*. 2005;38(9):593-6.
138. Goodman A, Reader A, Beck M, Melfi R, Meyers W. An in vitro comparison of the efficacy of the stepback technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. *Journal of Endodontics*. 1985;11(6):249-56.
139. Türkün M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *International endodontic journal*. 1997;30(5):335-42.
140. Mayer B, Peters O, Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal*. 2002;35(7):582-9.

141. http://www.fkg.ch/sites/default/files/201607_fkg_xpfr_brochure_en_web_0.pdf
142. De Groot S, Verhaagen B, Versluis M, Wu MK, Wesselink P, Van der Sluis L. Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization. *International Endodontic Journal*. 2009;42(12):1077-83.
143. Blanken JW, Verdaasdonk RM. Cavitation as a working mechanism of the Er, Cr: YSGG laser in endodontics: a visualization study. *J Oral Laser Appl*. 2007;7(2):97-106.
144. Matsumoto H, Yoshimine Y, Akamine A. Visualization of irrigant flow and cavitation induced by Er: YAG laser within a root canal model. *Journal of endodontics*. 2011;37(6):839-43.
145. Ali MN, Hossain M, Nakamura Y, Matsuoka E, Kinoshita J-I, Matsumoto K. Efficacy of root canal preparation by Er, Cr: YSGG laser irradiation with crown-down technique in vitro. *Photomedicine and Laser Therapy*. 2005;23(2):196-201.
146. Varella CH, Pileggi R. Obturation of root canal system treated by Cr, Er: YSGG laser irradiation. *Journal of endodontics*. 2007;33(9):1091-3.
147. Matsuoka E, Jayawardena JA, Matsumoto K. Morphological study of the Er, Cr: YSGG laser for root canal preparation in mandibular incisors with curved root canals. *Photomedicine and Laser Therapy*. 2005;23(5):480-4.
148. George R, Walsh LJ. Apical extrusion of root canal irrigants when using Er: YAG and Er, Cr: YSGG lasers with optical fibers: an in vitro dye study. *Journal of Endodontics*. 2008;34(6):706-8.
149. Peeters HH, Suardita K. Efficacy of smear layer removal at the root tip by using ethylenediaminetetraacetic acid and erbium, chromium: yttrium, scandium, gallium garnet laser. *Journal of endodontics*. 2011;37(11):1585-9.
150. Olivi G. Laser use in endodontics: evolution from direct laser irradiation to laser-activated irrigation. *J Laser Dent*. 2013;21(2):58-71.
151. Schoop U, Barylyak A, Goharkhay K, Beer F, Wernisch J, Georgopoulos A, et al. The impact of an erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet laser

- with radial-firing tips on endodontic treatment. *Lasers in medical science*. 2009;24(1):59-65.
152. Hmud R, Kahler WA, George R, Walsh LJ. Cavitation effects in aqueous endodontic irrigants generated by near-infrared lasers. *Journal of Endodontics*. 2010;36(2):275-8.
 153. De Moor RJG, Blanken J, Meire M, Verdaasdonk R. Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 2: evaluation of the efficacy. *Lasers in surgery and medicine*. 2009;41(7):520-3.
 154. Deleu E, Meire MA, De Moor RJ. Efficacy of laser-based irrigant activation methods in removing debris from simulated root canal irregularities. *Lasers in medical science*. 2015;30(2):831-5.
 155. Olivi G, DiVito E. Photoacoustic endodontics using PIPS™: experimental background and clinical protocol. *J Laser Health Acad*. 2012;1:22-5.
 156. Kuştarıcı A, Er K. Efficacy of laser activated irrigation on apically extruded debris with different preparation systems. *Photomedicine and laser surgery*. 2015;33(7):384-9.
 157. Kuştarıcı A, Er K, Siso SH, Aydın H, Harırlı H, Arslan D, et al. Efficacy of laser-activated irrigants in calcium hydroxide removal from the artificial grooves in root canals: an ex vivo study. *Photomedicine and laser surgery*. 2016;34(5):205-10.
 158. Hassanloo A, Watson P, Finer Y, Friedman S. Retreatment efficacy of the Epiphany soft resin obturation system. *International Endodontic Journal*. 2007;40(8):633-43.
 159. Takahashi CM, Cunha RS, De Martin AS, Fontana CE, Silveira CFM, da Silveira Bueno CE. In vitro evaluation of the effectiveness of ProTaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. *Journal of Endodontics*. 2009;35(11):1580-3.

160. 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 Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2009;108(6):e46-e50.
161. Marques da Silva B, Baratto-Filho F, Leonardi D, Henrique Borges A, Volpato L, Branco Barletta F. Effectiveness of ProTaper, D-RaCe, and Mtwo retreatment files with and without supplementary instruments in the removal of root canal filling material. *International endodontic journal*. 2012;45(10):927-32.
162. 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. *Journal of Endodontics*. 2009;35(10):1433-40.
163. Masiero A, Barletta F. Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *International Endodontic Journal*. 2005;38(1):2-7.
164. 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. *International Endodontic Journal*. 2007;40(7):532-7.
165. Zuolo A, Mello J, Cunha R, Zuolo M, Bueno C. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *International endodontic journal*. 2013;46(10):947-53.
166. Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *Journal of Endodontics*. 1980;6(1):421-4.
167. Taşdemir T, Er K, Yildirim T, Celik D. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. *International Endodontic Journal*. 2008;41(3):191-6.

168. Akpınar KE, Altunbaş D, Kuştarıcı A. The efficacy of two rotary NiTi instruments and H-files to remove gutta-percha from root canals. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*. 2012;17(3):e506.
169. 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. *International endodontic journal*. 2010;43(3):200-9.
170. Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Testarelli L, D'Ambrosio F, Pecci R, et al. Present and future in the use of micro-CT scanner 3D analysis for the study of dental and root canal morphology. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*. 2012;48(1):26-34.
171. Patel S, Durack C, Abella F, Roig M, Shemesh H, Lambrechts P, et al. European Society of Endodontology position statement: the use of CBCT in endodontics. *International endodontic journal*. 2014;47(6):502-4.
172. Cunha RS, De Martin AS, Barros PP, da Silva FM, de Castilho Jacinto R, da Silveira Bueno CE. In vitro evaluation of the cleansing working time and analysis of the amount of gutta-percha or Resilon remnants in the root canal walls after instrumentation for endodontic retreatment. *Journal of endodontics*. 2007;33(12):1426-8.
173. Imura N, Kato A, Hata GI, Uemura M, Toda T, Weine F. A comparison of the relative efficacies of four hand and rotary instrumentation techniques during endodontic retreatment. *International Endodontic Journal*. 2000;33(4):361-6.
174. Barrieshi-Nusair KM. Gutta-percha retreatment: effectiveness of nickel-titanium rotary instruments versus stainless steel hand files. *Journal of Endodontics*. 2002;28(6):454-6.
175. Bueno CEdS, Delboni MG, Araújo RAd, Carrara HJ, Cunha RS. Effectiveness of rotary and hand files in gutta-percha and sealer removal using chloroform or chlorhexidine gel. *Brazilian dental journal*. 2006;17(2):139-43.

176. de Oliveira DP, Barbizam JVB, Trope M, Teixeira FB. Comparison between gutta-percha and resilon removal using two different techniques in endodontic retreatment. *Journal of Endodontics*. 2006;32(4):362-4.
177. Aydın B, Köse T, Çalışkan M. Effectiveness of HERO 642 versus Hedström files for removing gutta-percha fillings in curved root canals: an ex vivo study. *International endodontic journal*. 2009;42(11):1050-6.
178. Bramante CM, Fidelis NS, Assumpção TS, Bernardineli N, Garcia RB, Bramante AS, et al. Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. *Journal of Endodontics*. 2010;36(11):1870-3.
179. Betti LV, Bramante CM, de Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB. Comparison of GPX with or without solvent and hand files in removing filling materials from root canals—An ex vivo study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2010;110(5):675-80.
180. Türker S, Uzunoglu E, Sağlam B. Evaluation of the amount of apically extruded debris during retreatment of root canals filled by different obturation techniques. *Nigerian journal of clinical practice*. 2015;18(6):802-6.
181. 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. *Journal of endodontics*. 2014;40(7):1000-4.
182. 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. *International endodontic journal*. 2012;45(8):756-62.
183. Nagas E, Altundasar E, Serper A. The effect of master point taper on bond strength and apical sealing ability of different root canal sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2009;107(1):e61-e4.

184. Ozawa T, Taha N, Messer HH. A comparison of techniques for obturating oval-shaped root canals. *Dental materials journal*. 2009;28(3):290-4.
185. Zhang C, Huang W, Hou B. [Evaluation of homogeneity and density of root canal filling with four obturation techniques]. *Zhonghua kou qiang yi xue za zhi= Zhonghua kouqiang yixue zazhi= Chinese journal of stomatology*. 2010;45(11):673-7.
186. Marciano M, Ordinola-Zapata R, Cunha T, Duarte M, Cavenago B, Garcia R, et al. Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. *International endodontic journal*. 2011;44(4):321-9.
187. Robberecht L, Colard T, Claisse-Crinquette A. Qualitative evaluation of two endodontic obturation techniques: tapered single-cone method versus warm vertical condensation and injection system an in vitro study. *Journal of oral science*. 2012;54(1):99-104.
188. Reader CM, Himel VT, Germain LP, Hoen MM. Effect of three obturation techniques on the filling of lateral canals and the main canal. *Journal of endodontics*. 1993;19(8):404-8.
189. DuLac KA, Nielsen CJ, Tomazic TJ, Ferrillo PJ, Hatton JF. Comparison of the obturation of lateral canals by six techniques. *Journal of endodontics*. 1999;25(5):376-80.
190. Lea CS, Apicella MJ, Mines P, Yancich PP, Parker MH. Comparison of the obturation density of cold lateral compaction versus warm vertical compaction using the continuous wave of condensation technique. *Journal of endodontics*. 2005;31(1):37-9.
191. Epley SR, Fleischman J, Hartwell G, Cicalese C. Completeness of root canal obturations: Epiphany techniques versus gutta-percha techniques. *Journal of endodontics*. 2006;32(6):541-4.
192. Kytridou V, Gutmann J, Nunn M. Adaptation and sealability of two contemporary obturation techniques in the absence of the dentinal smear layer. *International Endodontic Journal*. 1999;32(6):464-74.

193. 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. *Photomedicine and laser surgery*. 2016;34(1):3-10.
194. 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. *International endodontic journal*. 2014;47(11):1078-83.
195. Fenoul G, Meless G, Perez F. The efficacy of R-Endo® rotary NiTi and stainless-steel hand instruments to remove gutta-percha and Resilon. *International endodontic journal*. 2010;43(2):135-41.
196. Ferreira J, Rhodes J, Pitt Ford T. The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *International Endodontic Journal*. 2001;34(4):267-74.
197. 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. *Journal of Endodontics*. 1990;16(12):580-8.
198. Rôças IN, Siqueira JF, Santos KR. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *Journal of endodontics*. 2004;30(5):315-20.
199. Pinheiro E, Gomes B, Ferraz C, Teixeira F, Zaia A, Souza Filho F. Evaluation of root canal microorganisms isolated from teeth with endodontic failure and their antimicrobial susceptibility. *Oral microbiology and immunology*. 2003;18(2):100-3.
200. Sedgley C, Lennan S, Appelbe O. Survival of *Enterococcus faecalis* in root canals ex vivo. *International endodontic journal*. 2005;38(10):735-42.
201. George S, Kishen A, Song P. The role of environmental changes on monospecies biofilm formation on root canal wall by *Enterococcus faecalis*. *Journal of endodontics*. 2005;31(12):867-72.

202. Kishen A, George S, Kumar R. Enterococcus faecalis-mediated biomineralized biofilm formation on root canal dentine in vitro. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*. 2006;77(2):406-15.
203. Şen B, Wesselink P, Türkün M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *International Endodontic Journal*. 1995;28(3):141-8.
204. Ricucci D, Siqueira JF. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *Journal of endodontics*. 2010;36(8):1277-88.
205. O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *Journal of Endodontics*. 2000;26(12):739-43.
206. Vilanova W, Carvalho-Junior J, Alfredo E, Sousa-Neto M, Silva-Sousa Y. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *International endodontic journal*. 2012;45(1):42-8.
207. Só MVR, Saran C, Magro ML, Vier-Pelisser FV, Munhoz M. Efficacy of ProTaper retreatment system in root canals filled with gutta-percha and two endodontic sealers. *Journal of Endodontics*. 2008;34(10):1223-5.
208. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. *Journal of endodontics*. 2008;34(11):1370-3.
209. de Mello JE, Cunha RS, da Silveira Bueno CE, Zuolo ML. Retreatment efficacy of gutta-percha removal using a clinical microscope and ultrasonic instruments: part I—an ex vivo study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2009;108(1):e59-e62.
210. Guess GM. Predictable Therma-fil removal technique using the system-B heat source. *Journal of endodontics*. 2004;30(1):61.

211. Wolcott JF, Himel VT, Hicks ML. Thermafil retreatment using a new “System B” technique or a solvent. *Journal of endodontics*. 1999;25(11):761-4.
212. Chutich M, Kaminski E, Miller D, Lautenschlager E. PC 20 Risk evaluation of gutta-percha solvents in endodontic retreatment. *Journal of Endodontics*. 1995;21(4):236.
213. Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B. Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. *Journal of Endodontics*. 1987;13(9):453-7.
214. Sağsen B, Üstün Y, Özgür E. İki Farklı Kök Kanal Dolgu Materyalinde Üç Farklı Ni-Ti Döner Sistem ve El Eğesi Kullanılarak Yapılan Retreatment İşleminin Etkinliğinin Değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*. 2009;15(2):73-80.
215. Koçak MM, Kocak S, Türker SA, Sağlam BC. Cleaning efficacy of reciprocal and rotary systems in the removal of root canal filling material. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2016;19(2):184.
216. Farge P, Nahas P, Bonin P. In vitro study of a Nd: YAP laser in endodontic retreatment. *Journal of Endodontics*. 1998;24(5):359-63.
217. Bernardes R, Duarte M, Vivian 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. *International endodontic journal*. 2015.
218. 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. *Journal of endodontics*. 2015;41(2):219-24.
219. Rechenberg DK, Paqué F. Impact of cross-sectional root canal shape on filled canal volume and remaining root filling material after retreatment. *International endodontic journal*. 2013;46(6):547-55.

220. 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. *Australian Endodontic Journal*. 2016.
221. Mokhtari H, Rahimi S, Reyhani MF, Galledar S, Zonouzi HRM. Comparison of push-out bond strength of gutta-percha to root canal dentin in single-cone and cold lateral compaction techniques with AH Plus sealer in mandibular premolars. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*. 2015;9(4):221.
222. Özyürek T, Demiryürek EÖ. Efficacy of Different Nickel-Titanium Instruments in Removing Gutta-percha during Root Canal Retreatment. *Journal of endodontics*. 2016;42(4):646-9.
223. Joseph M, Ahlawat J, Malhotra A, Rao M, Sharma A, Talwar S. In vitro evaluation of efficacy of different rotary instrument systems for gutta percha removal during root canal retreatment. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2016;8(4):e355.
224. de Souza PF, AA FM, EC SJ, de Carvalho F. Root canal retreatment using reciprocating and continuous rotary nickel-titanium instruments. *European journal of dentistry*. 2014;9(2):234-9.
225. Çiçek E, Koçak MM, Koçak S, Sağlam BC. Comparison of the amount of apical debris extrusion associated with different retreatment systems and supplementary file application during retreatment process. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2016;19(4):351.
226. Erdemir A, Adanir N, Belli S. In vitro evaluation of the dissolving effect of solvents on root canal sealers. *Journal of oral science*. 2003;45(3):123-6.
227. Kaplowitz GJ. Evaluation of gutta-percha solvents. *Journal of endodontics*. 1990;16(11):539-40.
228. Doğan H, Taşman F, Cehreli Z. Effect of gutta-percha solvents at different temperatures on the calcium, phosphorus and magnesium levels of human root dentin. *Journal of oral rehabilitation*. 2001;28(8):792-6.

229. Hülsmann M, Stotz S. Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *International Endodontic Journal*. 1997;30(4):227-33.
230. Kfir A, Tsesis I, Yakirevich E, Matalon S, Abramovitz I. The efficacy of five techniques for removing root filling material: microscopic versus radiographic evaluation. *International endodontic journal*. 2012;45(1):35-41.
231. Marfisi K, Mercadé M, Plotino G, Clavel T, Duran-Sindreu F, Roig M. Efficacy of Reciproc® and Profile® Instruments in the Removal of Gutta-Percha from Straight and Curved Root Canals ex Vivo. *Journal of oral & maxillofacial research*. 2015;6(3).
232. Niemi TK, Marchesan MA, Lloyd A, Seltzer RJ. Effect of Instrument Design and Access Outlines on the Removal of Root Canal Obturation Materials in Oval-shaped Canals. *Journal of endodontics*. 2016;42(10):1550-4.
233. Giuliani V, Cocchetti R, Pagavino G. Efficacy of ProTaper universal retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. *Journal of Endodontics*. 2008;34(11):1381-4.
234. Torabinejad M, Cho Y, Khademi AA, Bakland LK, Shabahang S. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *Journal of Endodontics*. 2003;29(4):233-9.
235. Sağlam BC, Görgül G. Evaluation of surface alterations in different retreatment nickel-titanium files: AFM and SEM study. *Microscopy research and technique*. 2015;78(5):356-62.
236. Arantes WB, da Silva CM, Lage-Marques JL, Habitante S, da Rosa LCL, de Medeiros JMF. SEM analysis of defects and wear on Ni–Ti rotary instruments. *Scanning*. 2014;36(4):411-8.
237. Rödiger T, Reicherts P, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of reciprocating and rotary NiTi instruments for retreatment of curved root canals assessed by micro-CT. *International endodontic journal*. 2014;47(10):942-8.

238. de Azevêdo Rios M, Villela AM, Cunha RS, Velasco RC, De Martin AS, Kato AS, et al. Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *Journal of endodontics*. 2014;40(4):543-6.
239. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International Endodontic Journal*. 2003;36(12):810-30.
240. Stewart GG. A scanning electron microscopic study of the cleansing effectiveness of three irrigating modalities on the tubular structure of dentin. *Journal of endodontics*. 1998;24(7):485-6.
241. Lim T, Wee T, Choi M, Koh W, Sae-Lim V. Light and scanning electron microscopic evaluation of Glyde™ File Prep in smear layer removal. *International Endodontic Journal*. 2003;36(5):336-43.
242. 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. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2015;9(5):ZC11.
243. Özyürek T, Demiryürek EÖ. Comparison of the Effectiveness of Different Techniques for Supportive Removal of Root Canal Filling Material. 2016.
244. Sarreto MS, Santini MF, Cavenago BC, Duarte MAH, Bier CAS, SÓ MVR. Efficacy of ultrasonic activation of NaOCl and orange oil in removing filling material from mesial canals of mandibular molars with and without isthmus. *Journal of Applied Oral Science*. 2016;24(1):37-44.
245. Dall'agnol C, Hartmann MSM, Barletta FB. Computed tomography assessment of the efficiency of different techniques for removal of root canal filling material. *Brazilian dental journal*. 2008;19(4):306-12.
246. Saad AY, Al-Hadlaq SM, Al-Katheeri NH. Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of gutta-percha during root canal retreatment. *Journal of Endodontics*. 2007;33(1):38-41.

247. Versiani MA, Leoni GB, Steier L, De-Deus G, Tassani S, Pécora JD, et al. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the Self-adjusting File, Reciproc, WaveOne, and Protaper Universal systems. *Journal of Endodontics*. 2013;39(8):1060-6.
248. Colaco AS, Pai VA. Comparative evaluation of the efficiency of manual and rotary gutta-percha removal techniques. *Journal of endodontics*. 2015;41(11):1871-4.
249. Parente J, Loushine R, Susin L, Gu L, Looney SW, Weller R, et al. Root canal debridement using manual dynamic agitation or the EndoVac for final irrigation in a closed system and an open system. *International endodontic journal*. 2010;43(11):1001-12.
250. 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. *Journal of endodontics*. 2016;42(7):1114-9.
251. Ahmad M, Ford TRP, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *Journal of Endodontics*. 1987;13(3):93-101.
252. 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. *International endodontic journal*. 2016.
253. Keskin C, Sariyilmaz E, Sariyilmaz Ö. Efficacy of XP-endo Finisher File in Removing Calcium Hydroxide from Simulated Internal Resorption Cavity. *Journal of Endodontics*. 2016.
254. Göktürk H, Ozkocak I, Büyükgebiz F, Demir O. An in vitro evaluation of various irrigation techniques for the removal of double antibiotic paste from root canal surfaces. *Journal of Applied Oral Science*. 2016;24(6):568-74.

255. Silva ACB, Guglielmi C, Meneguzzo DT, Aranha ACC, Bombana AC, de Paula Eduardo C. Analysis of permeability and morphology of root canal dentin after Er, Cr: YSGG laser irradiation. *Photomedicine and laser surgery*. 2010;28(1):103-8.
256. Kimura Y, Yonaga K, Yokoyama K, Kinoshita J-i, Ogata Y, Matsumoto K. Root surface temperature increase during Er: YAG laser irradiation of root canals. *Journal of Endodontics*. 2002;28(2):76-8.
257. George R, Meyers IA, Walsh LJ. Laser activation of endodontic irrigants with improved conical laser fiber tips for removing smear layer in the apical third of the root canal. *Journal of Endodontics*. 2008;34(12):1524-7.
258. Bago Jurič I, Plečko V, Anić I. Antimicrobial Efficacy of Er, Cr: YSGG Laser-Activated Irrigation Compared with Passive Ultrasonic Irrigation and RinsEndo® Against Intracanal *Enterococcus faecalis*. *Photomedicine and laser surgery*. 2014;32(11):600-5.
259. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dental Clinics of North America*. 2010;54(2):291-312.
260. 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. *Journal of Endodontics*. 2017.
261. Topçuoğlu H, Düzgün S, Ceyhanlı K, Aktı A, Pala K, Kesim B. Efficacy of different irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide from a simulated internal root resorption cavity. *International endodontic journal*. 2015;48(4):309-16.
262. 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. *Journal of endodontics*. 2010;36(7):1216-21.

263. Chye T. Effectiveness of the EndoActivator on smear layer and debris removal at the apical 1/3 of curved root canals: an SEM Study: Master Thesis, National University Hospital (Singapore); 2008.
264. Çapar İD, Ari Aydinbelge H. Effectiveness of various irrigation activation protocols and the self-adjusting file system on smear layer and debris removal. *Scanning*. 2014;36(6):640-7.
265. 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. *Journal of Endodontics*. 1999;25(11):735-8.
266. Khalap ND, Kokate S, Hegde V. Ultrasonic versus sonic activation of the final irrigant in root canals instrumented with rotary/reciprocating files: An in-vitro scanning electron microscopy analysis. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2016;19(4):368.
267. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Armellin E, Conte G, Cianconi L. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *Journal of endodontics*. 2013;39(11):1456-60.
268. Khaord P, Amin A, Shah MB, Uthappa R, Raj N, Kachalia T, et al. Effectiveness of different irrigation techniques on smear layer removal in apical thirds of mesial root canals of permanent mandibular first molar: A scanning electron microscopic study. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2015;18(4):321.
269. Jiang L-M, Verhaagen B, Versluis M, van der Sluis LW. Evaluation of a sonic device designed to activate irrigant in the root canal. *Journal of Endodontics*. 2010;36(1):143-6.
270. Singh N, Chandra A, Tikku AP, Verma P. A comparative evaluation of different irrigation activation systems on smear layer removal from root canal: An in-vitro scanning electron microscope study. *Journal of Conservative Dentistry*. 2014;17(2):159.

271. Lumley P, Blunt L, Walmsley A, Marquis P. Analysis of the surface cut by sonic files. *Dental Traumatology*. 1996;12(5):240-5.
272. Kim H, Kim E, Lee S-J, Shin S-J. Comparisons of the Retreatment Efficacy of Calcium Silicate and Epoxy Resin-based Sealers and Residual Sealer in Dentinal Tubules. *Journal of endodontics*. 2015;41(12):2025-30.
273. Viapiana R, Baluci C, Tanomaru-Filho M, Camilleri J. Investigation of chemical changes in sealers during application of the warm vertical compaction technique. *International endodontic journal*. 2015;48(1):16-27.
274. Camilleri J. Sealers and warm gutta-percha obturation techniques. *Journal of endodontics*. 2015;41(1):72-8.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Berna	Uyruğu	T.C.
Soyadı	TAT	Tel no	
Doğum tarihi	20.09.1990	e-posta	bernaozcan08@hotmail.com

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Eskişehir Yunus Emre Lisesi	2008
Lisans/Yüksek Lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi	2013
Uzmanlık	Akdeniz Üniversitesi	2013

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı
İngilizce	ÜDS	55

Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)

Burslar-Ödüller:

Yayınlar ve Bildiriler: