



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**KÖK KANAL PREPARASYONU SIRASINDA OLUŞAN
DÖNER ALET FRAKTÜRÜ SONRASINDA DÖRT
FARKLI İRRİGASYON SİSTEMİNİN SMEAR TABAKASI
UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİĞİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

NAİMENUR SEVEN

UZMANLIK TEZİ

Dr. Öğretim Üyesi Sabri CORA

KOCAELİ – 2018



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**KÖK KANAL PREPARASYONU SIRASINDA
OLUŞAN DÖNER ALET FRAKTÜRÜ
SONRASINDA DÖRT FARKLI İRRİGASYON
SİSTEMİNİN SMEAR TABAKASI
UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİĞİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

NAİMENUR SEVEN

UZMANLIK TEZİ

Dr. Öğretim Üyesi Sabri CORA

KOCAELİ – 2018

ONAY

Bu tez Uzmanlık Tezi Standartlarına uygun bulunmuştur.

Doç. Dr. Dilek YİĞİT

Endodonti Anabilim Dalı Başkanı

.....

Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Uzmanlık öğrencisi Naimenur SEVEN'nin hazırladığı "Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Oluşan Döner Alet Fraktürü Sonrasında Dört Farklı İrrigasyon Sisteminin Smear Tabakası Uzaklaştırma Etkinliğinin Karşılaştırılması" başlıklı tez, kapsam ve bilimsel kalite yönünden değerlendirilerek Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman Dr.Öğretim Üyesi Sabri CORA _____

Tez Uzmanlık Sınavı Jüri Üyeleri

Dr.Öğretim Üyesi Sabri CORA _____

Doç. Dr. Dilek YİĞİT _____

Doç. Dr. M. Murat KOÇAK _____

Tarih:

27/04/2018

Bu tez KOÜ Diş Hekimliği Fakültesi Yönetim Kurulu'nun/.../.... tarih ve ... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. H. Emre ÖZEL

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

BEYAN

Bu tez çalışmasının KOÜ Diş Hekimliği Fakültesi uzmanlık tez yazım kılavuzu standartlarına uygun olarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

27/04/2018

Naimenur SEVEN
(İmza)

İthaf

Bu uzmanlık tezimi, benim bu günlere gelmem için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve her zaman yanımda olan biricik anneme, babama ve kardeşime ithaf ediyorum.



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışma sürem boyunca benden bilgi, tecrübe ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, saygıdeğer danışman hocam; Dr. Öğretim Üyesi Sabri CORA'ya

Akademik katkılarıyla bana yol gösteren, her zaman her konuda ilgisini ve desteğini hissettiğim, bilgi ve tecrübesinden faydalandığım Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Başkanı Doç. Dr. Dilek YİĞİT' e ve Dr. Öğretim Üyesi Seda AYDEMİR' e

Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda beraber görev yaptığım çok değerli dostum Uzm. Dt. Cansu İLGEN, zor zamanlarımızı birbirimize destek olarak birlikte geçirdiğim Arş. Gör. Dt. Büşra ZENGİN ve beraber çalıştığım Uzm. Dt. Göze ARUKASLAN başta olmak üzere benden yardımlarını, dostluklarını esirgemeyen tüm bölüm çalışanlarına,

Tez çalışmamın incelenmesinde ve görüntülerinin alınmasında büyük sabırla bana değerli vaktini ayırdığı için Prof. Dr. Taner Yılmaz'a,

Çalışma süresince ne zaman ihtiyaç duysam laboratuvarlarının kapılarını bana açan, yardımcı olan Prof. Dr. Fatih Üstel'e ve Sakarya Üniversitesi Termal Sprey Kaplama ve Üretim Laboratuvarı çalışanlarına,

Çalışmamın istatistiksel analizlerinde bana güleryüzüyle yardımcı olan Doç. Dr. Canan Baydemir'e,

Her anımızı paylaşarak sadece iş arkadaşı olmanın ötesine geçtiğim ve Kocaeli Üniversitesi'nin bana iyi ki kazandırmış dediğim, benden hiçbir zaman yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, isimlerini teker teker sayamayacağım tüm Uzman ve Araştırma Görevlisi arkadaşlarıma,

Hayatın bana hediye ettiği dosttan öte kız kardeş olan Uzm. Dt. Betül Şen Yavuz'a

Beni büyük bir emek, fedakarlık ve özveriyle yetiştiren, hayatımın her döneminde olduğu gibi uzmanlık eğitim sürecim boyunca tüm zorlukları benimle göğüsleyen, bana destek olan, arkamda oldukları için kendimi güçlü ve sevgi dolu hissettiğim canım annem Meryem SEVEN'e, babam Nihat SEVEN'e, ve varlığı bana neşe, nefes olan, yol arkadaşım, kardeşim Caner SEVEN'e

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Arş. Gör. Dt. Naime Nur SEVEN



İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY	
BEYAN	
İthaf	
TEŞEKKÜR	
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER, KISALTMALAR ve FORMÜLLER.....	xiii
1. ÖZET	1
2. SUMMARY	2
3. GİRİŞ ve AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER.....	5
4.1. Kök Kanallarının İrrigasyonu.....	5
4.2. İrrigasyonda Kullanılan Solüsyonlar.....	5
4.2.1. Sodyum Hipoklorit	7
4.2.2. Şelasyon Ajanları ve Asitler	9
4.2.3. Klorheksidin (CHX)	12
4.2.4. MTAD (Mixture Tetracycline, Acid and Detergant) - Tetraclean.....	13
4.2.5. Diğerleri	13
4.3. İrrigasyon Aktivasyon Yöntemleri ve Cihazları.....	14
4.3.1. Kanül veya iğne ile yapılan şırınga irrigasyonu	15
4.3.2. Fırçalar	17
4.3.3. Manuel Dinamik Aktivasyon.....	17
4.3.4. Döner Fırçalar	17
4.3.5. Döner Aletle Enstrümantasyon Esnasında Devamlı İrrigasyon	18
4.3.6. Basınç Değiştiren Sistemler.....	18
4.3.6. Ultrasonik İrrigasyon	19
4.3.7. Sonik Cihazlarla İrrigasyon	21
4.4. Smear Tabakası	23
4.5. Kök Kanalların Mekanik Temizliği	25

4.6. Endodontik Tedavi Sırasında Meydana Gelen Komplikasyonlar	25
4.6.1. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Kanalda Alet Kırılması	27
5. GEREÇ VE YÖNTEM.....	33
5.1. Örneklerin Hazırlanması	33
5.2. Kök Kanalların Preparasyonu	34
5.3. Örneklerin SEM Görüntülemesi için Hazırlanması.....	40
5.4. SEM incelemesi	41
5.5. İstatistiksel Değerlendirme	43
6. BULGULAR.....	44
6.1. Grup İçi SEM Görüntüleri ve Bölgeler Arası Karşılaştırmaları	45
6.2. Aynı Aktivasyon Yönteminde Kırık Aletsiz ve Kırık Aletli Grupların Bölgeler Arası Karşılaştırılması	62
6.3. Tüm Grupların Bölgeler Arası Karşılaştırılması	65
6.4. Kırık Aletsiz Gruplarda Dört Farklı Aktivasyon Protokolünün Bölgeler Arası Karşılaştırılması.....	66
6.5. Kırık Aletli Gruplarda Dört Farklı Aktivasyon Protokolünün Bölgeler Arası Karşılaştırılması.....	67
7. TARTIŞMA ve SONUÇ	70
8. SONUÇ	82
9. KAYNAKÇA.....	83
10. ETİK KURUL ONAYI	99
11. ÖZGEÇMİŞ	101

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1. Tüm Örneklerden Elde Edilen SEM Görüntülerinin Skorları	44
Tablo 2. Grup 1 Grup İçi İstatistiksel Sonuçları	47
Tablo 3. Grup 2 Grup İçi İstatistiksel Sonuçları	49
Tablo 4. Grup 3 Grup İçi İstatistiksel Sonuçları	51
Tablo 5. Grup 4 Grup İçi İstatistiksel Sonuçları	53
Tablo 6. Grup 5 Grup İçi İstatistiksel Sonuçları	55
Tablo 7. Grup 6 Grup İçi İstatistiksel Sonuçları	57
Tablo 8. Grup 7 Grup İçi İstatistiksel Sonuçları	
Tablo 9. Grup 8 Grup İçi İstatistiksel Sonuçları	61
Tablo 10. Grup 1 Ve Grup 5 Smear Tabaka Skorlarının Medyan, Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	62
Tablo 11. Grup 2 Ve Grup 6 Smear Tabakası Skorlarının Medyan, Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	63
Tablo 12. Grup 3 Ve Grup 7 Smear Tabakası Skorlarının Medyan, Ortalama Ve Standart Sapma Değerleri	64
Tablo 13. Grup 4 Ve Grup 8 Smear Tabakası Skorlarının Medyan, Ortalama Ve Standart Sapma Değerleri	64
Tablo 14. Aletsiz Gruplarda Aktivasyon Sistemlerinin İstatistiksel Sonuçları	67
Tablo 15. Kırık Aletli Gruplarda Aktivasyon Sistemlerinin İstatistiksel Sonuçları	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 1.	Kloramin Reaksiyonu	8
Şekil 2.	Endodontide Kullanılan Bazı İrrigasyon Ajitasyon Teknikleri ve Cihazları	15
Şekil 3.	Grupların Apikal 1 mm, 2 mm ve 3 mm Bölgelerinde Smear Birikimi Medyanları	65



RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 1. İrrigasyonda Kullanılan İğnelerin Uç Dizaynları	16
Resim 2. İrrigasyonda Kullanılan Fırçalar	17
Resim 3. Endovac Sistemi	19
Resim 4. EMS Pasif Ultrasonik Cihaz	21
Resim 5. EndoActivator	22
Resim 6. Vibringe	23
Resim 7. Protaper Universal Eğelerin Çapraz Kesitleri	30
Resim 8. Protaper Universal Eğeleri ve Uç Çapları	31
Resim 9. Protaper Universal Eğelerin Çalışma Uzunluğu Boyunca Çapları	31
Resim 10. Dişlerin Pleksiglas Tüp İçine Yerleştirilen Kapalı Sistemi	34
Resim 11. VDW Resiproc Endomotor	34
Resim 12. F3 Eğenin Kesitinin İnceltilmesi İşlemi	35
Resim 13. F3 Eğenin Kesiti İnceltildikten Sonra Operasyon Mikroskobu ile Çekilmiş Görüntüsü	35
Resim 14. Belirlenen Uzunlukta Döner Aletin Ayırma İşlemi	36
Resim 15. Eğelerin İnceltilmeden Önceki, Sonraki ve Kök Kanalı İçerisinde Ayırma İşleminde Sonraki Görüntüsü	36
Resim 16. Pasif İrrigasyon Yöntemi ile Final İrrigasyonu	38
Resim 17. EndoActivator ile Final İrrigasyonu	38
Resim 18. Vibringe ile Final İrrigasyonu	39
Resim 19. PUI ile Final İrrigasyonu	40
Resim 20. İkiye Ayrılan Örneklerin Görüntüsü	40
Resim 21. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	41
Resim 22. Apikal 1, 2 ve 3 mm Tespiti SEM Görüntüsü	42
Resim 23. Grup 1 Apikal 1 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	45
Resim 24. Grup 1 Apikal 2 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	46
Resim 25. Grup 1 Apikal 3 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	46
Resim 26. Grup 2 Apikal 1 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	47
Resim 27. Grup 2 Apikal 2 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	48
Resim 28. Grup 2 Apikal 3 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	48

Resim 29. Grup 3 Apikal 1 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	49
Resim 30. Grup 3 Apikal 2 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	50
Resim 31. Grup 3 Apikal 3 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	50
Resim 32. Grup 4 Apikal 1 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	51
Resim 33. Grup 4 Apikal 2 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	52
Resim 34. Grup 4 Apikal 3 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	52
Resim 35. Grup 5 Apikal 1 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	54
Resim 36. Grup 5 Apikal 2 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	54
Resim 37. Grup 5 Apikal 3 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	55
Resim 38. Grup 6 Apikal 1 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	56
Resim 39. Grup 6 Apikal 2 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	56
Resim 40. Grup 6 Apikal 3 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	57
Resim 41. Grup 7 Apikal 1 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	58
Resim 42. Grup 7 Apikal 2 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	58
Resim 43. Grup 7 Apikal 3 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	59
Resim 44. Grup 8 Apikal 1 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	60
Resim 45. Grup 8 Apikal 2 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	60
Resim 46. Grup 8 Apikal 3 mm Bölgeden Alınan SEM Görüntüsü	61

KISALTMA, SİMGE ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

CHX	Klorheksidin
CI	Confidence Interval: Güven Aralığı
cpm	cycles per minute (1 dakikada döngü sayısı)
dk	Dakika
EA	EndoActivator
EDTA	Etilen Diamin Tetraasidik Asit
Er: YAG Lazer	Erbiyum: Yitriyum Aluminyon Garnet Lazer
KŞİ	Konvansiyonel Şırınga İrrigasyonu
HV	Vickers Sertliği
Hz	Hertz
kHz	KiloHertz
mA	MiliAmper
ml	Mililitre
mm	Milimetre
µBT	Mikro Bilgisayarlı Tomografi
µm	Mikrometre
µL	Mikrolitre
MTAD	Mixture Tetracycline, Acid and Detergant
Nd:YAG lazer	Neodyum: Yitriyum Aluminyum Garnet Lazer
Ni-Ti	Nikel Titanyum
P	İstatistiksel Anlamlılık
PCA	Parakloroanilin
pH	Power of Hydrogen Hidrojen Miktarı
PUI	Pasif Ultrasonik İrrigasyon
rpm	Dakikada devir sayısı
REDTAC	0,84 g Cetyl-tri-metil amonyum bromid ilave edilmiş %17 EDTA
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
sn	Saniye

UI	Ultrasonik İrrigasyon
XeCl Lazer	Xenon Chloride (Excimer) Laser
Vi	Vibringe
vb	ve benzeri

Simgeler

°	Derece
#	Numara
%	Yüzde
κ	Kappa

Formüller

HOCl	Hipokloröz Asit
OCl⁻	Hipoklorit
IKI	İyodin Potasyum İyodit
Na⁺	Sodyum
NaOCl	Sodyum Hipoklorit

1. ÖZET

Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Oluşan Döner Alet Fraktürü Sonrasında Dört Farklı İrrigasyon Sisteminin Smear Tabakası Uzaklaştırma Etkinliğinin Karşılaştırılması

Çalışmanın amacı, konvansiyonel şırınga irrigasyonu ve 3 farklı aktivasyon sisteminin kök kanalı içerisinde alet kırığı olduğu durumda, kırık aletin apikal bölgesinde smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri değerlendirilerek irrigasyon solüsyonlarının apikal bölgeye iletme yeteneklerini belirlemektir.

Çalışmada mezzyodistal ve bukkolingual radyografla tek kanal olduğu belirlenen 160 adet alt keser diş kullanıldı. Tüm dişler standardizasyon amacıyla çalışma boyu 12 mm olacak şekilde dekorone edildi. Örneklerin biyomekanik preparasyonu Protaper Universal Sistem ile F1 eğeye kadar %5'lik NaOCl irrigasyon solüsyonları eşliğinde yapıldı. Örnekler rastgele 8 eşit gruba ayrıldı (n=20). 8 gruptan rastgele seçilen 4 grupta örneklerde apikal 2 mm kök kanal boşluğu kalacak şekilde elmas disk ile kesiti inceltilen Protaper Universal F3 eğe kanal içerisinde kırıldı. Smear tabakasını uzaklaştırmak için Grup 1 ve 5 konvansiyonel şırınga irrigasyonu, Grup 2 ve 6 EndoAktivator sistemiyle, Grup 3 ve 7 Vibringe sistemiyle, Grup 4 ve 8 Pasif Ultrasonik İrrigasyon (PUI) sistemle aktivasyon yapılarak final irrigasyon protokolü uygulandı. Örnekler longitudinal olarak bukkolingual yönde 2 parçaya ayrıldı. Örneklerin apikal 1 mm, 2 mm ve 3 mm seviyeleri taramalı elektron mikroskobu ile x1000 büyütmede elde edilen mikrograflarla smear tabakasının varlığı skorlama yapılarak değerlendirildi. Skorların istatistiksel analizleri Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testleri ile yapıldı.

Kırık alet olmayan gruplarda 1 ve 2 mm seviyelerinde PUI, 3 mm seviyesinde PUI ve EndoActivator en fazla smear tabakası uzaklaştıran sistemlerdir. Kırık alet varlığında ise 3 mm seviyesinde EndoActivator ve konvansiyonel şırınga irrigasyonu diğer sistemlere nazaran istatistiksel açıdan daha fazla smear tabakası uzaklaştırdı. Kırık alet varlığında final irrigasyon protokolünde özellikle PUI ve Vibringe aktivasyon yöntemleri etkinliklerini kaybetmektedir.

Anahtar Kelimeler: smear tabakası, final irrigasyon protokol, irrigant aktivasyonu

2. SUMMARY

Effectiveness of Different Irrigation Techniques on Smear Layer Removal in The Presence of Fractured Instrument

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of conventional syringe irrigation and 3 different irrigant activation techniques on smear layer removal in the absence and presence of intracanal separated file fragment.

One hundred sixty mandibular anterior teeth were used, which were determined to be single canal by taking buccally and proximally radiograph. Each sample was instrumented up to ProTaper Universal F1. The samples were randomly divided into 8 equal groups (n = 20). In 4 groups randomly selected from the 8 groups, Protaper Universal F3 file was thinned at 3-3.25 mm from the file tip with a diamond disc and then separated in canals by adjusting stopper to 10 mm. Therefore, 2 mm root canal space was obtained in the apical region after intracanal file separation procedure. To remove the smear layer, final irrigation protocol were performed with conventional syringe (CSI) in Group 1 and 5, EndoActivator in Group 3 and 6, Vibringe in Group 3 and 7, passive ultrasonic irrigation (PUI) in Group 4 and 8. The roots were divided into two parts longitudinally. The analysis of the apical 1, 2 and 3 mm was performed via scanning electron microscopy by 2 examiners. The data were analyzed with the Kruskal-Wallis test and the Mann-Whitney U test (P<.05).

The most smear layer removal were reported at 1 and 2 mm with PUI and at 3 mm with PUI and EndoActivator in no fractured file groups. In the presence of intracanal fractured file, Group 5 (conventional syringe-fractured file) and 6 (EndoActivator-fractured file) statistically removed more smear layer than other systems at 3 mm. PUI and Vibringe lost their efficiency in final irrigation protocol.

Keywords: Smear layer, final irrigation protocol, irrigant activation, separated instrument

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Kök kanal tedavisi, kök kanal sisteminin temizlenmesi, şekillendirilmesi ve üç boyutlu olarak doldurulması işlemidir (1, 2). Kök kanal sisteminin biyomekanik preparasyonunda kanalın anatomik varyasyonlarından dolayı oluşan zorlukların önüne geçilmesi için bir çok şekillendirme tekniği geliştirilmesinin yanı sıra Nikel-Titanyum (Ni-Ti) döner alet sistemlerinden faydalanılmaktadır (3). Süperelastisite ve şekil hafızası özelliklerine rağmen kanal tedavisi sırasında Ni-Ti döner aletlerin kırılma potansiyelleri vardır ve bu durum tedavinin başarısını riske atmaktadır. Özellikle dar kök kanallı dişlerde kırılan ege parçası kök kanal sistemini tıkar, kanalın yeterli temizlenmesine ve şekillendirilmesine engel olur (4).

Enstrümantasyon tek başına kök kanal sisteminden bakterileri elimine etmek için yeterli değildir (5). Kök kanal anatomisinin karmaşık bir yapıda olması, mevcut döner alet sistemlerinin yaklaşık %40'a (6) yakın dokunulmayan kök kanal duvarı bırakması ve preparasyon sonrası organik doku artıkları, dentin talaşları, mikroorganizma ve yan ürünleri içeren smear tabakasının oluşması nedeniyle endodontik tedavi sonrası mikroorganizmalar için uygun bir ortam oluşabilir, dahası kök kanal dolgusunun adaptasyonunda da problemlere neden olabilir (6-8). Kök kanalının mekanik preparasyonu sırasında ulaşılamayan bölgelerdeki smear tabakasını uzaklaştırma ve debridman işlemi için kök kanal irrigasyonu kritik bir öneme sahiptir (9).

Organik, inorganik doku artıkları ile mikroorganizma ve yan ürünlerini içeren smear tabakası kanal içi medikamentlerin penetrasyonunu önlemektedir ve dolgu materyallerinin kanal duvarlarına adaptasyonunu olumsuz etkilemektedir (10). Smear tabakasının kaldırılmasında, organik doku çözücü bir ajan olan sodyum hipokloritin (NaOCl) bir şelasyon ajanı olan etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) ile birlikte kullanımı önerilmektedir (10, 11). Bu irrigasyon solüsyonlarının etkili olması için tüm kanal duvarlarına temas etmesi gerekir (12). Konvansiyonel irrigasyon sırasında irrigasyon solüsyonunun apikal yönde çok fazla ilerleyemediği gösterilmiştir (13, 14). Irrigasyon solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliğini ve dentin tübüllerine

penetrasyonlarını arttırmak amacıyla eğe, gutta-perka, plastik aletler, sonik ve ultrasonik cihazların yer aldığı teknikler kullanılmaktadır (15).

Tez çalışmasının amacı; kök kanal enstrümantasyonu sırasında oluşabilen döner alet kırığı nedeniyle irrigasyon aktivasyon sistemlerinin kanalın apikal kısmında kalan kök kanal duvarlarındaki smear tabakası uzaklaştırma etkinliklerine bakılarak irrigasyon solüsyonlarının o bölgeye ulaşabilirliğinin belirlenmesidir. Mevcut literatür taramasında kanal tedavisi sırasında alet kırığı meydana gelen dişlerde smear tabakasının uzaklaştırılması için farklı irrigasyon tekniklerinin etkinliğini karşılaştıran bir çalışma bulunmaması ve irrigasyon solüsyonlarının kırık aletin apikal bölgesine ne kadar nüfuz ettiği hususunda bir çalışma olmaması nedeniyle yeni bir çalışma metodu geliştirilmesi amaçlandı. Bu alışma verilerinin, smear tabakasının hangi irrigasyon yöntemi ile daha etkili bir şekilde uzaklaştırıldığı, bu etkinliklerinin alet kırığı varlığında nasıl etkilendiği hususunda endodontik tedavi protokolüne katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Kök Kanallarının İrrigasyonu

Endodontik tedavi, tüm vital veya nekrotik dokuların, mikroorganizmaların ve mikrobiyal yan ürünlerinin kök kanal sisteminden uzaklaştırılmasını amaçlar (16). Sadece mekanik preparasyon mikroorganizmaların sayısında azalmaya neden olabilir ancak organik ve inorganik doku çözücü, antimikrobiyal nitelikte irrigasyon solüsyonuyla preparasyonun desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca preparasyon sırasında kök kanal aletinin temas etmediği bölgelerin, istmusların, ramifikasyonların, aksesuar kanalların dezenfeksiyonu sadece irrigasyon solüsyonu ile yapılabilmektedir. Antibakteriyel nitelikteki irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin artırılmasıyla dezenfeksiyonda daha başarılı olunabilir (17).

4.2. İrrigasyonda Kullanılan Solüsyonlar

Geçmişten günümüze kök kanalı biyomekanik preparasyonunda kök kanal dezenfeksiyonu amacıyla birçok irrigasyon solüsyonu kullanılmıştır. Ancak günümüzde ideal irrigasyon solüsyonunda olması gereken özelliklerin tamamını karşılayan bir solüsyon olmadığı için kombine kullanımlarla bu yetersizliklerin giderilmesine çalışılmaktadır.

İrrigasyon solüsyonlarının kullanım amaçları:

- Kök kanalı içerisindeki mikroorganizmaların azaltılması ve endotoksinlerin nötralizasyonu ile enfeksiyonun kontrolüne yardımcı olmak
- Vital ve/veya nekrotik pulpa dokusunu eritmek
- Kök kanal enstrümantasyonu sırasında lubrikasyon sağlamak ve şekillendirme işlemini kolaylaştırarak oluşabilecek komplikasyonları engellemek
- Kök kanal preparasyonu sırasında açığa çıkan dentin ve pulpa doku artıklarını uzaklaştırmak
- Kök kanalının mekanik preparasyonu sırasında ulaşılamayan ve dokunulmayan bölgelerin temizlenmesini sağlamaktır.

İdeal Bir İrrigantın Sahip Olması Gereken Özellikler

- Uzun süreli ve geniş antibakteriyel spektruma sahip olmalıdır. Germisit ve fungusit olmalıdır.
- Periapikal dokularla teması durumunda irritasyona neden olmamalıdır.
- Dişin çevresindeki dokulara antijenik, toksik veya karsinojenik olmamalıdır. Biyouyumlu olmalıdır.
- Kanal içerisinde organik ve inorganik yapıları çözme özelliği olmalıdır.
- Kök kanal duvarına ve dentin tübüllerine temas ettiği alanın artması için yüzey gerilimi düşük olmalıdır.
- Smear tabakasını uzaklaştırırken dezenfeksiyon sağlayabilmelidir ve inorganik çözücülüğü ekspozite dentinin fiziksel özelliklerine zarar vermeyecek nitelikte olmalıdır.
- Dentine uygulandığında antibakteriyel etkinliğini uzun süre koruyabilmelidir (substantivite).
- Lubrikasyon özelliği olmalıdır.
- Maliyeti düşük olmalı ve raf ömrü uzun olmalıdır.
- Dişin rengini değiştirmemelidir.
- Kök kanalından kolaylıkla uzaklaştırılabilmeli, diğer irrigasyon solüsyonları ile teması halinde çökelti oluşturmamalı ve klorin gazı açığa çıkarmamalıdır.
- Kök kanal dolgu maddelerinin sızdırmazlığına ve kanala bağlanmasına olumsuz etkisi olmamalıdır (18-20).

Endodontide geçmişten günümüze kullanılan irrigasyon solüsyonları şunlardır:

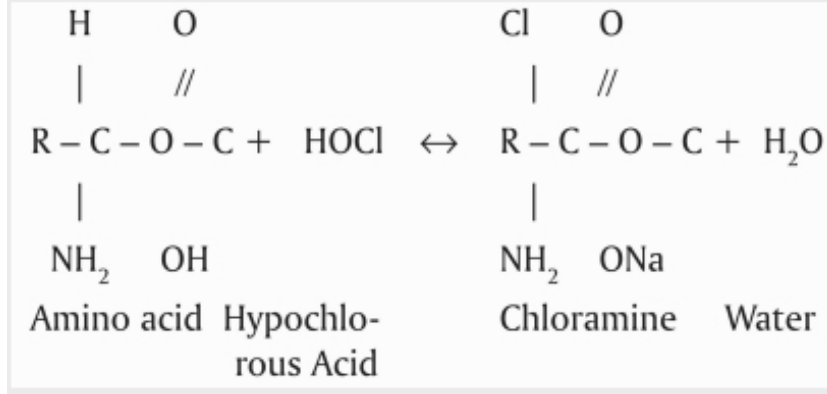
1. Alkalın Solüsyonlar: Sodyum hipoklorit, Kalsiyum hidroksit vb.
2. Şelasyon Ajanları ve Asitleri: Etilen diamin tetra asetik asit (EDTA), sitrik asit, REDTA, RC-Prep vb.
3. Katyonik Biguanid: Klorheksidin vb.
4. Tetrasiklin içerikler: MTAD, Tetraclean vb.
5. Oksitleyici ajanlar: Hidrojen peroksit, karbamid peroksit, iyodin potasyum iyodit (IKI) vb.
6. Elektrokimyasal olarak aktive edilenler: Oksidatif potansiyel su vb.
7. Diğerleri: Serum Fizyolojik, Bitkisel Ajanlar vb.

4.2.1. Sodyum Hipoklorit

Günümüzde endodontik tedavide rutin kullanımda olan sodyum hipoklorit (NaOCl); dentin ve biyofilmin organik bileşenlerini, vital pulpa dokusunu ve nekrotik dokuyu çözebilen iyi bir antibakteriyel ajandır (21). NaOCl dezenfeksiyon amacıyla ilk defa 1915'te, 1. Dünya Savaşı'nda Dakin tarafından enfekte ve açık yaralarda %0,5 konsantrasyonda kullanılmıştır. Endodontide ilk kez 1917'de Coolidge tarafından kök kanal irrigasyonu olarak kullanılmıştır (12).

NaOCl ideal bir irrigasyon solüsyonunun taşıması gereken özelliklerin çoğunu karşılar. Organik artıklara karşı iyi bir çözücü etki göstermesi, antiseptik olması, biyofilmlere etkili olması, organik doku varlığında etkinliğini sürdürmesi, düşük yüzey gerilimi nedeniyle dentin duvarlarına kolayca nüfuz etmesi, kolay temin edilebilmesi ve ucuz olması gibi özellikleri NaOCl'in en sık kullanılan irrigasyon solüsyonu olmasını sağlar.

NaOCl suda Sodyum (Na^+) ve Hipoklorit (OCl^-) iyonlarına ayrılır. NaOCl içindeki Klor, pH 4-7 arasında iken Hipokloröz Asit (HOCl); pH 9 civarındayken hipoklorit şeklinde bulunmaktadır. Hipokloröz asit, bakterilerin hücre membranı aktivitesini ve DNA sentezini ve oksidatif fosforilasyonunu bozarak sodyum hipokloritin antimikrobiyal etkinliğini sağlar. Hipokloröz asitin antimikrobiyal etkisi hipoklorit iyonundan daha fazladır. Endodontide kullanılan sodyum hipoklorit solüsyonunun pH değeri 11-12 civarındadır. Böylece hipoklorit yapıdan klor iyonları temin edilmiş olur. Sodyum hipoklorit doku proteinleri ile temasa geçtiğinde nitrojen, formaldehit ve asetaldehit oluşturur ve peptid bağların yıkımı ile protein yapıların çözünmesini sağlar. Bu reaksiyon sırasında, amino grubundaki hidrojen, klorin ile yer değiştirerek kloramin oluşur (Şekil 1). Kloramin, NaOCl'in antimikrobiyal aktivitesinde önemli rol oynar (17). Proteolitik etkisi sayesinde pulpa dokusu ve kollajen gibi yumuşak dokuları çözer.



Şekil 1. Kloramin Reaksiyonu (22)

Güçlü bir antibakteriyel etkinliğe sahip olan NaOCl en yaygın kullanılan irrigasyon solüsyonu olmasına rağmen ideal konsantrasyonu hakkında fikir birliğine varılamamıştır. Genellikle %0,5 ile %5,25 konsantrasyonları arasında kullanılması önerilmektedir. Konsantrasyonunun artması doku çözücü ve antibakteriyel etkinliğini artırırken toksik etkisinin de artmasına sebep olur. Bazı çalışmalar %5,25 konsantrasyonlarında kullanılmasını önerirken (2, 23), başka çalışmalar dentine olan fiziksel zararı en aza indirerek (24) yeterli antibakteriyel etkinliği sağlayacak konsantrasyonun %2,5 olduğunu bildirmiştir (25). Yapılan başka bir çalışmada %2,5 NaOCl'in bakterilere karşı orta derecede etkili iken endotoksinlere karşı daha az etkili olduğu bulunmuştur (26).

Sodyum hipokloritin nekrotik doku çözme etkinliği solüsyonun konsantrasyonuna, pH'ına, hacmine ve ısısına, sürekli tazelenmesine, solüsyonun ultrasonik gibi mekanik titreşimler uygulanarak aktive edilmesine, organik doku miktarına, doku tipine ve dokularla temas süresine bağlıdır (27).

Sodyum hipokloritin tüm bu avantajlarına rağmen periradiküler dokuda toksik etkisi olduğu bilinmektedir (28). İyatrojenik olarak apikalden NaOCl'in periapikal dokulara taşması sonrasında çok şiddetli ağrı, ödem, kök kanalından devamlı kanama, ekimoz, maksiller sinüse taşıyorsa boğaz irritasyonu ve klor tadı, sekonder enfeksiyon riski ve komşu sinir yapılarında hasar meydana gelebilir. NaOCl, smear tabakasını tek başına uzaklaştırılmaz çünkü inorganik doku çözücü özelliği yoktur (29).

NaOCl smear tabakasının organik kısmının çözülmesini sağlarken, inorganik kısmın çözülmesi için EDTA ile birlikte kullanıldığında serbest klor miktarının azalmasından dolayı doku eritici özelliğini yitirir. Bu yüzden iki solüsyon arasında distile su kullanılarak bu durum önlenebilir (30).

Antibakteriyel etkinliğin artırılması için klorheksidinle (CHX) kombine kullanımı düşünülmüştür. Ancak alkalın NaOCl ile dikatyonik CHX ile temas etmesi sonucu oluşan asit-baz reaksiyonuna bağlı olarak para-kloroanilin (PCA) denilen çökelti oluşur. Bu çökelti nötr, çözülmeyen, kahverengimsi-pembe renkte, toksittir ve methemoglobin ve siyanoza yol açabilir. Kronik renklenmeye ve dentin tübüllerinin tıkanmasına yol açtığı gibi kanalın doldurulması sırasında tıkaçlamayı olumsuz etkileyerek mikro sızıntıya yol açtığı bilinmektedir. Solüsyonlar arasındaki etkileşimi önlemek için arada distile su kullanılmalıdır ve kanalda NaOCl artığı bırakılmamalıdır (12, 31).

4.2.2. Şelasyon Ajanları ve Asitler

Şelasyon ajanları ve asitler irrigasyonda inorganik dokuyu çözmek amacıyla kullanılmıştır. Şelasyon ajanları ve asitler dentindeki hidroksiapatit kristalleri içerisindeki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girerek metalik bir şelat oluştururlar. Smear tabakasının inorganik kısmının uzaklaştırılmasında, sitrik asit, tannik asit, sülfirik asit, laktik asit, poliakrilik asit gibi zayıf asitlerden ve çeşitli şelasyon ajanlarından faydalanılır (17).

Şelat kelimesi, Yunanca “yengeç kısıkağı” anlamına gelen “chele” kelimesinden köken alır. Şelatlar, metal iyonları ile organik maddeler arasında halka şeklindeki bağlardan oluşan kısmen kararlı komplekslerdir. Şelatörler, iyonları inaktive etme ve bağlanma özelliklerinden dolayı geniş bir alanda kullanılmaktadır. Şelatörler ilk defa 1957’de Nygaard-Ostby tarafından endodontide kullanılmıştır. Günümüzde endodontik tedavide en çok tercih edilen şelasyon ajanı etilen diamin tetra asetik asittir (EDTA) (29).

Saf EDTA renksiz, suda çözülebilen, poliaminokarboksilik asit yapıdadır. Ferdinand Munz tarafından ilk defa 1935'te tanımlanmıştır. Günümüzde ise EDTA; etilen diamin, formaldehid ve sodyum siyanürden sentez edilmektedir. Kalsiyuma şelasyonla bağlanarak dekalsifikasyon yapan EDTA dekalsifikan etkisini kendi kendine kısıtlar. Tüm şelat molekülleri kalsiyum ile bağlandığında reaksiyon durur. Bu nedenle sık tazelenerek, yeterli miktarda aktif madde, yeterli sürede kullanılmalıdır (32). Yapılan çalışmada smear tabakasının uzaklaştırmada %17'lik EDTA'nın %20 sitrik asit ve MTAD'den (tetrasiklin isomer, asit ve deterjan karışımı) daha iyi olduğu belirtilmiştir (33). EDTA smear tabakasının inorganik kısmını çözerek uzaklaştırılmasını sağlar böylece sonrasında kullanılacak irrigasyon solüsyonlarının, kanal içi medikamentlerin ve dolgu materyallerinin dentin tübüllerine penetrasyonunu artırır (17). Yüksek konsantrasyonlarda kullanıldığında EDTA'nın dentin sertliğini yaklaşık olarak 20 VH (Vickers sertliği) değiştirebildiği, dentin kırılmasını arttırdığı bildirilmiştir (34).

Antibakteriyel etkisi oldukça zayıf olmakla beraber uzun süre maruz kalındığında EDTA'dan salınan metal iyonları, bakterilerin hücre zarındaki yüzey proteinleri ile bağlanarak bakteri ölümüne neden olabilir (21). Antibakteriyel etkinliği arttırmak için çeşitli materyallerle modifiye edilmiş EDTA preparatları sıvı yada visköz şekilde formüle edilmiştir.

Sıvı Şelasyon Ajanları:

- EDTAC: EDTA'ya kuarterner amonyum bileşiği olan Setrimit eklenerek yüzey geriliminin düşürülmesi amaçlanmıştır. %15'lik EDTA ile dietiltriamin-penta asetik asitin (DTPA) birleşiminden oluşmaktadır.

- REDTA: %17'lik EDTA solüsyonuna 9,25 ml 5 mol sodyum hidroksit, 100 ml distile su ve 0,84 g Setrimit eklenmesiyle elde edilmektedir. Sodyum hidroksit ile tamponlanmış EDTA'dır.

- CDTA: Sikloheksan-1 ile 2-diamin-tetra asetik asidin karıştırılmasıyla elde edilen %1'lik solüsyondur.

- EDTA-T: %17'lik EDTA solüsyonuna sülfat tergentol ve sodyum lauril eterin karıştırılmasıyla elde edilir.

- EGTA: Amino etil eter ile tetra asetik asitten meydana gelmektedir.

- CALCINASE: Saf su, sodyum hidroksit ve %17'lik sodyum asetat içermektedir.

- HYPAQUE: %5'lik NaOCl, hypaque ve %17'lik EDTA içeren bir solüsyondur.

- DECAL: %4,6 amonyum oksit asetat, %0,06 setrimitten ve %5,3'lük oksil asetat karışımından meydana gelmektedir.

- TUBULUCID PLUS: 0,5 g benzalkoniumklorit, fosfat tampon solüsyonu, 100 g distile su, 1,5 g Amfoterik-2 (%38), %50 sitrik asit ve 3 g disodyum EDTA dihidrat karışımından oluşturulur.

- LARGAL ULTRA: %15'lik EDTA, sodyum hidroksit ve %0,75'lik setrimitten oluşmaktadır.

- SALVİZOL: Propilen glikolün içinde bulunan %5'lik aminokuinaldinumdiasetat tarafından oluşturulan bir şelasyon ajanıdır.

Visköz Şelasyon Ajanları:

- FILE CARE EDTA: %15'lik EDTA solüsyonuna %10'luk üre peroksit eklenmesiyle oluşan bir şelasyon ajanıdır.

- FILE-EZE: %19'luk EDTA içermektedir.

- GLYDE FILE: Sıvı solüsyonun içine %10'luk üre peroksit ile %15'lik EDTA katılmasıyla elde edilmektedir.

- RC-PREP: %15'lik EDTA, %10'luk üre peroksit ve glikolden meydana gelen visköz bir şelasyon ajanıdır. EDTA'nın üre peroksitle kombine edilmiş jel formudur ve yüzey dentininde erozyon yapmaz.

- CALSINASE SLIDE: %58'lik distile su ve %15'lik EDTA karışımından oluşmaktadır (29).

Sitrik asit smear tabakasını uzaklaştırmada poliakrilik asit, laktik asit ve fosforik asit gibi birçok asitlerden daha etkiliyken EDTA ile benzer etki göstermektedir. %1-50 arasında değişen konsantrasyonlarda, kanal preparasyonu sırasında irrigasyon ve smear tabakasının uzaklaştırılması amacıyla kullanılmaktadır (35).

NaOCl ile birlikte kullanıldığında PCA oluşurken, klorheksidinle kombine kullanıldığında klinik önemi tam olarak bilinmeyen bir beyaz tuz çökeltisi oluşmaktadır. Bu yüzden irrigasyon protokolünde bu iki solüsyonun kullanımı arasında distile su kullanılarak temas etmesi önlenmelidir (36).

Smear tabakasının inorganik kısmını etkili bir biçimde uzaklaştırmak için EDTA veya sitrik asit kullanımına, organik kısmı için önce ve sonrasında NaOCl kullanımına gereksinim vardır.

4.2.3. Klorheksidin (CHX)

Klorheksidin diglukonat; geniş antimikrobiyal etkinliği nedeniyle dezenfeksiyonda yaygın olarak kullanılmaktadır. Gram (+) ve Gram (-) mikroorganizmalara, mantarlara ve yalnızca lipit zarı olan virüslere karşı etkilidir. Bununla birlikte organik doku çözücü etkinliği yoktur (37).

CHX endodonti pratiğinde yaygın olarak kullanılan katyonik bir bis-guanid olup, bakteri hücre duvarı gibi negatif yüklü yüzeylere bağlanarak etkinliğini gösterir. İlk defa 1954 yılında Davies ve ark. tarafından endodontide kullanımı önerilmiştir (38).

CHX'in antibakteriyel etkinliği ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. %2'lik klorheksidinin *Enterococcus faecalis* üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Bu yüzden kök kanalı irrigasyon solüsyonu olarak uzun süreli antibakteriyel etkisinden dolayı %2 konsantrasyonlarında kullanımı önerilmektedir (39). CHX preparatları jel ve solüsyon şeklinde bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada jel formunun likit formuna oranla antimikrobiyal etkinliğini gösterebilmesi için daha uzun süre gerektiği bulunmuştur (2, 40).

CHX katyonik özelliği sayesinde dentin hidroksiapatitindeki fosfat anyonu gibi anyonlara bağlanarak yavaş salınım gösterir. Böylece uzun süre antibakteriyel etkisini devam ettirmektedir. Bu duruma "substantivite" denir ve irrigasyon işleminden sonra antibakteriyel etkisi 12 haftaya kadar devam edebilmektedir (41).

CHX, organik doku varlığında etkinliğini sürdürebilir ancak organik ve inorganik doku çözme özelliği olmadığı için smear tabakasını uzaklaştırmada kullanılamaz. Bu sebeple CHX'in final yıkama solüsyonu olarak kullanımı önerilmekte ve kök kanallarının irrigasyonunda tek başına kullanılmaması gerektiği bildirilmektedir (12).

4.2.4. MTAD (Mixture Tetracycline, Acid and Detergant) - Tetraclean

Trobinejad ve ark.'nın irrigasyon solüsyonlarının şelasyon ve antibakteriyel özelliklerini geliştirmek amacıyla 2003 senesinde piyasaya sürdükleri tetrasiklin (%3'lük doksisisiklin), sitrik asit (%4,25) ve Tween 80 (%0,5) adında bir deterjandan oluşan irrigasyon solüsyonudur. Ticari ismi BioPure MTAD'dir (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, ABD). Koronal ve orta üçlüde EDTA kadar erozyon oluşturmadıkları, apikal üçlüde daha temiz dentin tübüleri görüntüsü sağladıkları tespit edilmiştir. İçeriğindeki doksisisiklin sayesinde antibakteriyel etki gösterirken, deterjan sayesinde de yüzey gerilimini düşürerek dentin penetrasyonunu sağlar (42).

E. faecalis üzerindeki bakterisidal etkisi %1-6 konsantrasyonlarındaki NaOCl'den daha az bulunmuştur. Final irrigasyonunda %1,3 NaOCl ile irrigasyon sonrasında 5 dk. MTAD ile yıkanması önerilmektedir (5).

Tetraclean içerik olarak MTAD'ye benzemektedir ancak deterjan yerine propilen glikol içerir. Ayrıca doksisisiklin konsantrasyonu da 3 kat artmıştır. Yapılan çalışma sonuçlarına göre enfekte kök kanalından smear tabakası ve mikroorganizmaları elimine etmek için Tetraclean ile 5 dakikalık final irrigasyonu önerilmektedir (43).

4.2.5. Diğerleri

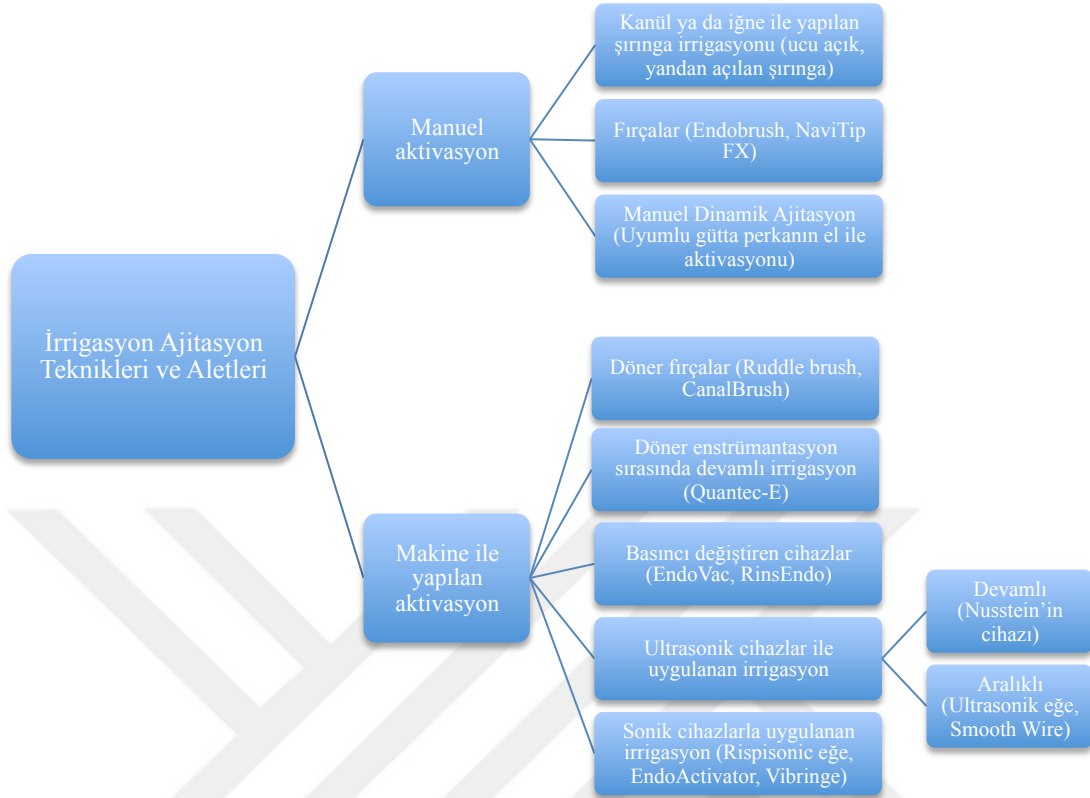
Kök kanallarının irrigasyonunda kullanılmak üzere son zamanlarda piyasaya sürülen bir solüsyon da QMix'tir (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, ABD). QMix hem smear tabakasını hem de debris kaldıracıdır. İçeriğinde bisquanid antimikrobiyal ajan (CHX), poliaminokarboksilik asit kalsiyum-şelasyon ajanı (EDTA), salin (deiyonize su) ve sürfaktan bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada sodyum

hipokloritle irrigasyon sonrasında EDTA ve QMix ile irrigate edilen düz kanallarda smear kaldırmada QMix %17'lik EDTA kadar etkili bulunmuştur (44).

Yeşil çay, noni (morinda citrifolia), triphala gibi bitkisel ürünlerin de antimikrobiyal özelliğinden dolayı endodontide irrigasyonda kullanılabilirliği araştırılmaktadır (22).

4.3. Irrigasyon Aktivasyon Yöntemleri ve Cihazları

Kök kanal irrigasyonu kemomekanik preparasyonun vazgeçilmez basamağıdır (12). Mevcut irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini arttırmak için pH değerini azaltma (45), sıcaklığını artırma (46), yüzey gerilimini azaltmak için yüzey aktif maddelerin eklenmesi (47) gibi yöntemler kullanılmıştır. İdeal irrigasyon solüsyonunun özelliklerinin tümünü taşıyan tek bir solüsyon olmadığından endodontik tedavide irrigasyon solüsyonları kombine kullanılmaktadır ve mevcut etkinliklerini arttırmak için aktivasyon yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Aşağıdaki tabloda gösterildiği üzere Gu ve ark. irrigasyon aktivasyon sistemlerini manuel ve makine ile aktivasyon olmak üzere ikiye ayırmıştır (Şekil 2) (15).

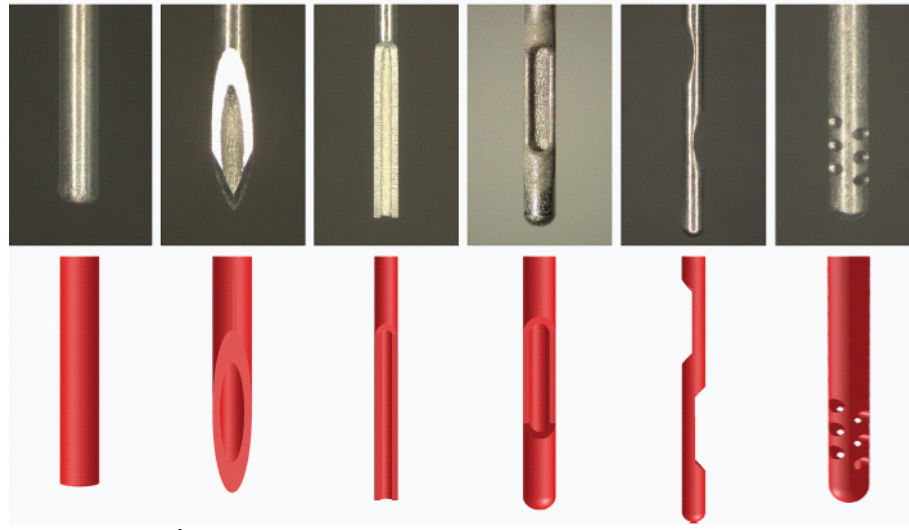


Şekil 2. Endodontide kullanılan bazı irrigasyon ajitasyon teknikleri ve cihazları (15)

Bu tabloya ek olarak son zamanlarda gelişen; Self Adjusting File (SAF), bakterisidal etki gösteren lazerlerden Nd:YAG lazer, XeCl lazer, Er:YAG lazer ve foton indüklenmiş fotoakustik dalgalanma (Photon Induced Photoacoustic Streaming- PIPS), Gentlewave sistemlerini ekleyebiliriz (48).

4.3.1. Kanül veya iğne ile yapılan şırınga irrigasyonu

Endodontist ve diş hekimlerince yaygın olarak uygulanan tekniktir. Bu teknikte solüsyon farklı ebatlarda iğne veya kanül vasıtasıyla pasif olarak ya da ajitasyonla kanala iletilmektedir. İğne ya da kanül kanal içerisinde hareket ettirilmediğinde kanallar pasif olarak, yukarı ve aşağı hareketlerle çalışma boyundan 2-3 mm kısa olacak mesafede hareket ettirildiğinde ajitasyonla irrigasyon edilir (49). İrrigasyon iğnelerinin bazıları, en uç kısmından irrigasyon solüsyonunu dağıtmak üzere tasarlanırken, bazıları irrigasyon solüsyonunun periapikal dokuya taşmasını önlemek için kapalı uçlu, yandan açılan şekilde tasarlanmıştır (Resim 1) (50-52).



Resim 1. İrrigasyonda kullanılan iğnelerin uç dizaynları (51, 52)

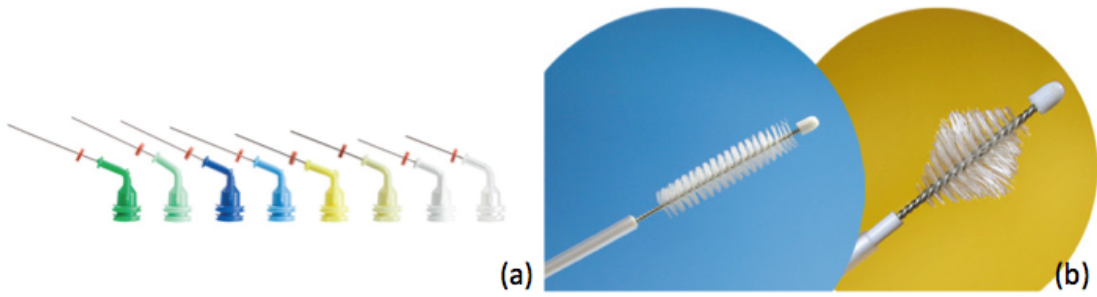
İğne/kanülün irrigasyon sırasında kanalın içinde sıkışmaması çok önemlidir. Bu, irrigasyon solüsyonlarının periapikal dokulara taşmasını önlerken, solüsyonun geri çıkışına ve daha fazla debrisin koronale doğru çıkışına izin vermektedir. Şırınga ile irrigasyonun avantajlarından biri, kanal içinde iğne penetrasyon derinliğinin ve kanala verilen irrigant hacminin nispeten kolay kontrol edilmesine olanak sağlamasıdır (53).

Bununla birlikte konvansiyonel iğne ile irrigasyonun mekanik yıkama etkisi zayıftır. Daha önce yapılan bir çalışmada geleneksel şırınga ile yapılan irrigasyonda irrigasyon solüsyonunun iğne ucunun sadece 1 mm ötesine ilerleyebildiği gösterilmiştir (54).

İğne/kanül irrigasyonunun etkinliğini arttıran faktörler; kullanılan irrigasyon solüsyonunun hacminin artırılması, irrigasyon iğnesinin olabildiğince apikale yerleştirilmesi ve küçük çaplarda iğne/kanül kullanılmasıdır (14, 55, 56). Bununla birlikte iğne ucunun apikal bölgeye çok fazla yaklaştırılması ile irrigasyon solüsyonunun periapikal bölgeye taşmasına sebep olabilir (14, 54). Küçük çaplı irrigasyon iğnelerinin avantajı yeterli derinliğe ulaşabilmesi iken kök kanalında kırılma riski taşınması ve irrigasyon solüsyonunun zerk edilmesindeki güçlük dezavantajlarıdır (17).

4.3.2. Fırçalar

Fırçalar kanal içerisindeki isthmuslardan, düzensiz alanlardan debris ve nekrotik dokuyu uzaklaştırmak için irrigasyon solüsyonuna yardımcı olmak amacıyla kullanılırlar. Piyasada üzeri fırça ile kaplanmış 30 gauge'lık Navi-Tip Fx (Ultradent Product Inc., South Jordan, UT) iğne, bükülmüş teller arasında naylon kıllar taşıyan spiral şekilde olan Endobrush bulunmaktadır (Resim 2). Ancak şu da bilinmelidir ki uygulama sırasında fırça kılları kanal düzensizlikleri içerisinde kalabilir ve operasyon mikroskobu ile dahi fark edilemeyebilir (51).



Resim 2. (a) Navi-Tip Fx fırçalar, (b) Endobrush

4.3.3. Manuel Dinamik Aktivasyon

İrrigasyonun etkili olabilmesi için solüsyonun kanal duvarlarına temas etmesi gerekmektedir. Ancak özellikle dar kanallarda, anatomik düzensizliklerde irrigasyon solüsyonunun apikal bölgeye ulaşması zordur. Son genişletme ebatlarına uygun bir gutta-perkanın, kanal içerisinde 2-3 mm'lik aşağı yukarı hareketlerle hidrodinamik etki oluşturmaya bağlı dinamik bir irrigasyon sağlanır. Bu yöntemin diğer bir avantajı ekonomik olarak ucuz olmasıdır (51).

4.3.4. Döner Fırçalar

Mekanik preparasyonu yapılmış olan kök kanal sisteminden debris ve smear tabakasının kaldırılmasını kolaylaştırmak için döner aletlere takılan Ruddle tarafından geliştirilen 300 rpm hızda çalışan “Microbrush” adındaki fırçalar kullanılmıştır. Şaft ve fırçadan oluşan bu aletin yerini propilenden geliştirilen 600 rpm hızda çalışan angldrüvaya takılan “CanalBrush” (Coltene Whaledent, Langenau, Almanya) almıştır (51).

4.3.5. Döner Aletle Enstrümantasyon Esnasında Devamlı İrrigasyon

Quantec-E irrigasyon sistemi (SybronEndo, Orange, Kaliforniya, ABD) Quantec-E Endo döner alet sistemi ile birlikte kullanılan, bir pompa, iki adet solüsyon deposu ve sürekli irrigasyonu sağlayacak olan bir tüp içermektedir. Sistemin amacı, döner aletle kanal enstrümantasyonu yapılırken daha uzun sürede, daha fazla irrigasyon solüsyonu kullanarak, kanalda daha derine penetrasyonla devamlı bir irrigasyon sağlamaktır (15). Yapılan çalışmalarda bu sistem ile şırıngayla manuel irrigasyon sistemi arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (57, 58).

4.3.6. Basınç Değiştiren Sistemler

Kanal tedavisinin biyomekanik preparasyonu sırasında irrigasyon aşamasında oluşabilen komplikasyonlardan biri olan periapikal dokulara solüsyon taşmasının önüne geçebilmek için basınç değiştirebilen sistemler geliştirilmiştir. Bu şekilde çalışan RinsEndo ve EndoVac sistemler bulunmaktadır.

RinsEndo Sistemi (Duerr –Dental, Bittigheim- Bissingen, Almanya)

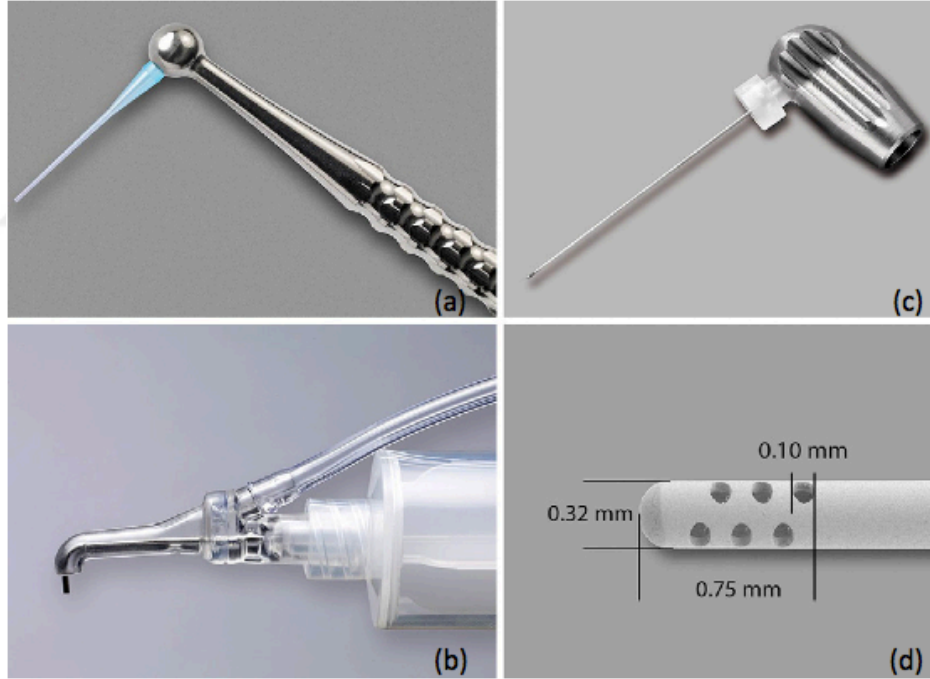
Hidrodinamik aktivasyonla kök kanal sisteminin apikal bölgesinde daha etkili bir yıkama hedeflenerek üretilen RinsEndo sisteminde basınçla emme teknolojisi kullanılmıştır (15, 17, 50). 65 µL irrigasyon solüsyonuna 1,6 Hz frekansta titreşim verilerek bir kanül aracılığı ile kanala taşınırken kanalda bulunan solüsyon da geri çekilmektedir. Bu basınç-emme mekanizması dakikada yaklaşık 100 döngü yapar. Çekilmiş dişlerde yapılan çalışmada bu sistem konvansiyonel şırınga ile irrigasyondan daha üstün bulunurken, apikalden yıkama solüsyonun taşma riskinin oldukça fazla olduğu gözlemlenmiştir (50).

EndoVac Sistemi (Discus Dental, Culver City, ABD)

EndoVac sistemi, ana taşıyıcı uç (master delivery tip- MDT), makrokanül ve mikrokanül olmak üzere üç temel bileşenden oluşan bir apikal negatif basınçlı

irrigasyon sistemidir (Resim 3). MDT, irrigasyon solüsyonunu pulpa odasına gönderirken, hem makrokanül hem de mikrokanül solüsyonun apikal bölgeye ulaşmasını sağlar ve negatif basınçla geri emer. Böylece kanal içerisinde irrigasyon solüsyonu türbülansa girer ve kanal duvarları ile kanül arasında akar. Mikrokanül 32 ebatlarında paslanmaz çelikten üretildiği için apikal bölgenin #35 veya daha fazla genişletildiği dişlerde kullanılabilir ve çalışma boyunca irrigasyon solüsyonu iletimi sağlanır (15, 51, 59).

Yapılan çalışmalarda aynı sürede EndoVac sisteminde konvansiyonel şırınga sisteminden daha fazla irrigasyon solüsyonunun kanal içerisine iletiildiği gösterilmiştir. Aynı zamanda apikal 1 mm'de daha fazla debris kaldırıldığı ve hava sıkışmasını önleyerek irrigasyon solüsyonunun periapikal bölgeye taşmasına neden olmaksızın güvenli bir şekilde çalışma uzunluğu boyunca ilettiği sonuçları elde edilmiştir (60).



Resim 3 a. Makrokanül, **b.** Ana taşıyıcı uç (MDT), **c.** Mikrokanül, **d.** Mikrokanül uç dizaynı (59)

4.3.6. Ultrasonik İrrigasyon

Ultrasonik cihazlar endodontide ilk defa Richman tarafından kullanılmıştır. Ultrasonik cihazlar kök kanalının preparasyonda başarılı bulunmamasına rağmen irrigasyonda oldukça başarılı bulunmuştur. Literatürde 2 tip ultrasonik irrigasyon

tanımlanmıştır; irrigasyonla beraber kanal duvarlarının da bir miktar prepare edildiği aktif ultrasonik irrigasyon ve enstrümantasyondan sonra sadece irrigasyon solüsyonunun aktive edildiği pasif ultrasonik irrigasyon (PUI). Ultrasonik eğerler 25-30 kHz ultrasonik frekansta salınım yapacak şekilde dizayn edilmiştir. PUI'de enerji verilen eğerler bu enerjiyi ultrasonik dalgalarla irrigasyon solüsyonuna iletir. Sonuçta irrigasyon solüsyonunda mikro akustik dalgalanma ve kavitasyon oluşur (61, 62). Ultrasonik eğerlerin etkinliğini kaybetmemesi için kanal duvarlarına değmeden serbestçe hareket etmesi gerekmektedir. Preparasyonu tamamlanmış kanallarda ultrasonik eğer kanal içerisinde daha rahat osilasyon yaparak irrigasyon solüsyonunun daha apikal bölgeye penetrasyonunu sağlar (63).

Pasif ultrasonik sistem 2 farklı yöntemle uygulanır; ultrasonik aletlerle devamlı ultrasonik irrigasyon ve şırınga yardımıyla aralıklı ultrasonik irrigasyon (64). Aralıklı ultrasonik irrigasyon işleminde irrigasyon solüsyonu şırınga yardımıyla kanal içerisine gönderildikten sonra ultrasonikle aktive edilir ve her aktivasyon döngüsünden sonra tekrar doldurulur. Bu metotta şırınganın penetrasyon derinliği ve verilen solüsyonun hacmi kontrol edilebildiği için periapikal bölgeye irrigasyon solüsyonunun taşma riski azaltılmış olur. Devamlı ultrasonik irrigasyon tekniğinde bu olay kontrol edilemez. Devamlı irrigasyon tekniğinde irrigasyon solüsyonu ultrasonik cihazın solüsyon şişesinde bulunur ve böylece sürekli olarak irrigasyon solüsyonu tazelenmiş olur (15). Yapılan araştırma sonuçlarına göre irrigasyon süresi 3 dakikaya ayarlandığında her iki yöntem de eş miktarda debris uzaklaştırmaktadır (53).

Yapılan araştırmalarda ultrasonik cihazlarla yapılan irrigasyon işlemi konvansiyonel şırınga irrigasyon işleminden debris ve smear kaldırma bakımından daha üstün bulunmuştur. Ayrıca oluşan ısı artışı ile beraber NaOCl'in antibakteriyel etkinliğinin de arttığı rapor edilmiştir (53). Yapılan başka bir çalışmada kök kanal preparasyon tamamlandıktan sonra %3'lük NaOCl solüsyonunun 5 dk. boyunca ultrasoniklerle ajitasyonunun smear tabakasını daha etkin bir şekilde uzaklaştırabileceği gösterilmiştir (64).

PUI'nin sonik sistemlere oranla daha fazla debris uzaklaştırdığı rapor edilmiştir (65). Ancak sonik sistemlerin kanal içerisinde daha uzun zaman kullanıldığında pasif ultrasonik sistemler kadar etkili olduğunu savunan çalışmalar da bulunmaktadır (66).

Çalışmamızda PUI için EMS Minimaster Piezon cihaz (EMS miniMaster Piezon, Nyon, İsviçre) (Resim 4) ile kesici olmayan yuvarlak uçlu EMS ESI alet kullanılmıştır (EMS Elektro Medikal Sistem SA, CH-1260 Nyon, İsviçre). Çalışmamızda PUI, devamlı irrigasyon yöntemi ile apikal daralımdan ve kırık aletten 1-2 mm geride olacak şekilde konularak ileri geri hareketlerle kullanılmıştır.



Resim 4. EMS Pasif Ultrasonik Cihaz

4.3.7. Sonik Cihazlarla İrrigasyon

Sonik cihazlar endodontide ilk kez Tronstad ve arkadaşları tarafından kullanılmıştır (67). Ultrasoniklere nazaran daha düşük frekansta (1-6 kHz) çalışan sonik sistemler lateral olarak titreşim gösteren, aşağı yukarı hareket ettirilerek ajitasyon sağlayan cihazlardır (21). Aynı zamanda sonik enerji irrigasyon solüsyonunun ısı artışı sağlayarak etkinliğini arttırmaktadır (68).

EndoActivator (Dentsply, Tulsa, Santa Barbara, ABD)

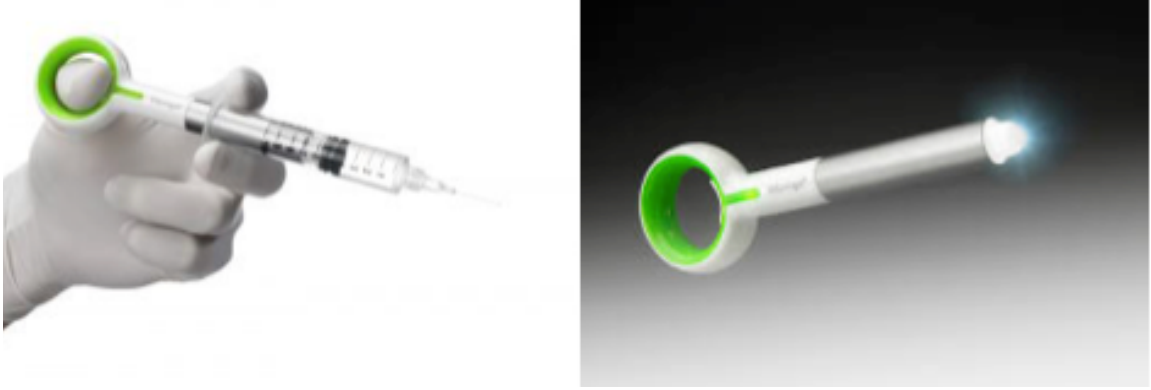
EndoActivator; sonik olarak çalışan ve hızlı bir şekilde sıvı hidrodinamiği yaratan bir kök kanalı irrigasyon sistemidir (Resim 5). Kök kanalının mekanik preparasyonu tamamlandıktan sonra son irrigasyon işlemlerinde kullanılması önerilmektedir. Güvenilir bulunan bu sistemin 15/0.2, 25/0.4 ve 35/0.4 olmak üzere 3 farklı ebatla kesici olmayan polimer uçları bulunmaktadır. Kök kanalının preparasyonuna uygun olan olarak seçilecek bu uçlar kanal duvarlarına zarar vermemektedir. Sistemin 2.000, 6.000, 10.000 cpm olmak üzere 3 farklı güç seçeneği bulunmaktadır (21).



Resim 5. EndoActivator

Vibringe Sonik Şırınga (Cavex, Amsterdam, Hollanda)

Geleneksel tip iğne/kanül iletimi sırasında irrigasyon solüsyonuna sonik titreşim sağlayan yeni bir sistemdir. Vibringe irrigasyon cihazı (Resim 6) akustik akımla birleştirilmiş sonik akış teknolojisi kullanarak solüsyonun etkinliğini artırır. Böylelikle irrigasyon solüsyonun kök kanalının en apikal bölgesine ulaştığı ve debrisin uzaklaştırılmasının kolaylaştırdığı bildirilmiştir. Her tipte iğne/kanül ile uyumludur (17, 59).



Resim 6. VibriNGe (Cavex, Amsterdam, Hollanda)

4.4. Smear Tabakası

Endodontik tedavide kök kanal preparasyonunda el eğeleri veya döner aletler kullanıldığında dentin aşınmasına bağlı olarak mineralize dokuları içeren debris açığa çıkar. Debris içindeki çok küçük parçacıklı mineralize kollajen matriks tüm yüzeye yayılarak smear tabakası adı verilen bir tabaka oluşturur. Smear tabakası, ilk olarak 1970 senesinde Eick ve ark. tarafından Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) ile gösterildi (69). Bu araştırmacılar, smear tabakasının 0,5-15 μm 'den daha küçük boyutlardaki parçacıklardan oluştuğunu göstermişlerdir. Enstrümante edilmiş kök kanalının yüzeyindeki smear tabakasının varlığı ise ilk kez 1975 senesinde McComb ve Smith tarafından gösterilmiştir (70). Bu araştırmacılar çalışmalarında kavite preparasyonu sırasında oluşan smear tabakasının endodontik tedavi sırasında oluşan smear tabakasından farklı olduğunu belirlemişlerdir; odontoblastik uzantı, pulpa dokusu ve bakteri ve yan ürünleri kök kanal preparasyonu sonrası oluşan smear tabakasında görülür (10, 71). Yani kök kanalında bulunan smear tabakasının hem organik hem de inorganik komponenti bulunmaktadır (29).

Smear tabakasının içeriğindeki organik komponentler; pulpa artıkları, odontoblast uzantıları, kan hücreleri ve mikroorganizmalardır. Smear tabakasının daha büyük kısmını oluşturan inorganik komponenti dentin parçacıklarıdır (17). Lester ve Boyde “smear” tabakasını inorganik dentin içine hapsolmuş organik madde olarak tanımlamışlardır (72).

Smear tabakası yüzeyel tabaka ve derin tabaka olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Yüzeyel tabaka 1-2 µm kalınlığındadır ve dentine gevşek tutunur. Derin tabaka dentin kanalcıklarına 40 µm kadar ilerleyerek penetre olabilir veya kanalcıkların ağzını tıkayabilir. İçeriğinde su oranı fazla olduğundan sabit ve homojen değildir, bu yüzden sızıntıya karşı elverişlidir (21).

Kök kanalındaki smear tabakasının kök kanalını preparasyonu ve dolumu üzerine etkileri konusunda çok farklı düşünceler mevcuttur (73, 74). Araştırmaların bazılarında smear tabakasının varlığının; kullanılan irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini azalttığı (75), bakteri üremesi için ortam oluşturulduğu ve dentine uzandığı için bakterilerin de dentine geçişini kolaylaştırdığı (76) rapor edildiğinden, smear tabakasının uzaklaştırılması gerektiği savunulmuştur. Gençoğlu ve ark. smear tabakasının kaldırılmasının, hem lateral kondansasyonda gutta perkanın hem de termoplastik kök kanal dolgularının kanal duvarlarına adaptasyonunu arttırdığı sonucuna varmışlardır (77). Başka araştırmalarda ise smear tabakasının dentin tübüllerine bakteri invazyonunu önlediği ve metabolitlere karşı savunma görevi gördüğü için uzaklaştırılmaması gerektiği belirtilmiştir (73, 78, 79). Goldman ve ark. smear tabakasının bakterilere karşı tam bir bariyer oluşturmadığını, sadece bakteri penetrasyonunu geciktirdiğini bildirilmiştir (80). Smear tabakasının uzaklaştırıldığı başka çalışmalarda dentin tübüllerinin dezenfekte edilebildiği ve bakterilerin uzaklaştırılabildiği sonuçları elde edilmiştir (81, 82).

Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre smear tabakası kimyasal, mekanik yöntemlerle ve güncel olarak da lazer uygulanan sistemlerle uzaklaştırılabilmektedir. Smear tabakasının kaldırılması en etkili şekilde NaOCl ve EDTA solüsyonlarının birlikte kullanılması ile sağlanır, ancak henüz smear tabakasının tam olarak uzaklaştıran bir yöntem bulunamamıştır (17). Çalışmamızda, kanalların özellikle apikal bölgesinde alet kırığı varlığının smear tabakasının uzaklaştırılması üzerine etkisi incelenmektedir.

4.5. Kök Kanalların Mekanik Temizliği

Mekanik preparasyon ile enfekte yumuşak ve sert dokuları uzaklaştırmak, kanalların anatomik formunu koruyarak irrigasyon solüsyonlarının apikal bölgeye ulaşmasını sağlayacak şekilde genişletmek ve kök kanal dolgusu için uygun boşluğu oluşturmak amaçlanmaktadır (21). Kök kanal aletleri yardımıyla vital ve nekrotik dokuların uzaklaştırılarak ve kök kanal duvarlarındaki bakteri ihtiva eden biyofilmin kök kanalında bakteri azaltılması için temel yöntemlerden biridir (83). Bu sebeplerden dolayı kök kanalının temizlenmesi ve şekillendirilmesinde kök kanal aletleri vazgeçilmez bir unsur olmaya devam etmektedir. Mekanik şekillendirme işlemi için genel diş hekimliğinde kullanılan aletlerin yanında endodontik işlemlere uygun özel el aletleri de geliştirilmiştir.

4.6. Endodontik Tedavi Sırasında Meydana Gelen Komplikasyonlar

Kök kanal tedavisi, dişin fonksiyonlarını koruyacak şekilde ağızda kalmasını sağlamayı amaçlar. Kök kanal tedavisinin uygulanması teşhis, anestezi, giriş kavitesi hazırlanması, çalışma boyu tespiti, kök kanalların mekanik preparasyonu ve irrigasyonu, gerekli ise seanslar arası medikament uygulanması ve kök kanallarının sızdırmaz şekilde doldurulması safhalarını içerir. Kök kanal tedavisi sırasında sayılan bu aşamaların her birinde komplikasyon gelişebilir (17).

Kök kanal tedavisi sırasında oluşabilecek komplikasyonları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

1. Yanlış tanı nedeniyle oluşabilecek komplikasyonlar
2. Anestezi sırasında oluşabilecek komplikasyonlar
 - Anestezik solüsyonun yanlış yere zerk edilmesi
 - Yetersiz anestezik solüsyon uygulaması
 - Tekniğin yanlış uygulanması
 - İntravasküler enjeksiyon
 - Bireyin anestezik maddeye karşı alerjik reaksiyonu olması

- Ağrı eşiğindeki varyasyonlar
 - Uygun koşullarda saklanmamış ya da bayatlamış solüsyon kullanılması
 - Anestezik solüsyon yerine yanlış solüsyonun zerk edilmesi
3. Giriş kavitesi hazırlanması sırasında oluşabilecek komplikasyonlar
- Yetersiz kavite preparasyonu
 - Mevcut koronal restorasyonun zarar görmesi
 - Aşırı geniş kavite preparasyonu
 - Hatalı giriş kavitesi preparasyonundan dolayı perforasyon oluşması
4. Kök kanal şekillendirmesi sırasında oluşabilecek problemler
- Çalışma boyu kaybı
 - Basamak oluşması
 - Alet kırılması
 - Apikal transportasyon (zipping, eliptikasyon)
 - Aşırı preparasyon
 - Yetersiz preparasyon
 - Taşkın preparasyon
 - Perforasyon
 - Aletlerin yutulması/aspire edilmesi
5. Kök kanallarının irrigasyonu veya medikament uygulanması sırasında oluşabilecek komplikasyonlar
- İrrigasyon solüsyonunun ya da medikamentin apikal dokudan periapikal dokuya taşması
 - Bireyde irrigasyon solüsyonuna karşı alerjisi gelişmesi
6. Kök kanal dolumu sırasında oluşabilecek komplikasyonlar
- Eksik ya da taşkın dolum
 - Sinir parestezisi
 - Vertikal kök kırığı oluşması
7. Post preparasyon sonrası oluşabilecek komplikasyonlar
- Post boşluğu oluşturulması sırasında perforasyon
 - Vertikal kırık

4.6.1. Kök Kanal Preparasyonu Sırasında Kanalda Alet Kırılması

Kanal aletleri mekanik preparasyonda kullanılan endodontik tedavinin en kritik öneme sahip materyallerindendir (84). Bir kanal aletinin dayanabileceği en yüksek direnç aşırsa veya aletteki çatlak ilerlerse aletin kalan kesiti olağan çalışma yükünü taşıyamayabilir ve bunun sonucunda alet kırılır (85). Alet kırığı genellikle eğelerin çok defa veya yanlış kullanılmasından dolayı çoğunlukla kök kanalının apikal üçlüsünde meydana gelmektedir. Kök kanal içerisinde kırılan parça uzaklaştırılmazsa kök kanalının temizlenmesine ve sonrasındaki aşamalara engel olmakta ve tedavinin prognozu olumsuz yönde etkilenmektedir (86). Aynı zamanda hastalar da dişlerinde kırık alet parçasının kalmasını istemeyebilirler, hekim hasta arasında güvensizlik oluşabilir. Bazen bu durum hasta için dava açma sebebi olabilir (84). Hastaya endodontik tedavi öncesinde oluşabilecek tüm komplikasyonları içeren onam formu okutularak tedavi için onayı alınmalı ve alet kırığı olduğu durumda hasta telaşlandırılmadan dişin prognozu hakkında bilgilendirilmelidir.

Alet kırılmasının nedenleri

Ni-Ti alaşımlar şekil hafızasına, süper-elastisiteye sahiptirler ve korozyona karşı dirençlidirler. Fakat paslanmaz çelikten daha düşük gerilme dirençleri vardır. Bu yüzden kırılmaya karşı dayanıksızlardır. Ni-Ti alaşımlar büküldüğünde östenitik fazdan (ebeveyn fazı) martensitik faza dönüşür. Gelen stresler aletin elastik limitini aştığında plastik deformasyon oluşabilir veya alet herhangi bir plastik deformasyon göstermeden kırılabilir (87, 88).

Aletler genellikle uygun şekilde kullanılmamaları nedeniyle kırılırlar (89, 90). Kullanım hataları arasında aletlerin aşırı kullanılması, kanala rahat bir giriş sağlanamaması, enstrümantasyon sırasında kök kanal duvarlarında aşırı stres birikmesi (1, 91) ve kıvrık kanallarda devamlı büyük çaplardaki eğelerin kullanılması yer almaktadır (88, 92). Diğer etkileyici faktörler; uygulayıcının deneyimi (93), rotasyon hızı (93), kanal kurvatürü (88), aletin dizaynı ve tekniği (94), tork ayarları (95), üretim süreci (96), kullanılan Ni-Ti alaşım tipi (97), rotasyon hareketi tipi (devamlı rotasyon

veya resiprokasyon hareketi) (98), dişin tipi, giriş yolu yokluğudur (21). Alet kırığına sebep olabilecek çok faktör olmasına rağmen Ni-Ti eğelerin kırılma insidansı %0,4 ile %23 arasında değişmektedir (99, 100).

Ni-Ti aletlerin kanal içerisinde kırılması kök kanal tedavisinin başarısını tehlikeye attığı için kanal tedavisinin ana problemlerden birisidir (4). Alet kırığı n keser dişlerden çok büyük azı dişlerde meydana gelen bir komplikasyondur. Büyük azı dişlerde alet kırığı görülme insidansının daha yüksek olma sebebi kanallara ulaşımın daha zor olması, kök kanal genişliği ve kök kanal kurvatur ile ilişkili olabilir. Genellikle alet kökün apikal üçlüsünde kırılır ve apikal bölgedeki lümenin dar olmasından dolayı özellikle eğri kanallarda kırılan parçanın çıkarılması oldukça zordur (88). Kırık parça kök kanal sisteminde kaldığında kanalların Şekillendirilmesine, temizlemesine ve sızdırmaz bir Şekilde doldurulmasına engel olabilir (21).

Alet kırılmasının mekanizmaları

Rotasyonla alışan Ni-Ti eğeler torsiyonel ve döngüsel yorgunluğa bağlı olarak veya her ikisinin kombinasyonu nedeniyle kırılabilir. Döngüsel yorgunluğa bağlı kırık, kıvrımlı kanallarda rotasyon hareketi boyunca alette oluşan sıkışma ve gerilme streslerinin elastik limiti aşması sonucu oluşur (88). Torsiyonel yorgunluk, statik torsiyonel ve dinamik torsiyonel yorgunluk olmak üzere 2 eşitir. Dinamik torsiyonel yorgunluk, dönmekte olan eğenin kesici kenarı ile dentin duvarları arasında oluşan sürtünme kuvvetleri sonucu metalde meydana gelen yorgunluk tipidir (86). Statik torsiyonel yorgunluğa bağlı kırık, eğenin uç kısmının kanalda sıkışarak, Şaft kısmının dönmeye devam etmesi sonucu oluşur. Bu tarz kırılma düz veya kavisli kanallarda, özellikle de dar ve tıkalı kanalların preparasyonunda eğe yüksek torsiyonel yüklenmeye maruz kaldığında oluşabilir (89, 101). Torsiyonel kırılma direnci belirlenirken maksimum torsiyonel yüklenme ve dönüş açısı parametreleri ile değerlendirilir. Bu parametrelerden ortaya çıkan sonuçlarla eğenin kırılmadan önce bükülme yeteneği belirlenir (89).

Torsiyonel yüklenme eğenin kullanım sırasında dikkate alınması gereken bir değişkendir. Endodontik motor üzerinde uygulanan tork miktarı ve dolayısıyla torsiyonel yüklenme öncelikle eğenin manipülasyonuna bağlıdır (102). Pruett ve ark. crown-down tekniğinin daha düşük tork ve kanallara daha az vertikal kuvvet ilettiğini ancak kök kanal anatomisine bağlı olarak da değişkenlik göstereceğini bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar ege tasarımının da torsiyonel streslere etkisi olduğunu tespit etmişlerdir (103).

Klinik uygulamalarda alet kırığı oluşma riskini azaltma

Ni-Ti döner aletlerin 2 çeşit kırılma mekanizması olduğu göz önüne alındığında her mekanizmayı hedefleyen tedbirler şu şekilde sıralanabilir:

Ni-Ti döner aletlerde kayma (torsiyonel) streslerini azaltmak için;

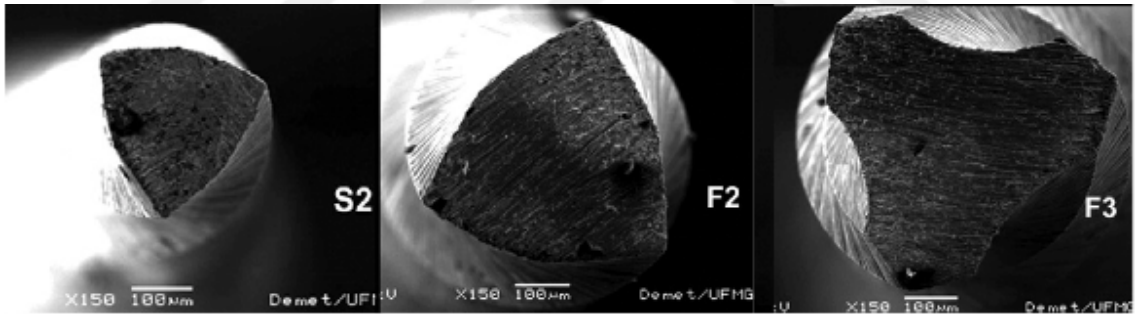
- Çalışma boyunda K tipi #15 ve #20 el eğeleriyle “glide-path” oluşturulmalı,
- Eğeler tork ayarı yapılabilen endomotorlarla (üretici firmanın talimatları doğrultusunda) uygun tork ayarında kullanılmalı,
- Ege kanal içerisinde yavaş yavaş ve (kanal da dirençle karşılaşınca kadar) kademeli olarak ilerletilmeli,
- Kontak alanı azaltılarak alet üzerinde daha az kesme gerinimi oluşmasını sağlamak amacıyla farklı koniklerdeki eğeler kullanılmalıdır.

Ni-Ti döner aletlerde döngüsel kırık oluşumunu önlemek için;

- Eğrilik yarıçapını uzatarak alet üzerindeki gerginliği düşürmek amacıyla kanalın apikal yarısına kadar düz bir erişim elde edilmeli,
- Orta kök eğrisine sahip kanallar için büyük bir gövde konikli (0,06 veya daha yüksek) bir döner alet kullanmaktan kaçınılmalı (büyük bir çap yorulma hatasına karşı hassastır),
- Ani kavisli kanallarda (çok kısa bir eğrilik yarıçapına sahip olan ve dolayısıyla cihaz üzerinde yüksek yüzey gerilimi uygulanan kanallarda) döner alet kullanmamalı,
- Yorgunluğun başlamasını ertelemek için döner aletin hızı düşürülmeli,

- NaOCl ile birlikte kullanılan aletler için korozyonun zararlı etkisini hesaba katarak alet sınırlarını zorlamayacak şekilde daha dikkatli davranılmalı,
- Torsiyonel yorgunluk riskini azaltmak için auto-reverse modunda çalışmaktan kaçınmak, auto-reverse mod yerine alet yavaşça ilerletilmeli veya yüksek torklu bir ayara geçilmelidir (85).

Üretici firmalar alet kırığı riskini en aza indirmek için yeni kesitler, tasarımlar, termomekanik işlemler ve kinematik gibi çeşitli stratejiler geliştirerek piyasaya birçok farklı ürün sunmaktadırlar. ProTaper Universal endodontik döner eğeler (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kesici bıçakların uzunluğu boyunca değişken taper açısıyla tasarlanmış olup, her enstrümanın kanalın belirli bir alanını prepare etmesine olanak tanır. ProTaper Universal döner ege sistemi SX, S1, S2 olmak üzere 3 şekillendirme egesi ve F1, F2, F3 olmak üzere 3 bitim egesinden oluşmaktadır. Çapraz kesiti konveks üçgen olması dentin duvarları ile ege arasındaki teması ve sürtünmeyi azaltır (104) Ancak esnekliği arttırmak için F3 egelelerin çapraz kesiti 'U' şeklindedir (Resim 7).



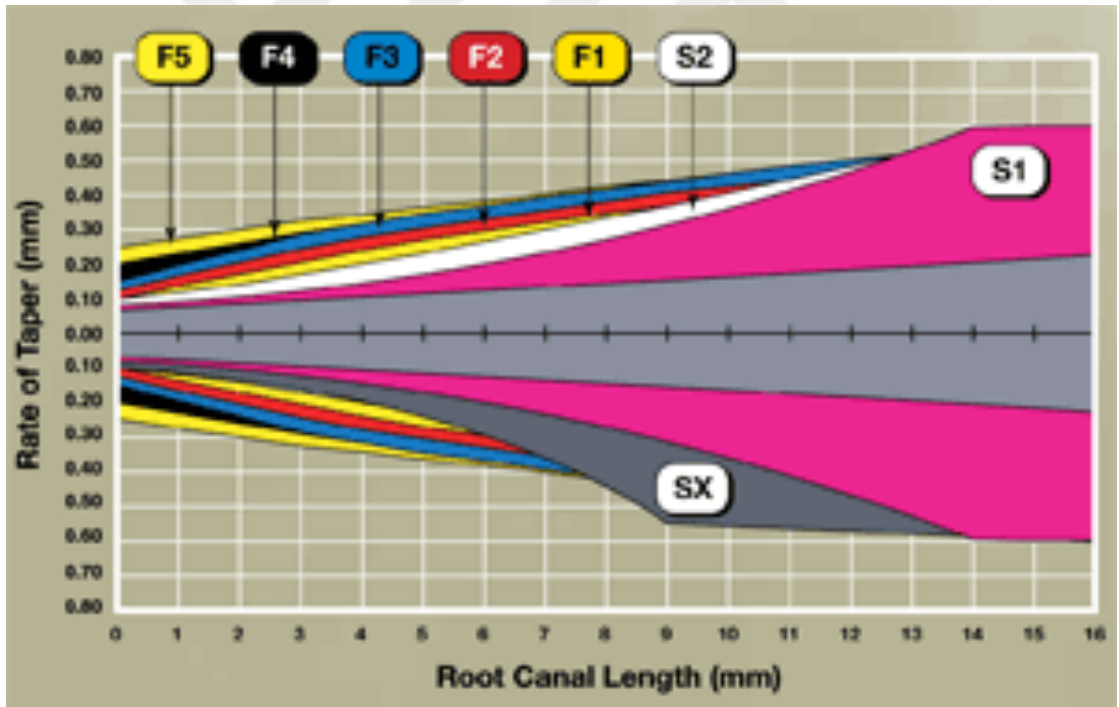
Resim 7. ProTaper Universal egelelerin çapraz kesitleri (105)

ProTaper Universal sisteminde SX, S1, S2, F1 ve F2 egelelerinin radyal alanı yoktur. S_x ege; tanımlayıcı halkası olmayan, toplam uzunluğu 19 mm, çalışma uzunluğu 14 mm olan koronal bölgede genişletme sağlayan, sistemin diğer egelelerine göre açılanma yüzdesi daha fazla artış gösteren alettir. S₁ egeleler mor halkalıdır ve koronal üçlüyü şekillendiren uç kısmı 0,185 mm çapa sahiptir. S₂ ege beyaz halkalı, orta üçlüyü şekillendiren uç kısmı 0,20 mm çapına sahiptir. F1, F2, F3 sırasıyla sarı, kırmızı, mavi halkaya ve 0,20 mm, 0,25 mm 0,30 mm uç çapa sahiptir (Resim 8).



Resim 8. ProTaper Universal eğeleri ve uç çapları

F1, F2, F3 eğelerinin uç 3 mm'lik kısımları sırasıyla %7, %8 ve %9 sabit açılanmaya ve sonrasında azalan açılanmaya sahiptirler (Resim 9). Kesici olmayan güvenli uç dizaynına sahiptirler. Bitirme eğeleri hem orta hem de apikal üçlüyü şekillendirirler (106).



Resim 9. ProTaper Universal eğelerin çalışma uzunluğu boyunca çapları

Kırık aletlerin çıkarılması

Teknolojinin gelişmesi ile beraber aletlerin fiziksel özellikleri iyileştirilse de özellikle dar veya kıvrımlı kanallarda kanal aletinin kırılma riski her zaman bulunmaktadır. Kırık alet kanaldan ortograd (kimyasal veya mekanik) tekniklerle veya cerrahi tekniklerle uzaklaştırılabilir. Mekanik tekniklerle kırık eğe parçasının kanaldan uzaklaştırılması, büyütme sistemleri ile beraber Masseran Kit (Mikro Mega, Basencon Cedex, Fransa), Endo Extractor (Roydent, Johnson City, Tennessee, ABD) ultrasonik cihazlarla veya lazer cihazlarıyla uzun uğraşlar gerektirmektedir. Kimyasal olarak aletin uzaklaştırılması kimyasal çözücülerle kırık parçanın korozyon ve elektrokimyasal süreçlerini içerir. Cerrahi olarak kırık parçanın uzaklaştırılmasında apikal cerrahi, replantasyon, kök ampütasyonu veya hemiseksiyon yöntemleri kullanılmaktadır (21).

Özellikle apikal üçlüde kırılan aletlerin çıkarılması zordur ve perforasyon, basamak oluşturma, aşırı madde kaybı gibi riskler mevcuttur (87). Spili ve ark. tarafından yapılan retrospektif bir çalışmada kırık aletin bırakıldığı vakaların prognozu incelenmiş ve 4 yıl veya daha uzun süre takipli vaka sonuçlarının %91,8 oranında başarılı olduğu rapor edilmiştir (107).

Endodontik tedavinin başarısı biyomekanik preparasyonunun aşamalarının eksiksiz bir şekilde yapılmasına ve kök kanal dolgusunun ideal materyallerle doldurulmasına bağlıdır. Literatürde kırık alet varlığında irrigasyon solüsyonun kırık aletin apikal bölgesine ulaşip ulaşmadığı ya da ne kadar ulaştığı ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda kırık aletin apikal kısmındaki bölgeye irrigasyon solüsyonunun ulaşip ulaşmadığını belirlemede parametre olarak SEM ile smear tabakasının uzaklaştırılma miktarı değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, kırık alet varlığını simüle etmek için ProTaper Universal F3 eğeler alt keser dişlerin kanallarında torsiyonel yüklenmeye bağlı olarak kırılmıştır.

5. GEREÇ VE YÖNTEM

Kök kanal tedavisi sırasında irrigasyon solüsyonlarının apikal üçlüye ulaşması ve bölgenin temizlenmesi tedavinin prognozu açısından oldukça önemlidir. Kanal enstrümantasyonu sırasında oluşabilen döner alet kırığı nedeniyle kırık aletin apikalinde kalan kök kanal boşluğuna farklı irrigasyon teknikleri ile irrigasyon solüsyonlarının ulaşabilirliğini değerlendirmeyi amaçlayan çalışmamızın etik kurul onayı Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan KÜ GOKAEK 2016/311 araştırma proje numarasıyla KÜ GOKAEK 2016/20.5 karar numarasıyla 30.11.2016'da alınmıştır.

Çalışmanın örneklerinin hazırlanması, final irrigasyon protokolü uygulanması ve görüntü elde edilmesi için kökü ayırma işlemleri Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Kliniği'nde yapıldı.

5.1. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada kullanılacak örnek sayısının belirlenmesi için istatistiksel güç ve örneklem büyüklüğü analizi yapıldı. İstatistiksel güç %80 olarak hedeflenmesi için Tip 1 hata 0,05 ($\alpha=0,05$) ve Tip 2 hata 0,20 ($\beta=0,20$) olarak belirlenerek hesaplandığında her grup için gerekli diş sayısı 20 olarak tespit edildi. Çalışmadan bağımsız nedenlerle çekilmiş olan tek köklü, tek kanallı 160 adet alt keser diş kullanıldı. Çalışmaya dahil edilen dişlerde; tek köklü, maturasyonunu tamamlamış ve kök yüzeyinde herhangi bir kırık, çatlak, çürük ve restorasyon olmaması kriterleri arandı. Dişler %2'lik timol solüsyonunda oda sıcaklığında muhafaza edildi. Dişlerden bukkal ve proksimal açıdan periapikal radyograf alınarak tek kanallı oldukları teyit edildi, tek kanala sahip olmayan dişler çalışmadan çıkarıldı. Tüm dişlerin kronları K tipi #10 eğelerle (Mani INC., Tochigi, Japonya) apikal foramenden çıkılarak ölçülen boydan 1 mm kısaltılarak elde edilen çalışma boyu 12 mm olacak şekilde mine sement seviyesinden su soğutması altında elmas diskle ayrıldı. Klinik koşulları taklit etmek için kapalı sistem hazırlandı (108). Bu amaçla her bir dişin sement yüzeyi tray adezivle (Zhermack, Badia Poliesine, İtalya) kaplandı, dişlerin apikal bölgesi sıcak silikonla

örtüldü, kuruması için bir süre beklendikten sonra polivinilsiloksan (Zhermack Elite P&P, Badia Poliesine, İtalya) dolu pleksiglas tüpler içine dişler kanal ağzı açık kalacak şekilde yerleştirilip sabitlendi (Resim 10).



Resim 10. Dişlerin pleksiglas tüp içine yerleştirilen kapalı sistem

5.2. Kök Kanalların Preparasyonu

K ve H tipi #15 el eğeleriyle (Mani INC., Tochigi, Japonya) preparasyon yapıldıktan sonra ProTaper Universal S1, S2 ve F1 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) döner aletlerle ve endomotor (VDW GmbH, Münih, Almanya) yardımıyla enstrümantasyon işlemi yapıldı (Resim 11).



Resim 11. VDW Resiproc Endomotor (VDW GmbH, Münih, Almanya)

Kök kanal preparasyonunda her eğe değişiminde kanallar 2,5 ml %5'lik NaOCl (Wizard, Rehber Kimya, İstanbul, Türkiye) ile yıkandı. Bir eğe en fazla 4 dişin preparasyonunda kullanıldı. Şekillendirme sırasında eğe yivleri arasında biriken

dentinin temizlenmesi amacıyla nemli spanç kullanıldı. Preparasyonu tamamlanan 160 diş rastgele 8 eşit gruba ayrıldı (n=20). 8 grubun arasından rastgele seçilen 4 gruptaki dişlerin kök kanalında alet kırığı komplikasyonunu simüle etmek amacıyla ProTaper Universal F3 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) eğe kullanıldı. Ertaş ve ark. yaptığı çalışmada F3 eğelerin apikal $3,23 \pm 1,29$ mm kısmında ayrılma tespit etmişlerdir (109). Çalışmamızda bu veri göz önünde bulundurularak kanal içerisinde F3 eğelerin uç kısmından yaklaşık 3-3,25 mm mesafede ayrılmaları sağlandı. Kırma işlemini standardize etmek amacıyla lastik rondeller vertikal olarak geçirildi ve eğe ucundan 3,5 mm mesafe ayarlandıktan sonra bu F3 eğeler rondelin hemen alt kısmından laboratuvar piyasemene takılan elmas disk ile çevresel olarak inceltildi ve üzerinde herhangi bir debris kalmaması için ultrasonik banyo yapıldı (Resim 12, 13).



Resim 12. F3 eğenin kesitinin inceltilmesi işlemi



Resim 13. F3 eğenin kesiti inceltildikten sonra operasyon mikroskobu ile çekilmiş görüntüsü (x2,5 büyütme)

Sonrasında, aletler kanal içerisine yerleştirilmeden önce 12 mm çalışma boyu göz önünde bulundurularak, eğelerin çalışma boyundan 2 mm kısa mesafede ayrılması sağlanacak şekilde standardize etmek amacıyla lastik rondel 10 mm'ye ayarlandı. Kök kanalı içerisinde ayrılması sağlanacak F3 eğeler endodontik motor başlığına takıldıktan sonra üretici talimatlarına göre tork ve hız ayarında enstrümantasyon işlemi yapıldı. Kanal içerisinde döner aletin istenilen boyda sıkışması sağlanarak torsiyonel yorulmaya bağlı ayırma işlemi simüle edildi (Resim 14,15).



Resim 14. Belirlenen uzunlukta döner aletin ayırma işlemi



Resim 15. Eğelerin inceltilmeden önceki, sonraki ve kök kanalı içerisinde ayırma işleminin sonraki görüntüsü

Eğe kırıldıktan sonra K-tipi #10 eğe ile by-pass edilemediği doğrulandı ve periapikal radyograf ile kırık parçanın kanal içerisindeki konumu kontrol edildi. Sıkışmayan veya daha koronalde ya da apikalde kırılan dişler çalışmadan çıkarıldı ve yerine yeni örnek hazırlanıp aynı işlemler uygulandı. Daha sonra tüm gruplarda smear tabakasının uzaklaştırılması için farklı aktivasyon yöntemleri ile final irrigasyon protokolü uygulandı:

Grup 1. Kırık alet bulunmayan 27 gauge'luk şırınga ile konvansiyonel şırınga irrigasyonu yapılan dişler (KŞİ Aletsiz)

Grup 2. Kırık alet bulunmayan EndoActivator sonik aktivasyon ile irrigasyon yapılan dişler (EA Aletsiz)

Grup 3. Kırık alet bulunmayan Vibringe (Vi) sonik aktivasyon ile irrigasyon yapılan dişler (Vi Aletsiz)

Grup 4. Kırık alet bulunmayan Pasif Ultrasonik İrrigasyon (Devamlı irrigasyon-PUI) ile irrigasyon yapılan dişler (PUI Aletsiz)

Grup 5. Kırık alet bulunan 27 gauge'luk şırınga ile konvansiyonel şırınga irrigasyon yapılan dişler (KŞİ Aletli)

Grup 6. Kırık alet bulunan EndoActivator sonik aktivasyon ile irrigasyon yapılan dişler (EA Aletli)

Grup 7. Kırık alet bulunan Vibringe sonik aktivasyon ile irrigasyon yapılan dişler (Vi Aletli)

Grup 8. Kırık alet bulunan Pasif Ultrasonik irrigasyon (Devamlı irrigasyon-PUI) ile irrigasyon yapılan dişler (PUI Aletli)

Grup 1 ve Grup 5: F1 eğe ile preparasyon sonlandırıldıktan sonra, kanal içi kırık alet bulunan ve bulunmayan dişlerde oluşan debris ve organik doku artıklarını uzaklaştırmak için 27 gauge'luk irrigasyon şırıngası (Monoject™, Covidien, Massachusetts, ABD) ile 10 ml %5 NaOCl solüsyonu kanal içerisinde yukarı aşağı hareketlerle uygulandı. Kanal içerisindeki NaOCl solüsyonunu uzaklaştırmak için arada 2 ml distile su ile kök kanalları yıkandı. Daha sonra 10 ml %17'lik EDTA (Wizard, Rehber Kimya, İstanbul, Türkiye) ile irrigasyon yapıldı ve 1 dk. süresince kanalda bekletildi. Bunu takiben aynı şekilde arada distile su kullanıldı ve kanal tekrar 10 ml NaOCl ile yıkandıktan sonra

kağıt konularla kurutuldu. Koronal kısım geçici dolgu materyali (Fermin, Detax, Ettligen, Almanya) ile kapatıldı (Resim 16).



Resim 16. Konvansiyonel şırınga yöntemi ile final irrigasyonu

Grup 2 ve Grup 6: Kök kanalları 10 ml %5 NaOCl ile EndoActivator (Dentsply, Tulsa, Santa Barbara, ABD) sistemin sarı ucu (15/.02) ile grup 2’de kanal boyuna 2 mm yaklaşıma kadar, grup 6’da kırık aletin koronal kısmına kadar 2-3 mm’lik vertikal hareket yapılarak 10000 cpm hızda irrigasyon yapıldı. Arada 2 ml distile su kullanıldıktan sonra 10 ml %17’lik EDTA kanala EndoActivator ile aktivasyon yapılarak uygulandı ve 1 dk. boyunca kanalda bekletildi. Tekrar 2 ml distile su ve tekrar 10 ml NaOCl aynı şekilde aktive edilerek uygulandı. Sonrasında birinci ve beşinci grup için yukarıda belirtilen ile aynı şekilde protokol izlendi (Resim 17).



Resim 17. EndoActivator ile final irrigasyonu

Grup 3 ve Grup 7: Vibringe (Cavex, Amsterdam, Hollanda) sonik irrigasyon cihazının enjektörüne 27 gauge'lık irrigasyon şırıngası (Monoject™, Covidien, Massachusetts, ABD) takılarak önce 10 ml %5 NaOCl'in sonik aktivasyonu sağlandı. Arada 2 ml distile su kullanıldıktan sonra 10 ml %17'lik EDTA kanala Vibringe ile aktivasyon yapılarak uygulandı ve 1 dk. boyunca kanalda bekletildi. Tekrar 2 ml distile su ve tekrar 10 ml NaOCl aynı şekilde aktive edilerek uygulandı. Sonrasında birinci ve beşinci grup için yukarıda belirtilen ile aynı şekilde protokol izlendi (Resim 18).



Resim 18. Vibringe ile final irrigasyonu

Grup 4 ve Grup 8: Ultrasonik irrigasyon cihazının (EMS miniMaster Piezon, Nyon, İsviçre) sıvı haznesine %5'lik NaOCl konuldu, cihazın el aletine anahtar yardımıyla 120° açılı eğe tutucu (EMS Elektro Medikal Sistem SA, Nyon, İsviçre) ve endodontik yumuşak irrigasyon ucu (EMS Elektro Medikal Sistem SA, CH-1260 Nyon, İsviçre) takılarak pasif ultrasonik irrigasyon işlemi yapıldı. İrrigasyon ucu Grup 4'de çalışma boyundan 1 mm kısa olacak şekilde, Grup 8'de kırık aletin koronal kısmına değmeyecek şekilde kök kanalına yerleştirildi. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda "Endo" modunda, maksimum su çıkışı ve minimum güçte, 3 kez 20 saniyelik periyodlarla toplam 1 dakika boyunca 10 ml NaOCl akışı ile kanal duvarlarına temas etmeden devamlı ultrasonik irrigasyon yapıldı. Sonra kanallar 2 ml distile su ile yıkandı. Hazne iyice temizlendi ve %17'lik EDTA ile dolduruldu. 10 ml %17'lik EDTA kanala ultrasonik aktivasyon yapılarak uygulandı ve 1 dk. boyunca kanalda bekletildi. Kanallar 2 ml distile su ile yıkandı. Hazne yeniden %5 NaOCl ile doldurularak üretici firmanın talimatları doğrultusunda kanal 10 ml NaOCl ile ultrasonik aktivasyon

yapılarak yıkandı, kağıt konularla kurutuldu ve koronal kısım geçici dolgu materyali (Fermin, Detax, Ettlingen, Almanya) ile kapatıldı (Resim 19)



Resim 19. PUI ile final irrigasyonu

5.3. Örneklerin SEM Görüntülemesi için Hazırlanması

Deney düzeneğinden çıkarılan dişlerin bukkal ve lingual yüzeylerinden su soğutması altında elmas disk (Horico, Elmas Separe, Berlin, Almanya) ile kök kanal lümenine invaze olmayacak şekilde loup (Carl Zeiss EyeMag Smart, Jena, Almanya) ve aydınlatma (Schott AG, Mainzz, Almanya) yardımıyla paralel oluklar açıldı. Bu oluklara siman spatülü yerleştirildi ve ani kuvvet uygulanarak ikiye ayrılması sağlandı. Her diştten görüntü alınabilecek olan parça seçildi. Tüm örnekler sırasıyla %50, %70, %80, %95 ve %100'lük konsantrasyonlardaki etanol solüsyonlarında dehidrate edildi. Saf alkolden alınan dişler kurumaya bırakıldı (Resim 20).



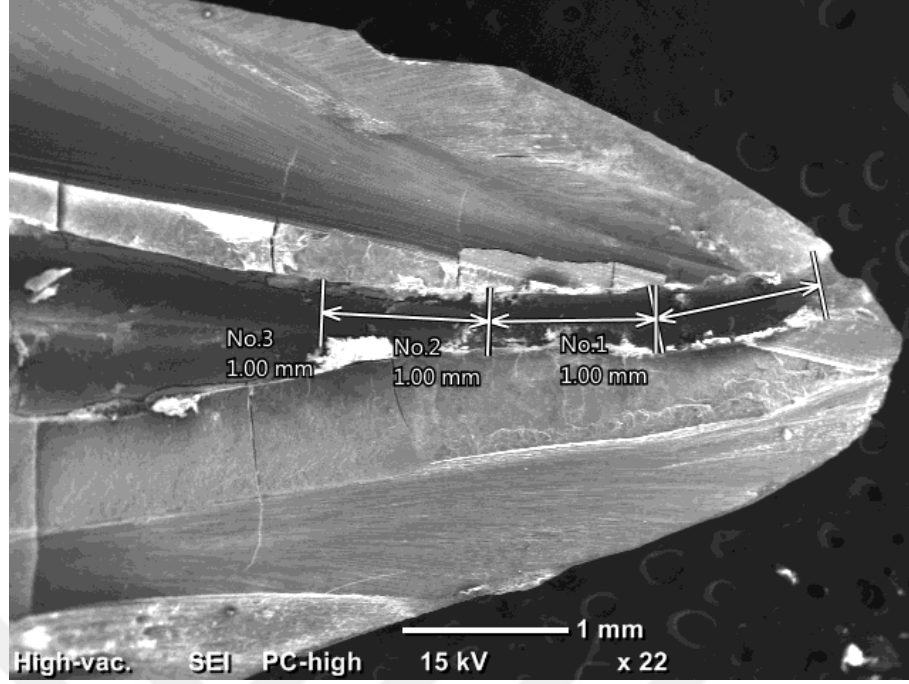
Resim 20. İkiye ayrılan örneklerin görüntüsü

5.4. SEM incelemesi

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) incelemeleri için örnekler Sakarya Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendislik Fakültesi Termal Sprey Araştırma Merkezi Uygulama Laboratuvarı'nda mevcut olan kaplama cihazı (Cressington Sputter Coater 108auto, Watford, İngiltere) ile 20 mA akımda 40 sn altın ile kaplanmıştır. Kaplama işlemi tamamlanan örnekler Kocaeli Üniversitesi Makine Mühendisliği Fakültesi Ar-Ge Laboratuvarı'nda bulunan Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) (Jeol JCM 6000 Plus, JEOL, Tokyo, Japonya) (Resim 21) ile yüksek vakumda sekonder elektron (SE) modda incelendi. Önce düşük büyütme altında apikal foramenin 1 mm, 2 mm ve 3 mm tespit edildi (Resim 22).



Resim 21. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) (Jeol JCM 6000 Plus, JEOL, Tokyo, Japonya)



Resim 22. Apikal 1, 2 ve 3 mm tespiti SEM görüntüsü

Her numunenin apikal forameninden 1 mm, 2 mm ve 3 mm koronal mesafesinden x1000 büyütmede görüntüler elde edildi. Görüntüler rastgele sıralanarak 2 gözlemci tarafından değerlendirildi. Değerlendirme sırasında gözlemcilerin farklı skorlama yaptığı durumda tartışılarak ortak bir karara varıldı. Görüntülerin değerlendirilmesinde Hülssman ve arkadaşlarının çalışmalarındaki smear tabakası skorlama sistemi kullanıldı.

Hülsmann ve arkadaşlarının çalışmasında ve çalışmamızda kullanılan smear tabakası skorları aşağıdaki gibidir (110):

- (1) Smear tabakası yok, dentin tübülleri açıktır.
- (2) Az miktarda smear tabakası bulunmaktadır, çoğu dentin tübülleri açıktır.
- (3) Kök kanal duvarlarında homojen smear tabakası bulunmaktadır, çok az miktarda dentin tübülü açıktır.
- (4) Kök kanal duvarları tamamen homojen smear tabakası ile kaplıdır, dentin tübülleri açık değildir.
- (5) Kök kanal duvarlarının tamamı yoğun homojen olmayan smear tabakası ile kaplıdır.

5.5. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmanın istatistiksel analizi SPSS 20.0 (IBM, Corp. Armonk, NY, ABD) kullanılarak yapıldı. Bölgelere göre gruplar arası farklılıkların ve grup içinde bölgeler arası farklılıkların değerlendirmesi amacı ile elde edilen veriler ordinal veriler olduğu için sonuçların istatistiksel analizi Kruskal Wallis testi ve Mann Whitney U testi ile yapıldı. Gözlemciler arası ve her gözlemcinin 1. ve 3. hafta ölçümleri arasındaki uyum için kappa katsayısı (güven aralığı) hesaplandı. İstatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ yeterli kabul edildi.



6. BULGULAR

Tüm grupların numunelerinden apikal 1 mm, 2 mm ve 3 mm mesafeden alınan SEM görüntüleri Hülsmann ve ark. çalışmalarında kullandıkları skorlama sistemine göre skorlandırılmıştır (Tablo 1) (110). Gözlemciler arası uyumluluk %92 (κ : 0,927 CI: 0,907-0,947) idi. Gözlemcilerin kendi içlerinde uyumlulukları birinci gözlemci için %95 (κ : 0,954 CI: 0,932-0,976), ikinci gözlemci için %89 (κ : 0,895, CI: 0,864-0,926)'dır ($p < 0,05$).

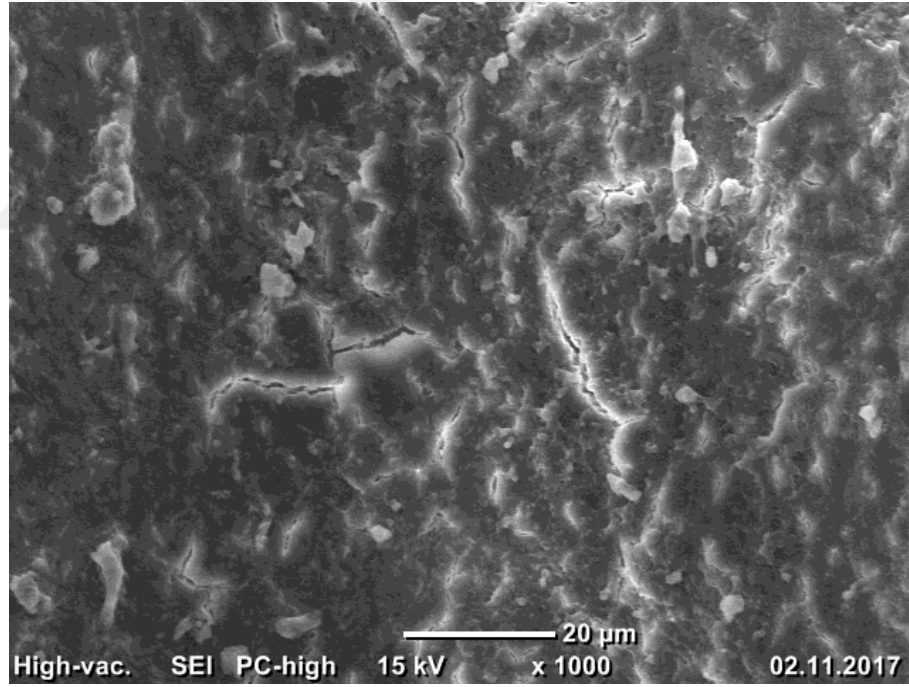
Tablo 1. Tüm örneklerden elde edilen SEM görüntülerinin skorları

NUMUNE	KŞİ Aletsiz			KŞİ Aletli			EA Aletsiz			EA Aletli			Vibringe Aletsiz			Vibringe Aletli			PUJ Aletsiz			PUJ Aletli		
	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm
SAXISI	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm	1mm	2mm	3mm
1)	5	3	3	3	2	2	5	5	3	3	3	3	5	4	4	1	1	1	1	1	1	5	5	5
2)	5	3	3	4	4	2	5	3	3	5	3	2	5	4	4	2	1	1	1	1	1	5	5	4
3)	5	4	3	5	3	1	4	4	2	3	3	2	5	5	4	2	2	2	2	2	2	5	5	4
4)	4	3	3	4	4	3	4	3	2	4	4	2	5	4	3	2	1	1	1	1	1	4	4	4
5)	5	5	3	4	4	3	4	4	4	5	3	2	5	4	4	2	2	2	2	2	2	5	5	5
6)	4	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	5	5	3	2	2	2	2	2	2	5	4	3
7)	4	4	4	5	3	3	2	2	2	5	3	2	5	3	3	2	2	2	2	2	2	5	5	3
8)	4	3	3	5	3	3	4	2	2	5	3	2	5	5	3	2	2	2	2	2	2	5	5	4
9)	4	4	3	5	5	3	3	2	2	4	4	3	5	5	3	1	1	1	1	1	1	5	4	3
10)	5	4	3	5	3	3	3	3	2	3	3	3	5	5	3	1	1	1	1	1	1	5	5	3
11)	4	3	3	5	3	3	3	3	2	3	3	3	4	3	2	3	2	1	1	1	3	5	5	5
12)	4	3	3	5	4	4	3	2	1	5	3	3	5	3	3	3	2	1	1	1	3	5	4	4
13)	3	3	3	5	3	2	3	2	1	5	3	3	5	4	4	2	1	1	1	1	2	5	5	5
14)	3	3	3	5	4	3	3	2	2	3	3	3	5	5	4	3	1	1	1	1	3	5	5	5
15)	5	4	3	5	4	4	3	2	1	5	4	2	4	4	4	2	1	1	1	1	2	5	5	4
16)	5	4	3	5	5	4	5	3	2	4	4	2	5	5	3	4	3	1	1	1	3	5	5	5
17)	5	3	3	4	4	4	1	1	1	5	4	3	5	5	4	2	1	1	1	1	2	5	5	5
18)	5	3	3	5	3	3	3	3	2	4	4	2	5	3	3	3	2	1	1	1	3	5	5	5
19)	4	2	2	5	5	4	2	2	2	4	3	3	4	4	4	2	1	1	1	1	2	5	5	4
20)	5	5	3	5	5	3	2	1	1	4	3	3	5	4	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5

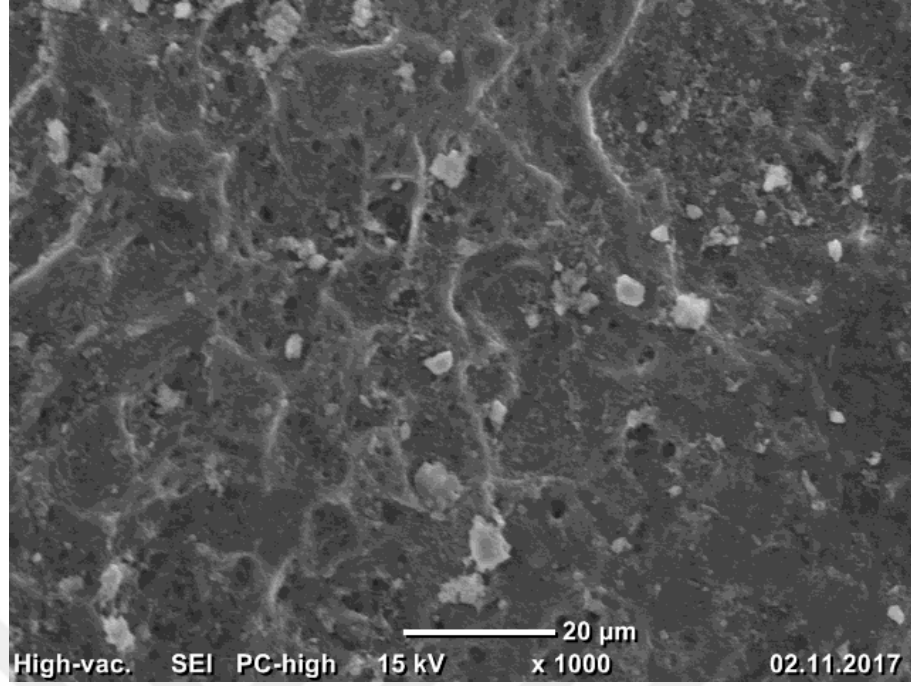
6.1. Grup İçi SEM Görüntüleri ve Bölgeler Arası Karşılaştırmaları

Grup 1 SEM görüntüleri

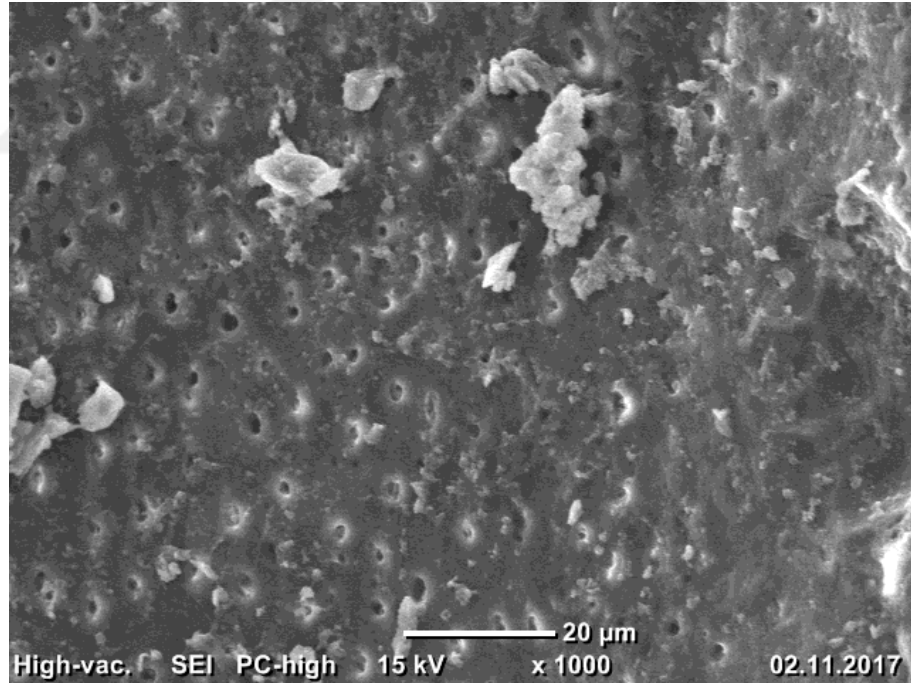
Kırık alet bulunmayan Grup 1'in final irrigasyon protokolünde konvansiyonel şırınga irrigasyonu sonrasında apikalden koranale 1 mm, 2 mm ve 3 mm mesafedeki bölgelerin SEM görüntülerinin smear tabakası skorları Tablo 1'de gösterilmiştir. Grup 1'de apikal 1 mm'den elde edilen bir SEM görüntüsünde homojen smear tabakası ile kaplı dentin tübülleri izlenmekte (skor 4), 2 mm'den elde edilen görüntüde homojen smear tabakası ile kaplı, az miktarda açık olan dentin tübülleri izlenmekte (skor 3) ve 3 mm'den elde edilen görüntüde homojen smear tabakası ile kaplı, az miktarda açık olan dentin tübülleri (skor 3) izlenmektedir. (Resim 23, 24, 25).



Resim 23. Grup 1 apikal 1 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 4)
(x1000 büyütme)



Resim 24. Grup 1 apikal 2 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 3)
(x1000 büyütme)



Resim 25. Grup 1 apikal 3 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 3)
(x1000 büyütme)

Apikal 2 mm ve 3 mm arasında smear tabakasının varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken; apikal 2 mm ile 1 mm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p < 0,01$). Apikal 3 mm ile 1 mm arasında da istatistiksel açıdan anlamlı fark tespit edildi ($p < 0,001$) (Tablo 2).

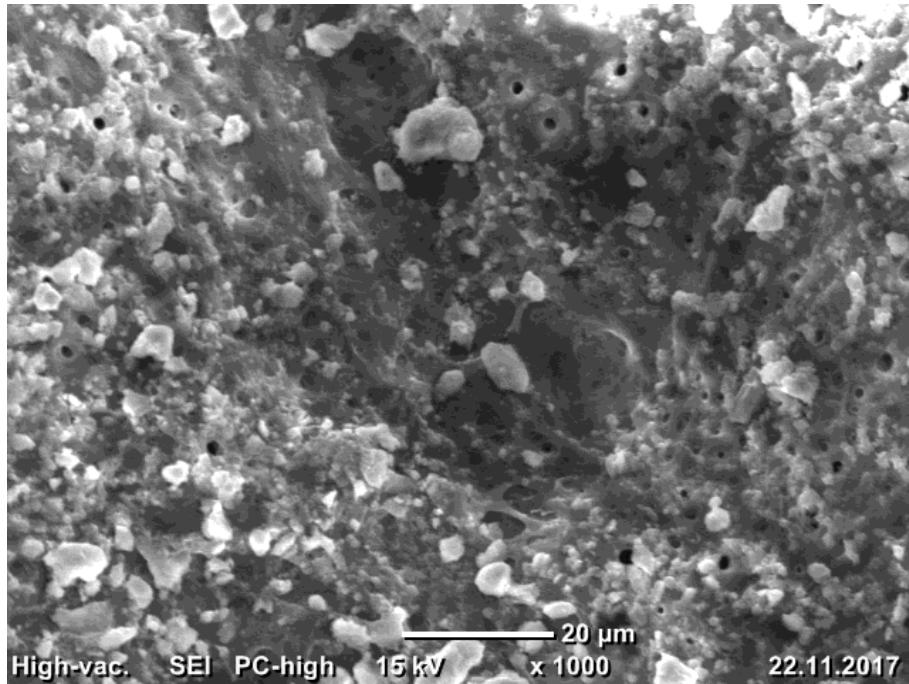
Tablo 2. Grup 1'nin grup içi istatistiksel sonuçları

Apikal Seviye	Skorlandırma					n	P Değeri ve İstatistiksel Anlamlılık
	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5		
1 mm	0	0	2	8	10	20	,001* 1 ve 2 mm arası
2 mm	0	1	11	6	2	20	,189 2 ve 3 mm arası
3 mm	0	1	18	1	0	20	,000* 1 ve 3 mm arası

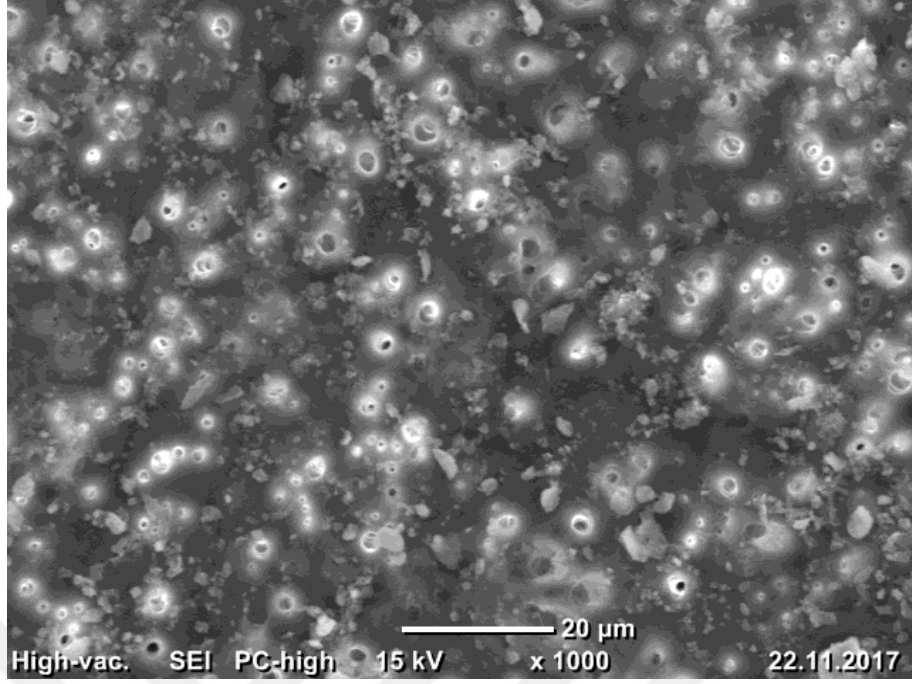
*** $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlılık**

Grup 2 SEM görüntüleri

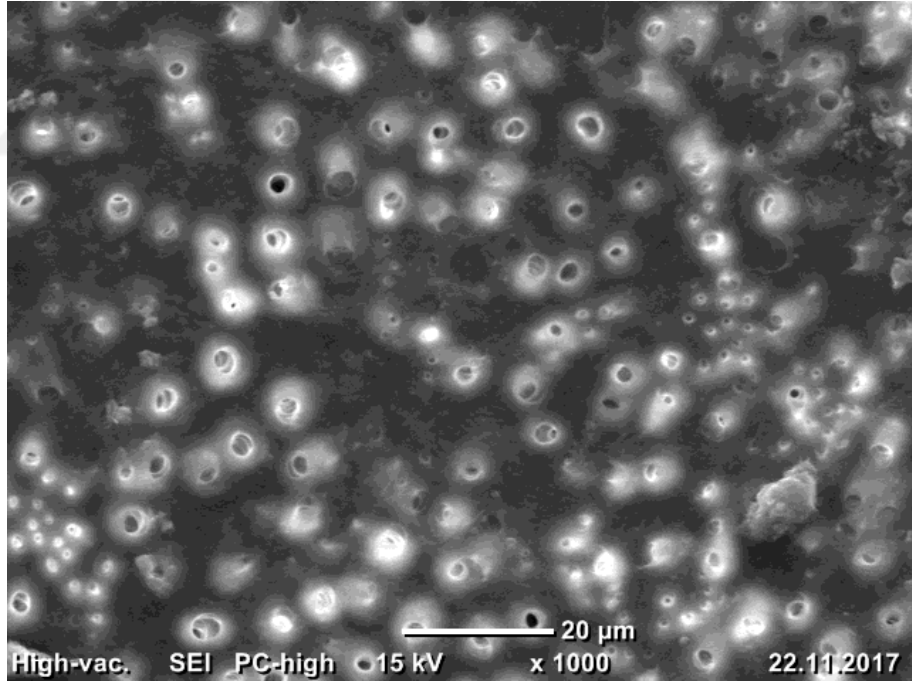
Final irrigasyon protokolünde EndoActivator kullanılan ve kırık alet bulunmayan Grup 2'de; numunelerin apikalden koranale 1 mm, 2 mm ve 3 mm mesafedeki bölgelerin SEM görüntülerinin smear tabakası skorları Tablo 1'de gösterilmiştir. Grup 2'deki dişlerin SEM görüntüsünde, apikal 1mm'de mevcut smear tabakası ile birlikte kısmen açık olan dentin tübülleri varlığı (skor 3), apikal 2 mm'den alınan bir görüntüde az miktarda smear tabakası ile birlikte çoğu açık olan dentin tübüllerinin varlığı (skor 2), apikal 3 mm'deki bir görüntüde smear tabakasının mevcut olmadığı ve dentin tübüllerinin tümüyle açık olduğu (skor 1) tespit edildi (Resim 26, 27, 28).



Resim 26. Grup 2 apikal 1 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 3) (x1000 büyütme)



Resim 27. Grup 2 apikal 2 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 2)
(x1000 büyütme)



Resim 28. Grup 2 apikal 3 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 1)
(x1000 büyütme)

Apikal 2 mm ile 1 mm arasında smear tabakasının varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken apikal 3 mm ile 2 mm arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). Apikal 3 mm ile 1 mm arasında smear tabakası varlığı

bakımından fark bulundu; 3 mm’de istatistiksel olarak daha az smear varlığı tespit edildi ($p<0,001$) (Tablo 3).

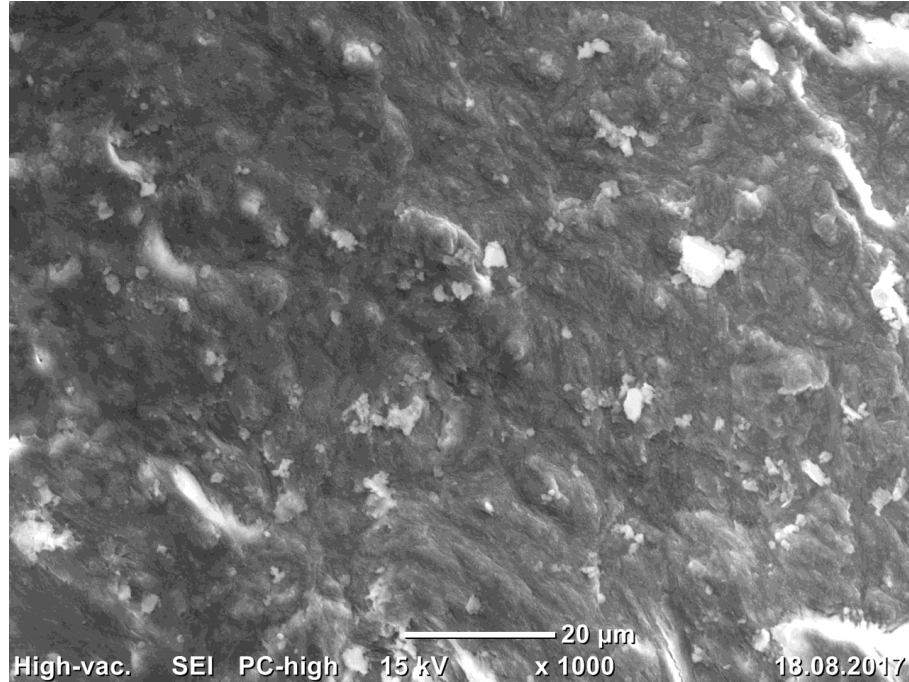
Tablo 3. Grup 2’nin grup içi istatistiksel sonuçları

Grup 2 EndoActivator Grubu							
Apikal Seviye	Skorlandırma					n	P Değeri ve İstatistiksel Anlamlılık
	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5		
1 mm	1	4	9	5	1	20	,064 1 ve 2 mm arası
2 mm	2	11	5	2	0	20	,049* 2 ve 3 mm arası
3 mm	6	14	0	0	0	20	,000* 1 ve 3 mm arası

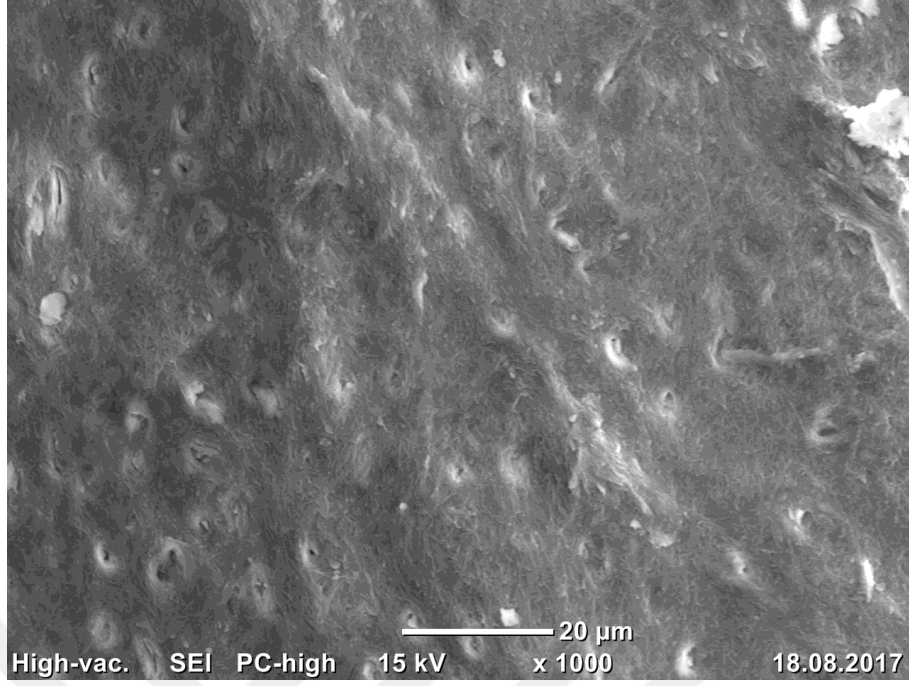
* $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlılık

Grup 3 SEM görüntüleri

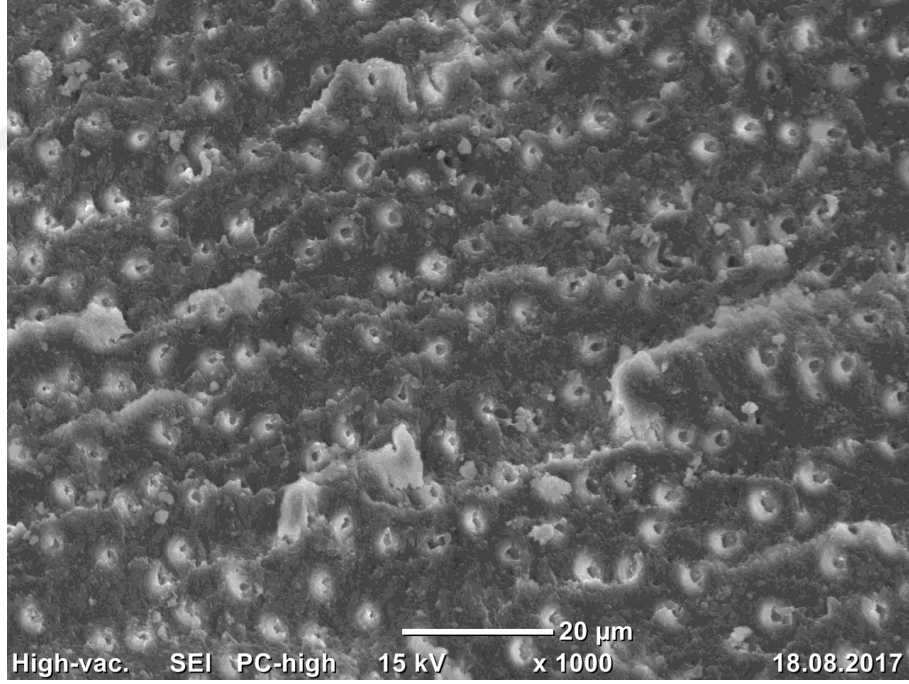
Final irrigasyon protokolünde Vibringe kullanılan ve kırık alet bulunmayan Grup 3’de; numunelerin apikalden koranale 1 mm, 2 mm ve 3 mm mesafedeki bölgelerin SEM görüntülerinin smear tabakası skorları Tablo 1’de gösterilmiştir. Grup 3’ün apikal 1 mm’den alınan bir SEM görüntüsünde homojen smear tabakası ile kaplı dentin tübüleri (skor 4), apikalden 2 mm’de mevcut smear tabakası ile birlikte kısmen açık olan dentin tübüleri varlığı (skor 3), apikal 3 mm’de az miktarda smear tabakası ile birlikte çoğu açık olan dentin tübüleri varlığı (skor 2) tespit edildi (Resim 29, 30, 31).



Resim 29. Grup 3 apikal 1 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 4) (x1000 büyütme)



Resim 30. Grup 3 apikal 2 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 3)
(x1000 büyütme)



Resim 31. Grup 3 apikal 3 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 2)
(x1000 büyütme)

Apikal 2 mm ile 1 mm arasında smear tabakasının varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken apikal 3 mm ile 2 mm arasında anlamlı bir fark

bulundu ($p<0,01$). Vibringe ile aktivasyon sonucu apikal 3 mm’de apikal 1 mm’ye göre istatistiksel olarak daha az smear tabakası bulundu ($p<0,001$) (Tablo 4).

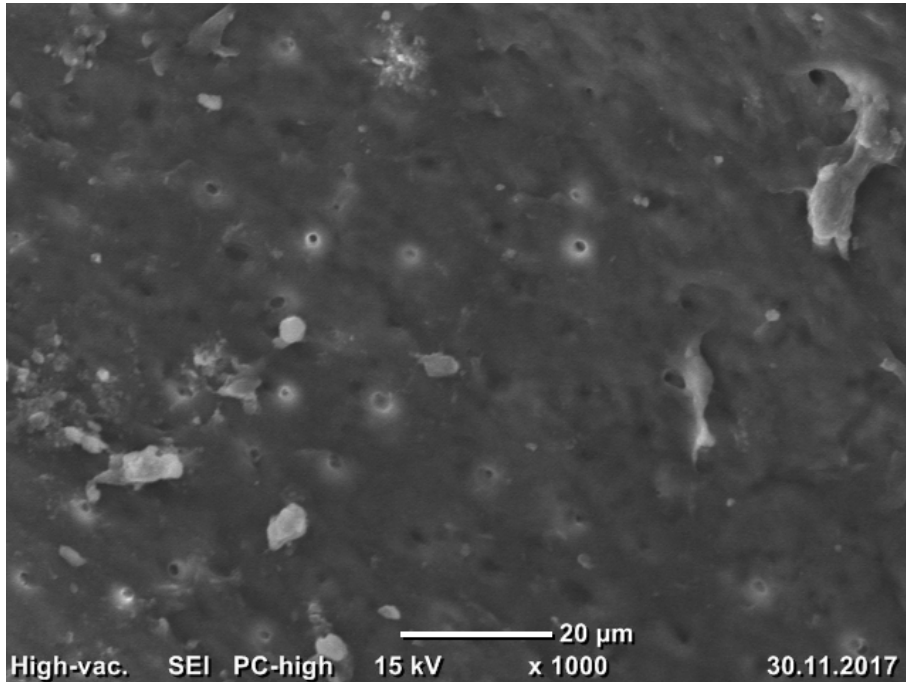
Tablo 4. Grup 3’ün grup içi istatistiksel sonuçları

Grup 3 Vibringe Grubu							
Apikal Seviye	Skorlandırma					n	P Değeri ve İstatistiksel Anlamlılık
	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5		
1 mm	0	0	9	7	4	20	,104 1 ve 2 mm arası
2 mm	0	1	15	4	0	20	,009* 2 ve 3 mm arası
3 mm	1	9	10	0	0	20	,000* 1 ve 3 mm arası

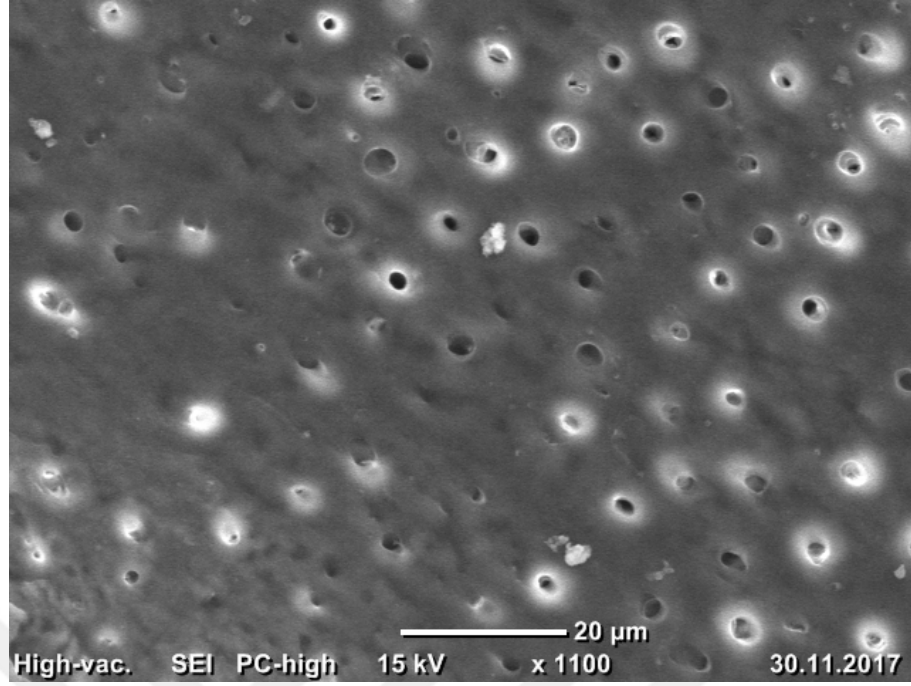
* $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlılık

Grup 4 SEM görüntüleri

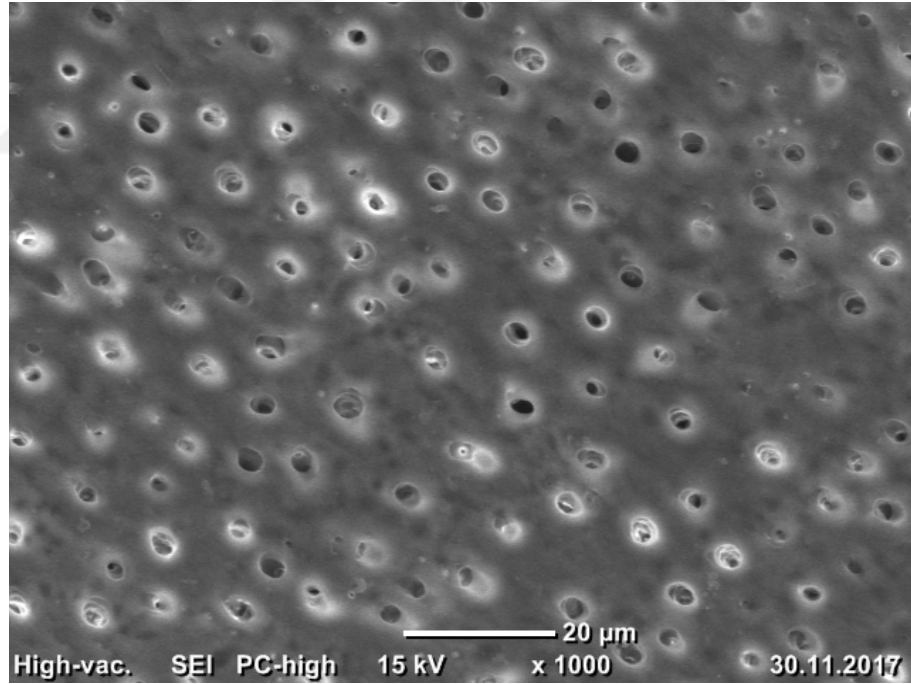
Final irrigasyon protokolünde PUI kullanılan ve kırık alet bulunmayan Grup 4’de; numunelerin apikalden koranale 1 mm, 2 mm ve 3 mm mesafedeki bölgelerin SEM görüntülerinin smear tabakası skorları Tablo 1’de gösterilmiştir. Grup 4’deki dişlerin SEM görüntüsünde apikal 1 mm’de mevcut smear tabakası ile birlikte kısmen açık olan dentin tübülleri varlığı (skor 3), apikal 2 mm’den alınan görüntülerde az miktarda smear tabakası ile birlikte çoğu açık olan dentin tübüllerinin varlığı (skor 2), apikal 3 mm’de smear tabakası mevcut olmadığı ve açık olan dentin tübüllerinin varlığı (skor 1) tespit edildi (Resim 32, 33, 34).



Resim 32. Grup 4 apikal 1 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 3) (x1000 büyütme)



Resim 33. Grup 4 apikal 2 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 2)
(x1000 büyütme)



Resim 34. Grup 4 apikal 3 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 1)
(x1000 büyütme)

Apikal 3 mm ile 2 mm arasında smear tabakasının varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken apikal 2 mm ile 1 mm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p < 0,01$). PUI ile aktivasyon yapılarak final irrigasyonu

protokolü sonrasında apikal 3 mm’de 1 mm’ye oranla daha az smear tabakası varlığı tespit edilmiştir ($p<0,001$) (Tablo 5).

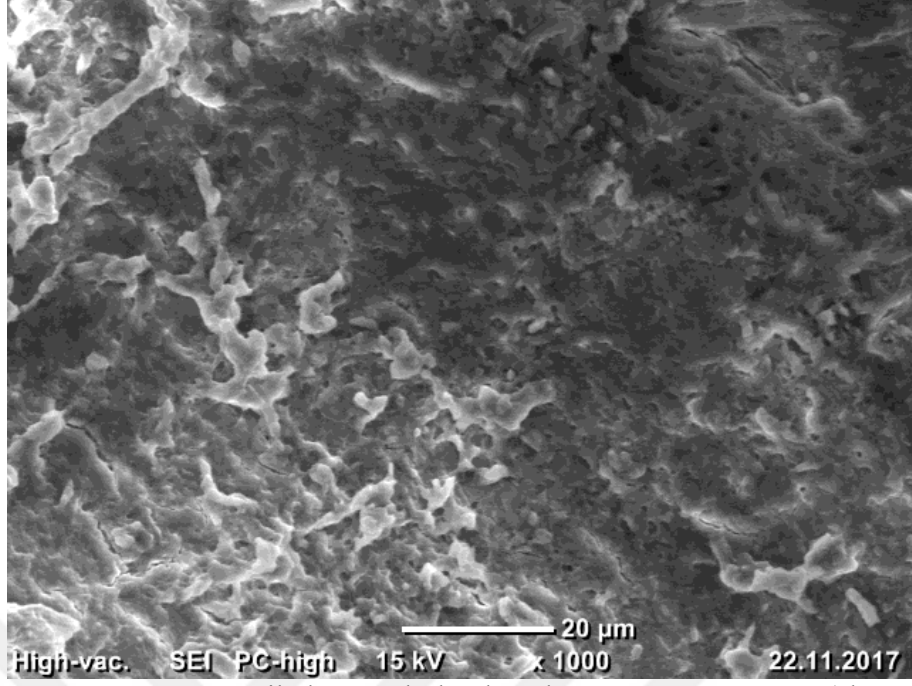
Tablo 5. Grup 4’ün grup içi istatistiksel sonuçları

Grup 4 Pasif Ultrasonik Grubu							
Apikal Seviye	Skorlandırma					n	P Değeri ve İstatistiksel Anlamlılık
	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5		
1 mm	4	11	5	0	0	20	,010* 1 ve 2 mm arası
2 mm	12	8	0	0	0	20	,479 2 ve 3 mm arası
3 mm	17	3	0	0	0	20	,000* 1 ve 3 mm arası
*$p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlılık							

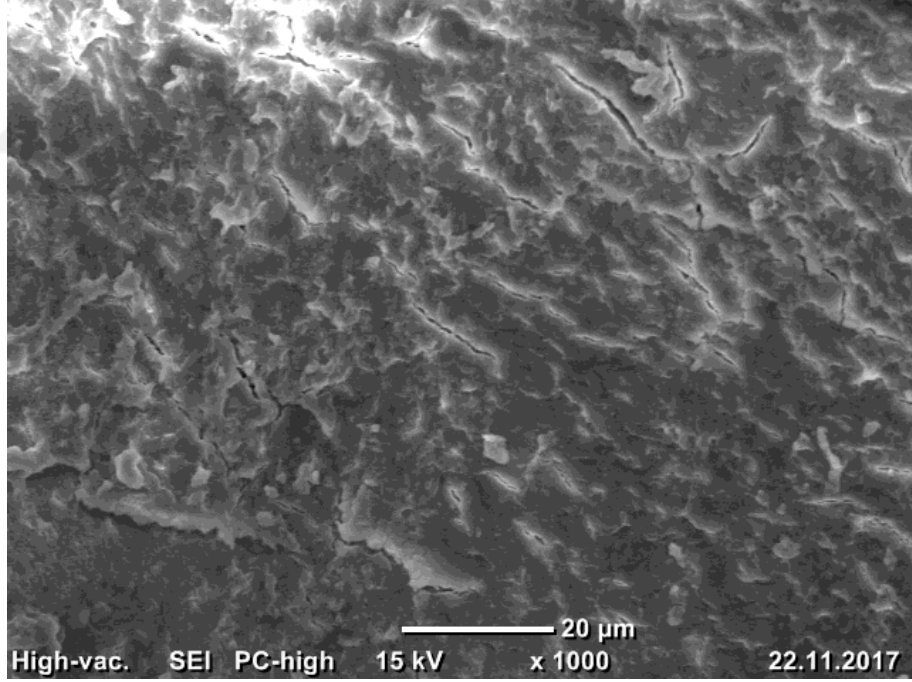
Özetle; kırık alet bulunmayan gruplarda apikal 1, 2 ve 3 mm grup içlerinde karşılaştırıldığında KŞİ ve PUI’nın 1 mm seviyesinde 2 ve 3 mm seviyesine nazaran daha fazla smear tabakası sergilediği, 2 ve 3 mm seviyelerinde ise anlamlı farklılık olmadığı görüldü. EndoActivator ve Vibrate gruplarında ise 1 ve 2 mm seviyelerinde smear tabakası varlığı bakımından anlamlı farklılık olmadığı ancak 3 mm’de diğer bölgelere göre daha az smear tabakası bulunduğu tespit edildi.

Grup 5 SEM Görüntüleri

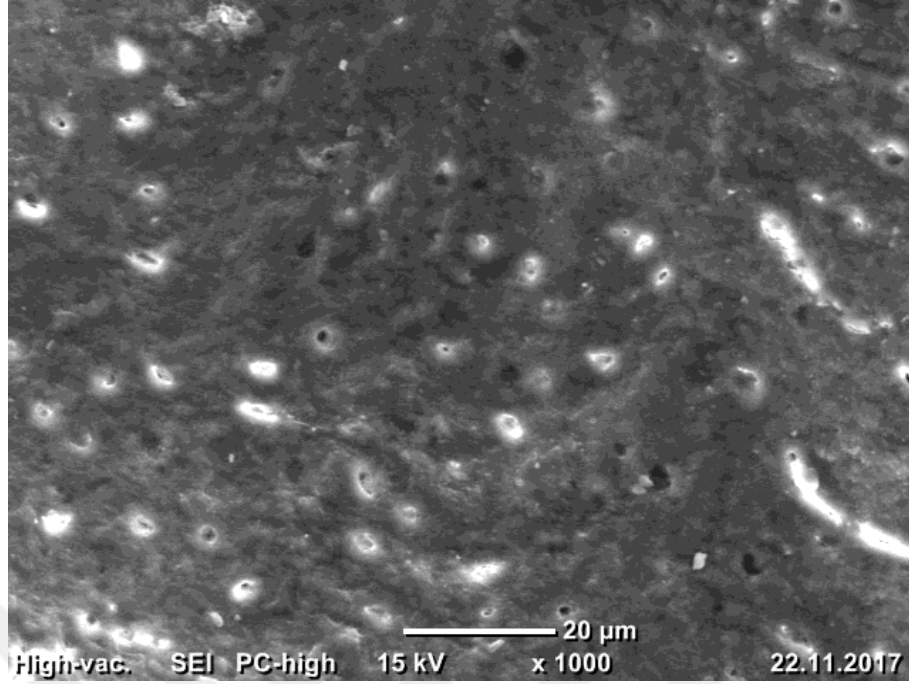
Alet kırığı mevcut Grup 5’in final irrigasyon protokolünde konvansiyonel şırınga irrigasyonu kullanımı sonrasında apikalden koranale 1 mm, 2 mm ve 3 mm mesafedeki bölgelerin SEM görüntülerinin smear tabakası skorları Tablo 1’de gösterilmiştir. Grup 5’de apikal 1 mm’den elde edilen bir SEM görüntüsünde homojen olmayan yoğun smear tabakası ile kaplı dentin tübüleri (skor 5), apikal 2 mm’deki bir görüntüsünde homojen smear tabakası ile kaplı dentin tübüleri (skor 4), apikal 3 mm’deki bir görüntüde mevcut smear tabakası ile birlikte kısmen açık olan dentin tübüleri varlığı (skor 3) izlenmiştir (Resim 34, 35, 36).



Resim 35. Grup 5 apikal 1 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 5)
(x1000 büyütme)



Resim 36. Grup 5 apikal 2 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 4)
(x1000 büyütme)



Resim 37. Grup 5 apikal 3 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 3)
(x1000 büyütme)

Apikal 3 mm ile 2 mm arasında ve 2 mm ile 1 mm arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). Apikal 3 mm ile 1 mm arasında fark bulunmuştur ($p < 0,001$) (Tablo 6).

Tablo 6. Grup 5'ün grup içi istatistiksel sonuçları

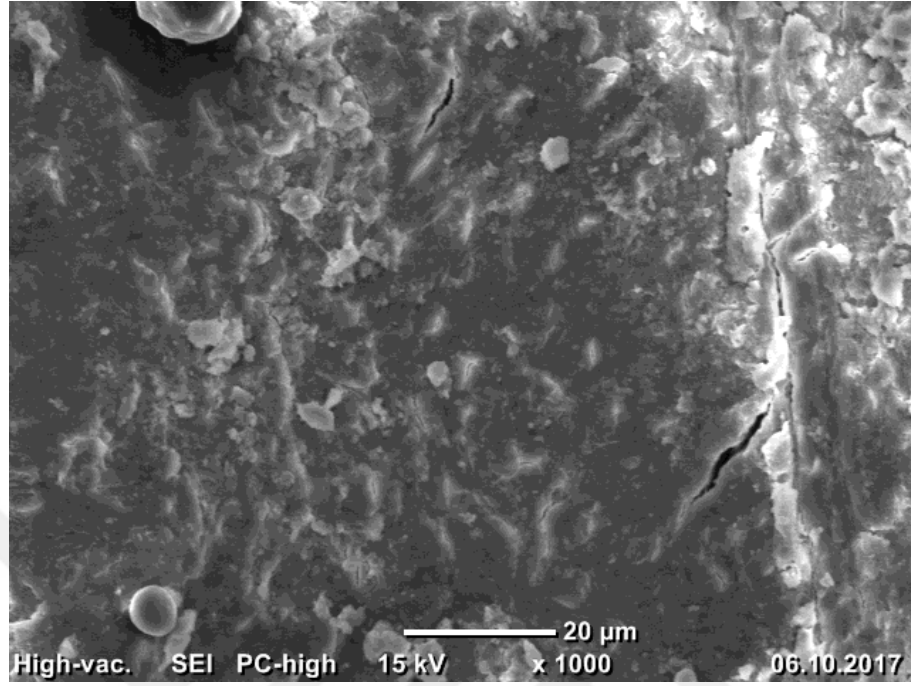
Grup 5 Konvansiyonel Şırınga İrrigasyonu Kırık Aletli Grup							
Apikal Seviye	Skorlandırma					n	P Değeri ve İstatistiksel Anlamlılık
	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5		
1 mm	0	0	1	5	14	20	,013* 1 ve 2 mm arası
2 mm	0	0	8	7	5	20	,050* 2 ve 3 mm arası
3 mm	1	1	13	5	0	20	,000* 1 ve 3 mm arası

* $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlılık

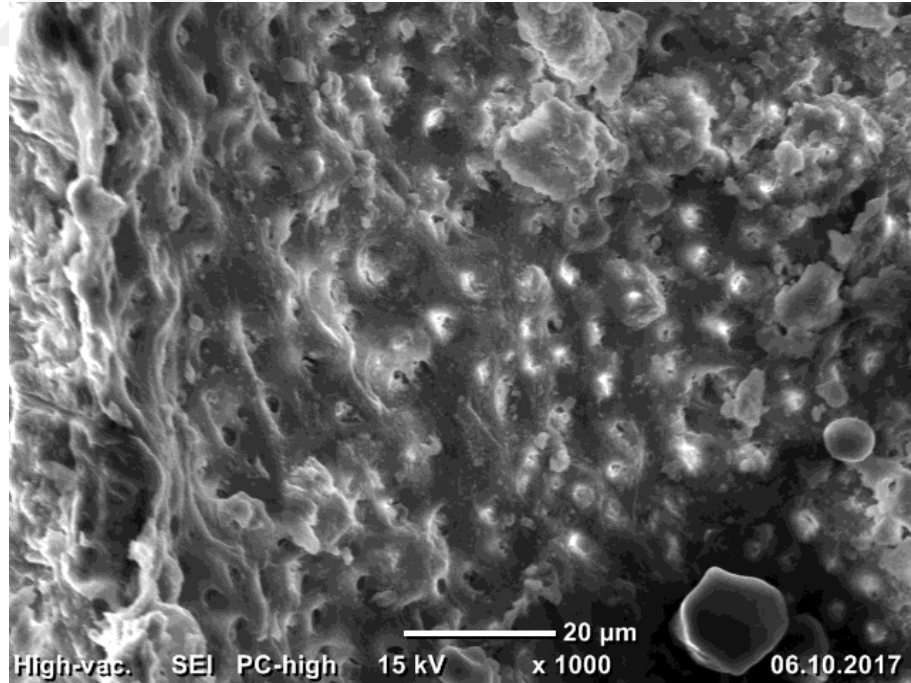
Grup 6 SEM Görüntüleri

Alet kırığı mevcut olan ve final irrigasyon protokolünde EndoActivator kullanılan Grup 6'da; numunelerin apikalden koranale 1 mm, 2 mm ve 3 mm mesafedeki bölgelerin SEM görüntülerinin smear tabakası skorları Tablo 1'de gösterilmiştir. Grup 6'daki dişlerin SEM görüntüsünde, apikal 1mm'de homojen smear tabakası ile kaplı dentin tübülleri varlığı (skor 4), apikal 2 mm'den alınan bir görüntüde mevcut smear tabakası ile birlikte kısmen açık olan dentin tübülleri varlığı (skor 3),

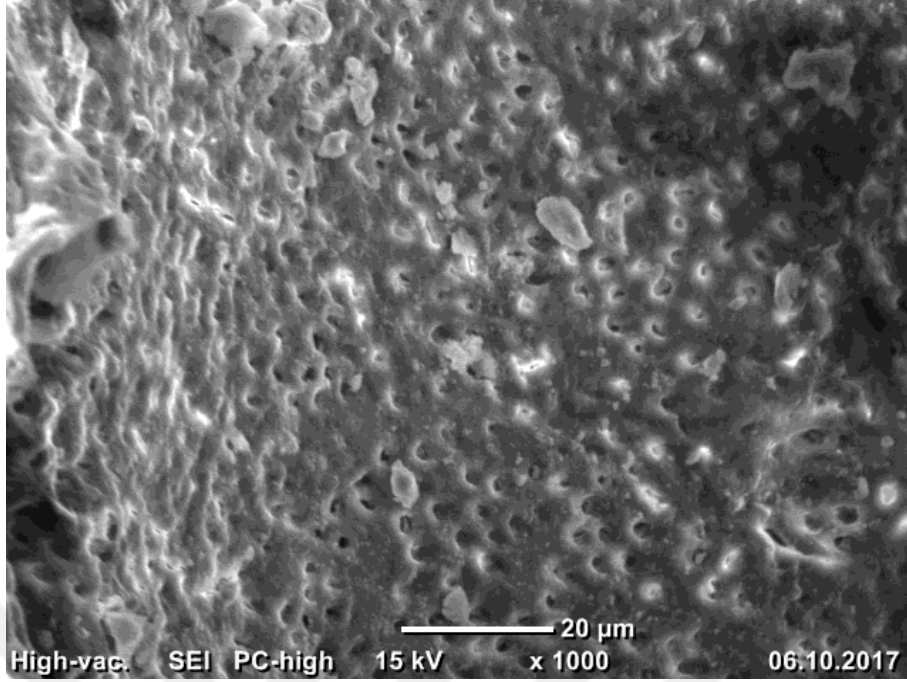
apikal 3 mm'deki bir görüntüde mevcut smear tabakası ile birlikte kısmen açık olan dentin tübülleri varlığı (skor 3) izlendi (Resim 38, 39, 40).



Resim 38. Grup 6 apikal 1 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 4)
(x1000 büyütme)



Resim 39. Grup 6 apikal 2 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 3)
(x1000 büyütme)



Resim 40. Grup 6 apikal 3 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 3) (x1000 büyütme)

Apikal 3 mm ile 2 mm arasında ve 2 mm ile 1 mm arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). Apikal 3 mm ile 1 mm arasında fark bulunmuştur ($p < 0,001$) (Tablo 7).

Tablo 7. Grup 6'ün grup içi istatistiksel sonuçları

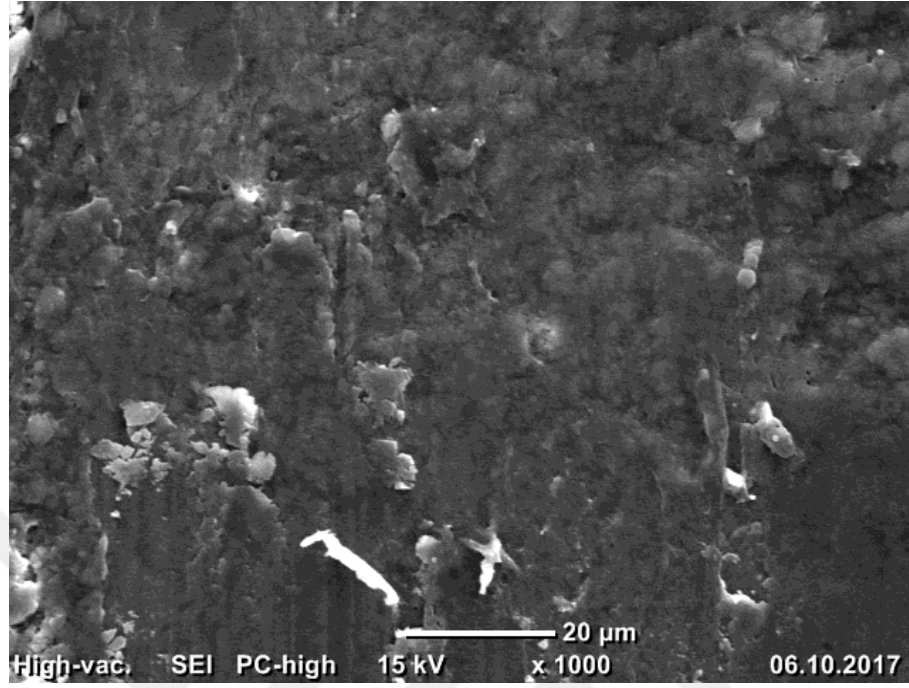
Grup 6 EndoActivator Kırık Aletli Grup							
Apikal Seviye	Skorlandırma					n	P Değeri ve İstatistiksel Anlamlılık
	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5		
1 mm	0	0	3	9	8	20	,047* 1 ve 2 mm arası
2 mm	0	1	10	6	3	20	,016* 2 ve 3 mm arası
3 mm	0	6	13	1	0	20	,000* 1 ve 3 mm arası

* $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlılık

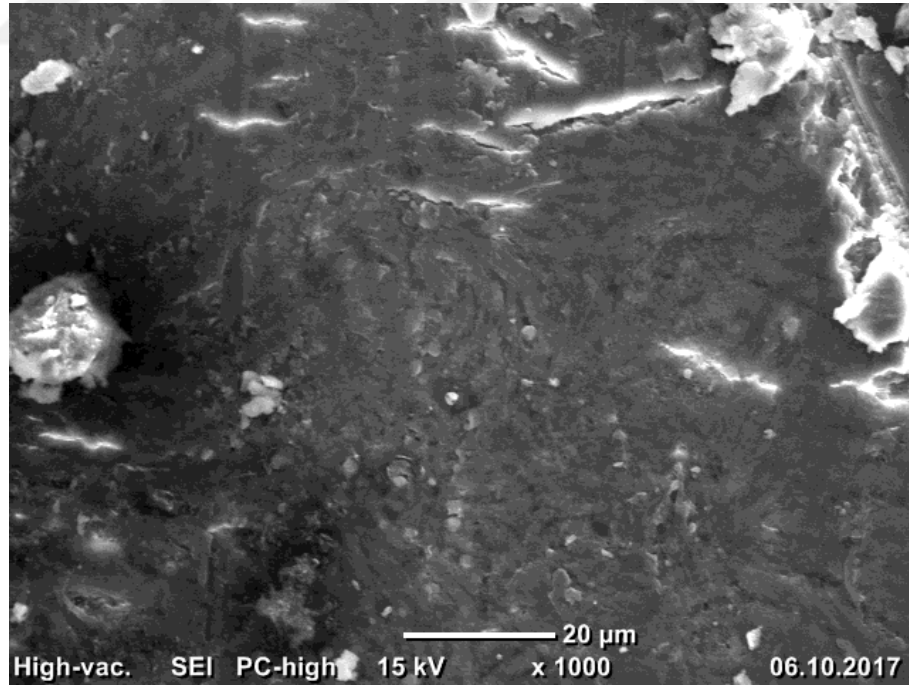
Grup 7 Vibringe Kırık Aletli Grubun SEM Görüntüleri

Final irrigasyon protokolü Vibringe kullanılan ve kırık alet bulunan Grup 7'de; numunelerin apikalden koronale 1 mm, 2 mm ve 3 mm mesafedeki bölgelerin SEM görüntülerinin smear tabakası skorları Tablo 1'de gösterilmiştir. Grup 7'nin bir numunesinin apikal 1 mm ve 2 mm'den alınan SEM görüntülerinde homojen olmayan yoğun smear tabakası ile kaplı dentin tübülleri (skor 5), apikal 3 mm'den alınan

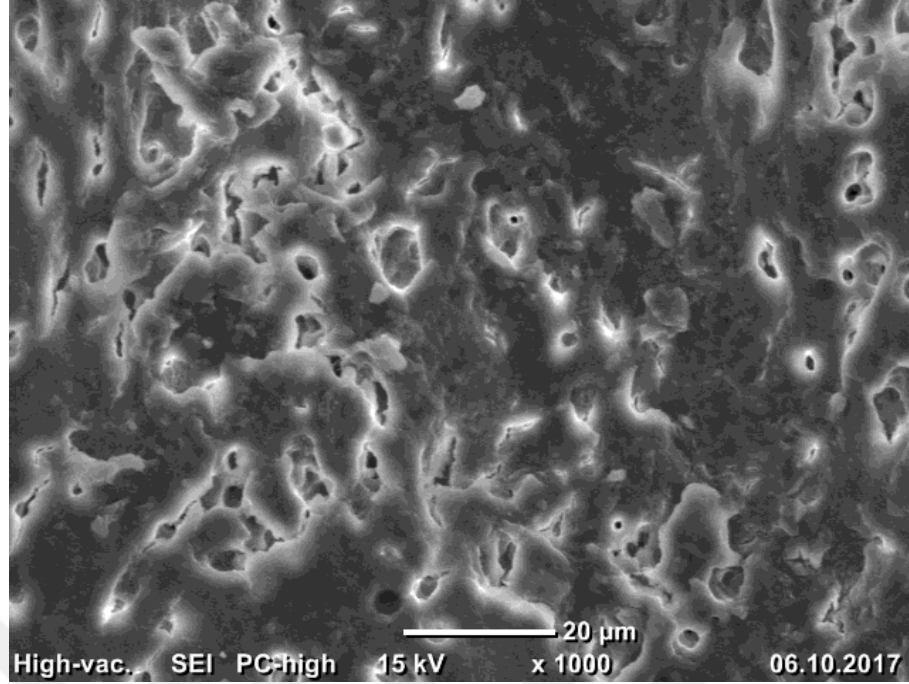
görüntüsünde mevcut smear tabakası ile birlikte kısmen açık olan dentin tübüllerinin varlığı (skor 3) tespit edildi (Resim 41, 42, 43).



Resim 41. Grup 7 apikal 1 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 5) (x1000 büyütme)



Resim 42. Grup 7 apikal 2 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 5) (x1000 büyütme)



Resim 43. Grup 7 apikal 3 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 3) (x1000 büyütme)

Apikal 2 mm ile 1 mm arasında smear tabakasının varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken apikal 3 mm ile 2 mm arasında anlamlı bir fark bulundu ($p<0,01$). Vibringe ile aktivasyon sonucu apikal 3 mm’de apikal 1 mm’ye göre daha az smear tabakası bulundu ($p<0,001$) (Tablo 8).

Tablo 8. Grup 7’ün grup içi istatistiksel sonuçları

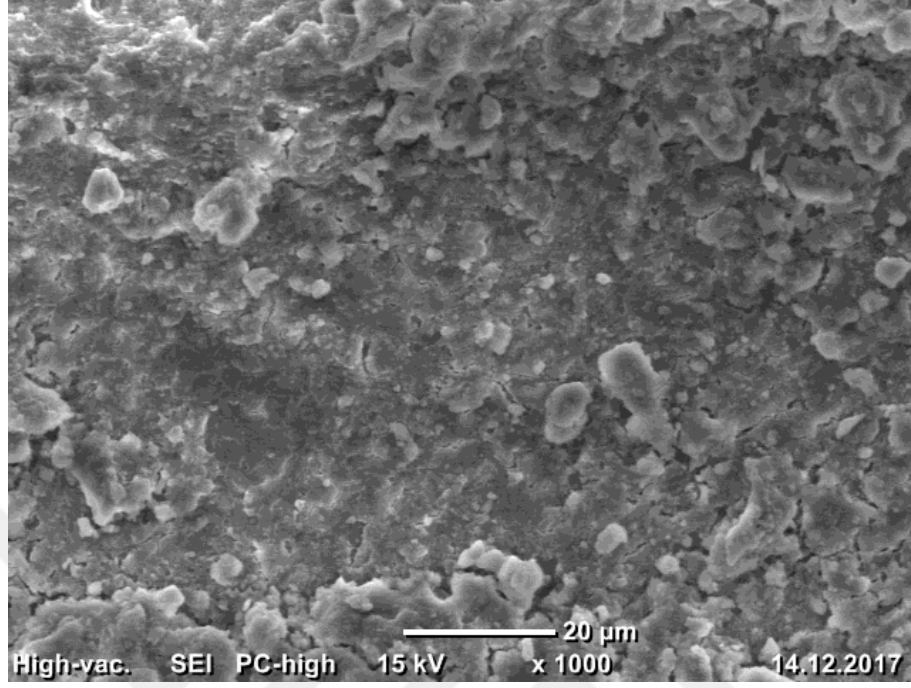
Apikal Seviye	Grup 7 Vibringe Kırık Aletli Grup					n	P Değeri ve İstatistiksel Anlamlılık
	Skorlandırma						
	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5		
1 mm	0	0	0	4	16	20	,062 1 ve 2 mm arası
2 mm	0	0	5	9	8	20	,006* 2 ve 3 mm arası
3 mm	1	1	8	10	0	20	,000* 1 ve 3 mm arası

* $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlılık

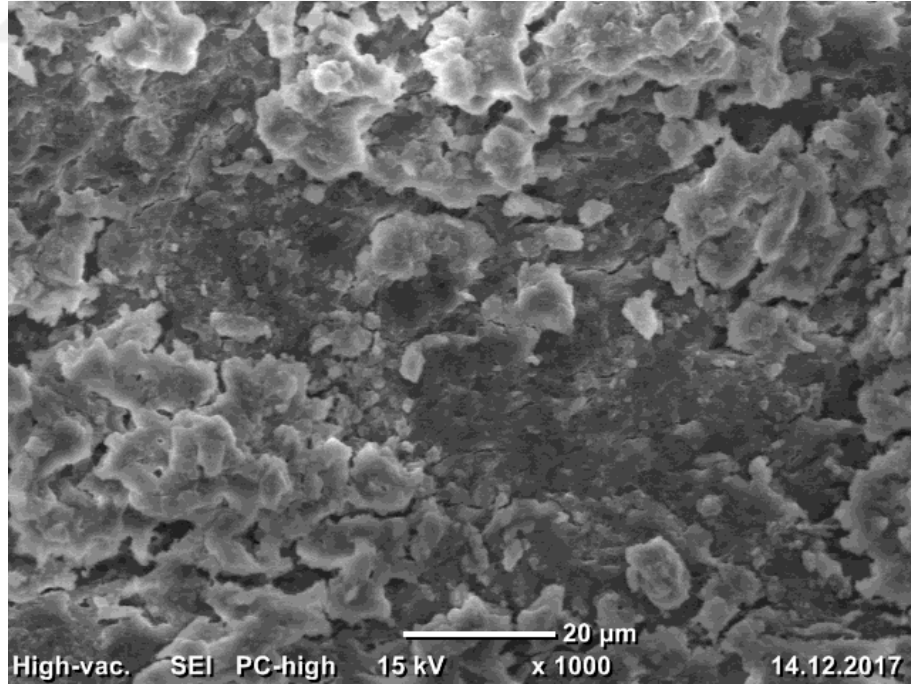
Grup 8 SEM görüntüleri

Kırık alet bulunan ve final irrigasyon protokolünde PUI kullanılan Grup 8’de; numunelerin apikal 1 mm, 2 mm ve 3 mm mesafedeki bölgelerin SEM görüntülerinin smear tabakası varlığı açısından skorları Tablo 1’de gösterilmiştir. Grup 8’deki bir numunenin apikal 1 mm ve 2 mm’den alınan SEM görüntülerinde homojen olmayan yoğun smear tabakası ile kaplı dentin tübülleri (skor 5), apikal 3 mm’den alınan SEM

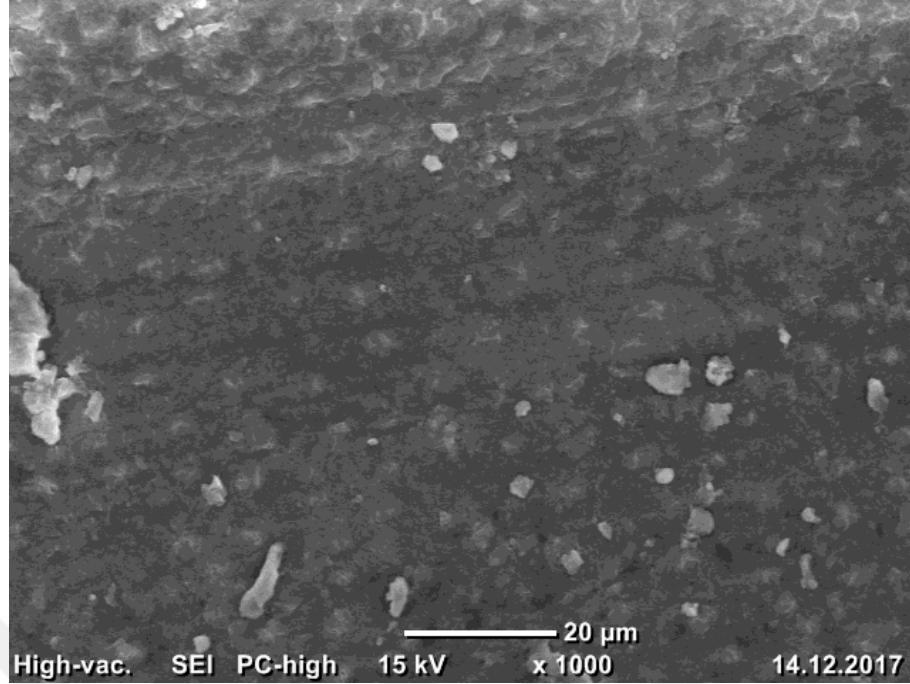
görüntüsünde homojen smear tabakası ile kaplı dentin tübülleri varlığı (skor 4) izlenmektedir (Resim 44, 45,46).



Resim 44. Grup 8 apikal 1 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 5) (x1000 büyütme)



Resim 45. Grup 8 apikal 2 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 5) (x1000 büyütme)



Resim 46. Grup 8 apikal 3 mm bölgeden alınan SEM görüntüsü (skor 4) (x1000 büyütme)

Apikal 2 mm ile 1 mm arasında smear tabakasının varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, apikal 3 mm ile 2 mm arasında anlamlı bir fark bulundu ($p<0,01$). PUI ile aktivasyon sonucu apikal 3 mm’de apikal 1 mm’ye göre daha az smear tabakası bulundu ($p<0,001$) (Tablo 9).

Tablo 9. Grup 8’ün grup içi istatistiksel sonuçları

Grup 8 Pasif Ultrasonik İrrigasyon Kırık Aletli Grup							
Apikal Seviye	Skorlandırma					n	P Değeri ve İstatistiksel Anlamlılık
	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5		
1 mm	0	0	0	1	19	20	,976 1 ve 2 mm arası
2 mm	0	0	0	4	16	20	,023* 2 ve 3 mm arası
3 mm	0	0	4	7	9	20	,001* 1 ve 3 mm arası

* $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlılık

Özetle kırık aletin olduğu gruplarda; 1, 2 ve 3 mm kendi içlerinde karşılaştırıldığında konvansiyonel şırınga irrigasyonu ve EndoActivatorün 1, 2 ve 3 mm seviyelerin hepsinde smear tabakası varlığı bakımından anlamlı fark olduğu ve en fazla smear tabakasının 1 mm seviyesinde en az smear tabakasının ise 3 mm seviyesinde olduğu belirlendi. Vibringe ve PUI’nin 1 ve 2 mm anlamlı bir farklılık sergilemediği ancak 3 mm seviyesinde diğer bölgelerden istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha az smear tabakası olduğu tespit edildi.

6.2. Aynı Aktivasyon Yönteminde Kırık Aletsiz ve Kırık Aletli Grupların Bölgeler Arası Karşılaştırılması

Grup 1 ve Grup 5 konvansiyonel şırınga irrigasyonu ile final irrigasyonu yapılan kırık aletli ve kırık aletsiz gruplar apikal 1 mm, 2 mm ve 3 mm’de smear tabakası varlığı bakımından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı (Tablo 10).

Tablo 10. Grup 1 ve Grup 5 smear tabaka skorlarının medyan, ortalama ve standart sapma değerleri

			1 mm	2 mm	3 mm
Konvansiyonel Şırınga İrrigasyonu Aletsiz	N	Valid	20	20	20
		Missing	0	0	0
	Mean		4,40	3,45	3,00
	Median		4,50	3,00	3,00
	Std. Deviation		,681	,759	,324
	Percentiles	25	4,00	3,00	3,00
		75	5,00	4,00	3,00
Konvansiyonel Şırınga İrrigasyonu Aletli	N	Valid	20	20	20
		Missing	0	0	0
	Mean		4,65	3,85	3,10
	Median		5,00	4,00	3,00
	Std. Deviation		,587	,813	,718
	Percentiles	25	4,00	3,00	3,00
		75	5,00	4,75	3,75

Grup 2 ve Grup 6 EndoActivator ile final irrigasyon protokolü uygulanan kırık aletli ve kırık aletsiz gruplar arasında apikal 1 mm, 2 mm, 3 mm’de smear tabakası varlığı bakımından değerlendirilmiştir. Kırık aletsiz grupta kırık aletli gruba oranla istatistiksel olarak daha az smear tabakası varlığı tespit edildi ($p<0.001$) (Tablo11).

Tablo 11. Grup 2 ve Grup 6 smear tabakası skorlarının medyan, ortalama ve standart sapma değerleri

			1 mm	2 mm	3 mm
EndoActivator Aletsiz	N	Valid	20	20	20
		Missing	0	0	0
	Mean		3,05	2,35	1,70
	Median		3,00	2,00	2,00
	Std. Deviation		,945	,813	,470
	Percentiles	25	2,25	2,00	1,00
		75	4,00	3,00	2,00
EndoActivator Aletli	N	Valid	20	20	20
		Missing	0	0	0
	Mean		4,25	3,55	2,75
	Median		4,00	3,00	3,00
	Std. Deviation		,716	,826	,550
	Percentiles	25	4,00	3,00	2,00
		75	5,00	4,00	3,00

Grup 3 ve Grup 7 Vibringe ile final irrigasyon protokolü uygulanan kırık aletli ve kırık aletsiz gruplar arasında apikal 1 mm, 2 mm, 3 mm’de smear tabakası varlığı bakımından değerlendirilmiştir. Kırık aletsiz grupta kırık aletli gruba oranla istatistiksel olarak daha az smear tabakası varlığı tespit edildi ($p<0.001$) (Tablo12).

Tablo 12. Grup 3 ve Grup 7 smear tabakası skorlarının medyan, ortalama ve standart sapma değerleri

			1 mm	2 mm	3 mm
Vibringe Aletsiz	N	Valid	20	20	20
		Missing	0	0	0
	Mean		3,75	3,15	2,45
	Median		4,00	3,00	2,50
	Std. Deviation		,786	,489	,605
	Percentiles	25	3,00	3,00	2,00
		75	4,00	3,00	3,00
Vibringe Aletli	N	Valid	20	20	20
		Missing	0	0	0
	Mean		4,80	4,25	3,35
	Median		5,00	4,00	3,50
	Std. Deviation		,410	,716	,813
	Percentiles	25	5,00	4,00	3,00
		75	5,00	5,00	4,00

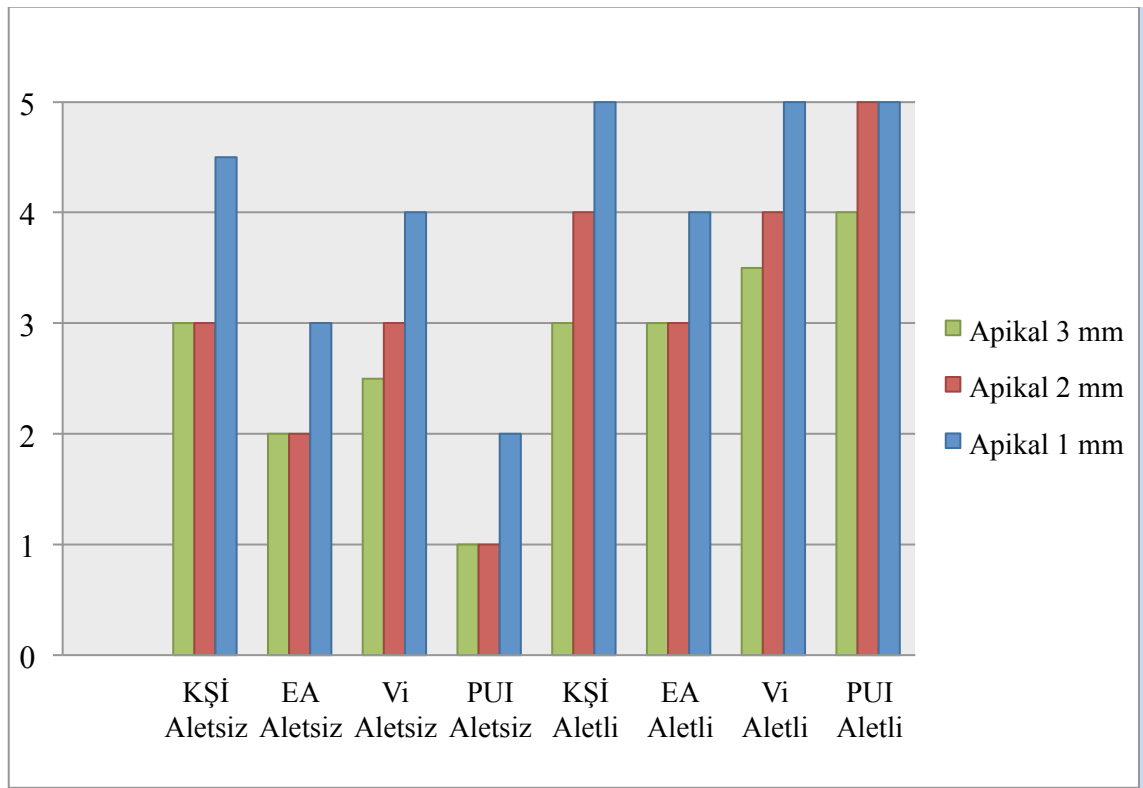
Grup 4 ve Grup 8 PUI ile final irrigasyon protokolü uygulanan kırık aletli ve kırık aletsiz gruplar arasında apikal 1 mm, 2 mm, 3 mm'de smear tabakası varlığı bakımından değerlendirilmiştir. Kırık aletsiz grupta kırık aletli gruba oranla istatistiksel olarak daha az smear tabakası vardır ($p < 0.001$) (Tablo 13).

Tablo 13. Grup 4 ve Grup 8 smear tabakası skorlarının medyan, ortalama ve standart sapma değerleri

			1 mm	2 mm	3 mm
PUI Aletsiz	N	Valid	20	20	20
		Missing	0	0	0
	Mean		2,05	1,40	1,15
	Median		2,00	1,00	1,00
	Std. Deviation		,686	,503	,366
	Percentiles	25	2,00	1,00	1,00
		75	2,75	2,00	1,00
PUI Aletli	N	Valid	20	20	20
		Missing	0	0	0
	Mean		4,95	4,80	4,25
	Median		5,00	5,00	4,00
	Std. Deviation		,224	,410	,786
	Percentiles	25	5,00	5,00	4,00
		75	5,00	5,00	5,00

6.3. Tüm Grupların Bölgeler Arası Karşılaştırılması

Tüm kanal içi alet kırığı olan ve olmayan grupların 1 mm, 2 mm ve 3 mm'de medyan değerleri Şekil 3'de gösterilmiştir. Kanal içinde alet kırığı olmayan dişlerde skorlama sonucunda en fazladan en aza smear tabakası uzaklaştırmadaki etkinlik sıralaması PUI>EA>Vi>KŞİ'dir. Kanal içinde alet kırığı olan dişlerde skorlama sonucunda en fazladan en aza smear tabakası uzaklaştırmadaki etkinlik sıralaması EA>KŞİ>Vi>PUI'dır.



Şekil 3. Grupların apikal 1 mm, 2 mm ve 3 mm bölgelerinde smear birikimi medyanları

6.4. Kırık Aletsiz Gruplarda Dört Farklı Aktivasyon Protokolünün Bölgeler Arası Karşılaştırılması

Dört farklı irrigasyon protokolü kırık aletsiz gruplarda kendi içerisinde apikal 1 mm, 2 mm ve 3 mm ayrı ayrı Kruskal-Wallis testi ile değerlendirildi. Değerlendirmelere göre apikal 1 mm'de ;

- PUI aktivasyonu ile irrigasyon yapılan grupta tüm diğer gruplara oranla istatistiksel olarak daha az smear tabakası bulundu,
- EndoActivator ve Vibringe grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur,
- EndoActivator grubu ile konvansiyonel şırınga irrigasyon grubu arasında mevcut smear tabakası bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık mevcutken ($p<0,05$), Vibringe ile konvansiyonel şırınga irrigasyon grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur (Tablo 14).

Apikal 2 mm ise;

- PUI ile irrigasyon yapılan grup tüm diğer gruplara oranla istatistiksel olarak daha az smear tabakası bulundu,
- EndoActivator grubunda Vibringe ($p<0,05$) ve konvansiyonel şırınga irrigasyon gruplarına ($p<0,01$) göre istatistiksel olarak daha az smear tabakası bulundu,
- Vibringe ile konvansiyonel şırınga irrigasyon grupları arasında anlamlı bir farklılık yoktur (Tablo 14).

Apikal 3 mm değerlendirilmesine göre;

- PUI aktivasyonu ile irrigasyon yapılan grup ile EndoActivator ile aktivasyon yapılan grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır,
- PUI aktivasyonu ile irrigasyon yapılan grupta Vibringe ile aktivasyon yapılan grup ve konvansiyonel şırınga irrigasyonu gruplarına oranla istatistiksel olarak daha az smear tabakası bulundu ($p<0,001$),
- EndoActivator ile aktivasyon yapılan grupta Vibringe ile aktivasyon yapılan grup ($p<0,05$) ile konvansiyonel şırınga irrigasyon grubuna ($p<0,001$) göre istatistiksel olarak daha az smear tabakası bulundu,

- Vibringe ile aktivasyon yapılan grupla konvansiyonel şırınga irrigasyonu grubu arasında anlamlı bir farklılık yoktur (Tablo 14).

Tablo 14. Aletsiz gruplarda aktivasyon sistemlerinin istatistiksel değerlendirilmesi

Gruplar	n	Apikal Seviye Skorlamaları Medyan (25-75 Percentiles)		
		1 mm	2 mm	3 mm
KŞİ Aletsiz	20	4,50 (4,00-5,00) ^{A/a}	3,00 (3,00-4,00) ^{A/b}	3,00 (3,00-3,00) ^{A/b}
EA Aletsiz	20	3,00 (2,25-4,00) ^{B/a}	2,00 (2,00-3,00) ^{B/a}	2,00 (1,00-2,00) ^{B/b}
Vi Aletsiz	20	4,00 (3,00-4,00) ^{A,B/a}	3,00 (3,00-3,00) ^{A/a}	2,50 (2,00-3,00) ^{A/b}
PUI Aletsiz	20	2,00 (2,00-2,75) ^{C/a}	1,00 (1,00-2,00) ^{C/b}	1,00 (1,00-1,00) ^{B/b}
Büyük harf ile belirtilen ifadeler, her bir apikal seviyedeki gruplar arası istatistiksel benzerlikleri ve farklılıkları göstermektedir.				
Küçük harfler ile gösterilen ifadeler her bir yöntemin grup içi istatistiksel benzerlikleri ve farklılıkları göstermektedir.				

6.5. Kırık Aletli Gruplarda Dört Farklı Aktivasyon Protokolünün Bölgeler Arası Karşılaştırılması

Dört farklı irrigasyon protokolü kırık aletli gruplarda apikal 1 mm, 2 mm ve 3 mm bölgeleri ayrı ayrı Kruskal-Wallis testi ile değerlendirildi. Değerlendirmelere göre apikal 1 mm'de ;

- EndoActivator aktivasyonu ile irrigasyon yapılan grupta; Vibringe ($p<0,05$) ve PUI aktivasyonu ($p<0,001$) ile irrigasyon yapılan gruplara göre istatistiksel olarak daha az smear tabakası bulundu,
- EndoActivator aktivasyonu ile irrigasyon yapılan grup ile konvansiyonel şırınga irrigasyonu yapılan grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur,
- Konvansiyonel şırınga irrigasyonu, Vibringe ve PUI aktivasyonu ile irrigasyon yapılan gruplar arasında smear tabakası varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur,

- Vibringe aktivasyonu irrigasyon yapılan grup ile PUI aktivasyonu ile irrigasyon yapılan grup arasında smear tabakası varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur (Tablo 15).

Apikal 2 mm bölgesinin smear tabakası varlığı açısından bulguların istatistiksel değerlendirmelerine göre;

- EndoActivator ile aktivasyon yapılan grubun Vibringe ile aktivasyon yapılan grup ve konvansiyonel şırınga irrigasyonu grupları ile arasında anlamlı bir farklılık yoktur,
- EndoActivator aktivasyonu ile irrigasyon yapılan grupta PUI aktivasyonu ile irrigasyon yapılan gruba göre istatistiksel olarak daha az smear tabakası bulundu ($p<0,001$),
- Konvansiyonel şırınga irrigasyonu yapılan grup ile Vibringe aktivasyonu ile irrigasyon yapılan grup arasında anlamlı bir farklılık yoktur,
- Konvansiyonel şırınga irrigasyonu yapılan grupta PUI aktivasyonu ile irrigasyon yapılan gruba göre istatistiksel olarak daha az smear tabakası bulundu ($p<0,001$),
- Vibringe aktivasyonu irrigasyon yapılan grup ile PUI aktivasyonu ile irrigasyon yapılan grup arasında smear tabakası varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur (Tablo 15).

Apikal 3 mm bölgesindeki bulguların istatistiksel değerlendirmelerine göre;

- EndoActivator ile aktivasyon yapılan grup ile konvansiyonel şırınga irrigasyonu grubu ile arasında anlamlı bir farklılık yoktur,
- EndoActivator aktivasyonu ile irrigasyon yapılan grupta Vibringe ($p<0,05$) ve PUI ($p<0,001$) aktivasyonu ile irrigasyon yapılan gruplara göre istatistiksel olarak daha az smear tabakası bulundu,
- Konvansiyonel şırınga irrigasyonu yapılan grup ile Vibringe aktivasyonu ile irrigasyon yapılan grup arasında anlamlı bir farklılık yoktur,
- Konvansiyonel şırınga irrigasyonu yapılan grupta PUI aktivasyonu ile irrigasyon yapılan gruba göre istatistiksel olarak daha az smear tabakası bulundu ($p<0,001$),
- Vibringe aktivasyonu ile irrigasyon yapılan grupta PUI aktivasyonu ile irrigasyon yapılan gruba göre istatistiksel olarak daha az smear tabakası bulundu ($p<0,05$) (Tablo 15).

Tablo 15. Kırık aletli gruplarda aktivasyon sistemlerinin istatistiksel değerlendirilmesi

Gruplar	n	Apikal Seviye Skorlamaları Medyan (25-75 Percentiles)		
		1 mm	2 mm	3 mm
KŞİ Aletli	20	5,00 (4,00-5,00) ^{A,B/a}	4,00 (3,00-4,75) ^{A/b}	3,00 (3,00-3,75) ^{A,B/c}
EA Aletli	20	4,00 (4,00-5,00) ^{A/a}	3,00 (3,00-4,00) ^{A/b}	3,00 (2,00-3,00) ^{A/c}
Vi Aletli	20	5,00 (5,00-5,00) ^{B/a}	4,00(4,00-5,00) ^{A,B/a}	3,50 (3,00-4,00) ^{B/b}
PUI Aletli	20	5,00 (5,00-5,00) ^{B/a}	5,00 (5,00-5,00) ^{B/a}	4,00 (4,00-5,00) ^{C/b}

Büyük harf ile belirtilen ifadeler, her bir apikal seviyedeki gruplar arası istatistiksel benzerlikleri ve farklılıkları göstermektedir.

Küçük harfler ile gösterilen ifadeler her bir yöntemin grup içi istatistiksel benzerlikleri ve farklılıkları göstermektedir.

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Kök kanal tedavisinin amacı; kök kanallarının el veya döner eğeleri ile şekillendirme ve beraberinde irrigasyon solüsyonları kullanarak veya kanal içi ilaç ile kimyasal dezenfeksiyon sonrası sızdırmaz şekilde kök kanal dolununun yapılmasıdır (111). Ni-Ti aletler paslanmaz çelik aletlere kıyasla komplikasyon riskini azaltır ve daha temiz bir kök kanal yüzeyi sağlar. Ni-Ti aletlerin sağladığı avantajlara rağmen, kök kanal anatomisinin karmaşık olması sebebiyle mekanik preparasyonda dokunulmayan kanal iç yüzeyi kalabilir ve tam bir debridman elde edilemeyebilir (6). Bu yüzden antibakteriyel irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinden yararlanılması amacıyla yeni irrigasyon solüsyonlarının geliştirilmesine ve farklı tekniklerle mevcut solüsyonların aktivasyonunun sağlanmasına yönelik araştırmalar devam etmektedir. Irrigasyon solüsyonlarının etkili olabilmesi için kanal duvarlarının tümüne özellikle de apikal bölgedeki kök kanal duvarı yüzeyine teması önem arz eder (112, 113).

Endodontik tedavi sırasında alet kırılması tedavinin prognozunu olumsuz yönde etkileyen bir komplikasyondur. Bu komplikasyonun önüne geçebilmek için mekanik preparasyonda torsiyonel yüklenmelere dayanıklılığı arttırmak, perforasyon veya dirsek oluşumu gibi komplikasyonlara yol açmamak, kök kanalının orijinal formunu korumak için Ni-Ti kök kanal aletlerinin kullanımı önerilmiştir (114). Ni-Ti aletlerin kullanımıyla; hekimin eforu, tedavi süresi ve enstrümantasyon sırasında oluşabilecek prosedürel hatalar azalmıştır (115). Bu avantajlara rağmen Ni-Ti aletler hiçbir belirti vermeksizin kırılabilmektedir (89). Yapılan çalışmalarda kök kanalında Ni-Ti eğelerin kırılma riski %0,4 ile %23 arasında değişmektedir (99, 100, 107). Kök kanal aleti kırıldığında tedavi seçenekleri; kırık aletin mekanik, kimyasal veya cerrahi yollarla çıkarılması veya bypass edilmesidir. Bunlar yapılamıyorsa yerinde bırakıp tedavinin tamamlanması da bir diğer seçenektir. Kırık aletin çıkarılması mikroorganizmaların eliminasyonu için kök kanal sisteminin tamamının şekillendirilmesi ve temizlenmesi sağlanacağı için ideal tedavi seçeneğidir (116). Ancak kırık aletin çıkarılması; yöntem, teknik ve cihazlar hakkında tecrübe gerektiren bir işlemdir (117). Kırık alet çıkarılırken koronal bölgede aşırı miktarda dentin kaybı meydana gelebilir; bu da perforasyona neden olabilir veya vertikal kök kırığına yatkınlığı artırır (118-121). Bu sebeplerden

dolayı özellikle apikal bölgede kırılmış kanal aletleri kanalda bırakılabilir. Yapılan bir çalışmada 4 yıl ve üzeri sürelerde kırık aletin bırakıldığı vakaların takibinde %91,8 oranında başarı rapor edilmiştir (107). Kanal içerisinde kalan kırık aletin tedavi prognozu; kanal aletinin tedavinin hangi aşamasında kırıldığına, kırık aletin kanal içerisindeki konumuna, kırılmadan önce kanalın ne kadar irrigate edildiğine ve kök kanal tedavisine başlamadan önce periapikal ve pulpanın durumuna bağlıdır (107, 122).

Geçmiş dönemde yapılan çalışmalarda irrigasyon aktivasyon sistemlerinin smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri incelenmiştir. Saber ve ark. yaptıkları çalışmada, basınç değiştiren sistem cihazlarından olan EndoVac ile aktivasyon ve manuel dinamik aktivasyonun apikal bölgede smear kaldırmada KŞİ ve PUI'ye göre daha başarılı olduğunu bulmuşlardır (123). Mancini ve ark. yaptıkları çalışmada EndoActivator ve EndoVac ile yapılan final irrigasyon protokolünün apikal bölgede PUI'ye göre smear kaldırmada daha başarılı olduğunu rapor etmişlerdir (124). Kumar ve ark. yaptıkları çalışma sonuçlarına göre final irrigasyon protokolünün en çok EndoVac ile aktivasyon sistemi kullanıldığında, takiben EndoActivator ile aktivasyon sistemi kullanıldığında daha etkili olduğunu bulmuşlardır (125).

Çalışmamızda irrigasyon aktivasyon sistemlerinin ve KŞİ'nin kanal içi alet kırığı varlığında veya alet kırığı olmadığı durumlarda smear tabakası uzaklaştırılma etkinlikleri karşılaştırıldı. Kırık alet varlığında, kırık aletin apikal bölgesine irrigasyon solüsyonlarının ulaşabilme yeteneğinin irrigasyon aktivasyon metotlarıyla artırılıp artırılamayacağı, smear tabakası uzaklaştırma kabiliyetine bakılarak değerlendirildi.

Kök kanal aletinin sıkışarak kırılmasını simüle etmek maksadıyla, mevcut diş grupları arasında kök kanal anatomisi olarak dar, tek köklü ve tek kanallı olduğu meziodistal ve bukkolingual periapikal radyograflar alınarak tespit edilen alt keser dişler tercih edildi. Aletin sıkışarak kırıldığı yeri standardize etmek maksadıyla düz kanal morfolojisine sahip alt keser dişler 13 mm eşit boyda olacak şekilde dekorone edildi. Böylece dişler arasındaki boyutsal farklılıkların çalışma sonuçlarına etkisi en aza indirilmeye çalışıldı. Smear tabakasının incelendiği SEM çalışmalarında araştırmacılar genellikle dentin tübüllerinin en açık olduğu bölgeleri seçmeye meyil

gösterebilmektedir. Çalışmamızda kök kanal dentin yüzey alanı en az olan alt keser dişlerin apikal bölgelerinin 1, 2 ve 3 mm seviyelerinde mikrograf elde etme alanları daraltılarak daha tutarlı sonuçlar elde etmeyi amaçladık.

İrrigasyon aktivasyon sistemlerinin debridman etkinliği, irrigasyon solüsyonun apikal bölgeye ve kanal aletlerinin dokunamadığı kök kanal duvarlarına temasıyla etkin şekilde debris uzaklaştırmasına bağlıdır. Ancak *in vivo* ortamda, kemik soketi içerisinde dişlerin kök ucunun kapalı olması nedeniyle kök kanalı kapalı bir boru gibi davranır ve apikal bölgesinde gaz kabarcığı oluşumu gözlenir. Bu durumda apikal bölgeye irrigasyon solüsyonu akışı önlenmiş olur (13, 14, 55, 108, 126). İrrigasyon aktivasyon tekniklerinin değerlendirildiği çalışmalarda dişlerin apikal bölgesi mum, silikon ölçü maddesi, sıcak silikon, yapıştırıcı gibi materyallerle kapatılarak klinik ortam yansıtılmaya çalışılmaktadır (127). Çalışmamızda bu amaçla sıcak silikon ile numunelerin kök ucu kapatılarak kapalı sistem kullanılmıştır.

Etkin bir kök kanal temizliği ve irrigasyon solüsyonlarının apikal bölgeye nüfuz etmesi için belli bir miktarda mekanik preparasyon gereklidir. Çalışmalarda mevcut enstrümantasyon ve irrigasyon tekniklerinin kök kanalının apikal bölgesinde debris ve bakterilerin tamamını yok edemediği belirtilmiştir (59, 128, 129). Apikal periodontitisli dişlerde apikal preparasyon boyutu ne kadar büyük olursa kanal içi bakteri sayısının o kadar azaldığını ortaya koyan çalışmalar mevcuttur (128, 130). Yapılan çalışmalarda kökün apikal bölgesinin preparasyon boyutu arttıkça hem bölgeye daha fazla hacimde solüsyonun ulaştığı hem de solüsyonun değişiminin daha fazla olduğu için irrigasyon etkinliğinin arttığı bildirilmiştir (111, 131). Salzgeber ve Brilliant, apikal bölgeye irrigasyon solüsyonlarının ulaşması için gerekli preparasyon boyutunun #30 olması gerektiğini bildirmiştir (132, 133). Kök kanal tedavisi prosedürlerinde preparasyon çapının artması; kanalın orijinal şeklinden sapma, kökün zayıflaması, perforasyon, transportasyon veya dirsek oluşumu gibi komplikasyonları da beraberinde getirebilir (134, 135). Çalışmamızda tüm dişlerde aynı enstrümantasyon tekniği kullanıldı ve kanal içi alet kırma işleminden önce apikal preparasyonu Protaper Universal F1'e kadar yapıldı. Enstrümantasyon sonrası çalışma boyu kaybının olmadığı kontrol edildi. D₀'daki çapı 0,20 mm olan eğe ile bitirilmesinin sebebi, kanalı fazla genişletmeyerek

Protaper Universal F3 eğelerin sıkıştırarak kırılmasını sağlamaktır. Çalışmamızda daha büyük final preparasyon boyutu sonrası F4 ve F5 eğelerin kanal içerisinde kırma işleminin yapılmamasının nedeni; alt keser dişlerin anatomik olarak dar kanallara sahip olması nedeniyle daha büyük çaptaki eğelerin dişlerde kırık veya çatlak oluşturma ihtimalinin yüksek olmasıdır.

Çalışmamızda kanal içinde kırmak için F3 eğelerin kullanılmasıyla kırık aletin apikalinde 2 mm'lik kök kanalı boşluğu sağlandı. Ertaş ve ark. yaptıkları bir çalışmada endodontik tedavi sırasında kırılan Protaper Universal F3 eğelerin genellikle apikal 3,23 mm ($\pm 1,29$ mm)'lik kısmından kırıldığını tespit etmişlerdir (109). Bu çalışmadan yola çıkılarak F3 eğelerin kanal içerisinde kalan parçasını standardize etmek amacıyla F3 eğenin yaklaşık 3-3,25 mm arasında kırılması sağlanarak ege kesiti elmas separe ile inceltildi. Aletin uç kısmının rotasyon hareketi sonrasında kanal içerisinde sıkışmasıyla kırılma sağlandı. Protaper Universal F3 ege dizaynında radyal alanı mevcut olduğundan, kök kanalı dentin yüzeyine temas miktarı F1 ve F2 eğelere göre biraz daha fazladır ve bu durumun irrigasyon solüsyonlarının kırık aletin apikaline geçme miktarını etkileyebileceği düşünülebilir. İleriki dönemde kesit dizaynı ve açılanması farklı olan eğelerin kırma işlemini kapsayan başka çalışmalarla bu durumun etkinliği araştırılabilir.

Mekanik preparasyon sırasında kök kanal duvarlarında 1-2 μ m kalınlığında amorf düzensiz "smear" adı verilen bir tabaka oluşmaktadır. Smear tabakasının hem inorganik hem de organik yapısını uzaklaştırabilen tek bir solüsyon bulunmamaktadır. Bu tabakanın organik kısmını oluşturan pulpa ve dentin artıkları ile bakteri ve yan ürünlerinin çözülmesi için preparasyon sırasında ve final irrigasyon protokolünde NaOCl kullanılmıştır (59). Yapılan çalışmalarda NaOCl'nin belirgin derecede antimikrobiyal etkinliği serum fizyolojik ve diğer irrigasyon solüsyonlarından üstün bulunmuştur (22, 128, 136). NaOCl solüsyonları endodontik tedavide genellikle %0,5 ile %5,25 konsantrasyonları arasında kullanılmaktadır (137). Irrigasyon solüsyonunun konsantrasyonu arttıkça etkinliğinin de arttığı bilinmektedir (138) ancak diğer yandan irrigasyon solüsyonunun toksitesi de artmaktadır (139). Yapılan çalışmalarda %5,25 konsantrasyonda NaOCl'nin %2,5 konsantrasyondaki NaOCl'ye nazaran organik doku çözme etkinliğinin çok daha fazla olduğu bildirilmiştir (140, 141). Çalışmamızda

preparasyon sırasında ve final irrigasyon protokolünde smear tabakasının organik içeriğini çözmede etkin olan %5'lik NaOCl kullanıldı.

Smear tabakasının inorganik komponentlerinin çözülmesi için şelasyon yapan bir ajanla irrigasyon yapılmalıdır (10). Yapılan çalışmalarda %17'lik EDTA ile 3 dakika boyunca kök kanalların irrigasyonu edilmesi sonucunda smear tabakasının başarılı bir şekilde uzaklaştırıldığı gözlemlenmiştir (142). EDTA'nın uygulanma süresi ile ilgili yapılan bir çalışmada kök kanallarının 1 dk. boyunca %17 EDTA ile yıkanması 15 sn. veya 30 sn. boyunca yıkanmasına oranla smear kaldırmada daha başarılı bulunmuştur (143). Bir diğer çalışmada EDTA 1 dk., 3 dk. ve 5 dk. boyunca irrigasyonu edilerek smear tabakasının uzaklaştırılması değerlendirilmiştir; sonuçlara göre NaOCl ile birlikte kullanılan %17'lik EDTA'nın 1 dk., 3 dk. veya 5 dk. kullanılmasının smear tabakası kaldırılması bakımından herhangi bir farklılık sergilemediği bildirilmiştir (144). Çalt ve Serper kök kanallarında EDTA'nın 1 ve 10 dk. arasındaki temas süresini değerlendirmişlerdir ve 10 dakika uygulandığında aşırı intertübüler ve peritübüler dentin erozyonu oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Çalışmacılar 1 dakikanın smear tabakasını uzaklaştırmak için yeterli olduğunu ve daha uzun süre uygulamalarda dentin erozyonuna yol açtığını bildirmişlerdir (145). Bu veriler ışığında, çalışmamızda smear tabakasının inorganik kısmının kaldırılması için konvansiyonel şırınga irrigasyonu ve irrigasyon aktivasyon sistemleriyle yapılan final irrigasyon protokolünde %17'lik EDTA 1 dk. boyunca kullanıldı.

İrrigasyon solüsyonunun apikal bölgeye ulaşabilmesi için sürekli tazelenmesi ve belli bir hacimde kullanılması gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda en etkili yıkamanın 10 ml % 17 EDTA'yı takiben 10 ml %5 NaOCl kullanımının olduğu bildirilmiştir (75). Çalışmamızda şekillendirme ve alet kırma işlemleri tamamlandıktan sonra smear tabakasının uzaklaştırılması için kök kanalları önce 10 ml %5 NaOCl ile irrigasyonu edildi sonra 10 ml %17 EDTA kök kanalına uygulandıktan sonra kanal içinde 1 dk. boyunca bekletildi. Daha sonra tekrar 10 ml %5 NaOCl ile irrigasyonu yapılarak final irrigasyonu işlemi tamamlandı. NaOCl ile EDTA solüsyonları arasında distile su kullanıldı.

Aktivasyon cihazları veya sistemlerinin kök kanal temizleme etkinliğini değerlendirmek için ışık mikroskobu (146), taramalı elektron mikroskobu (SEM) (147), optik mikroskop veya mikro bilgisayarlı tomografi (μ BT) kullanılmaktadır. Işık mikroskobu görüntü almak için ışık demeti kullanırken; elektron mikroskobu görüntü almak için vakum içerisinde hızlandırılmış elektron demeti kullanır. Elektron mikroskobunda yüksek rezolüsyonda görüntü elde edilebilmektedir. Böylelikle biyoloji, botanik, hücre biyolojisi, tıp (adli tıp, anatomi, mikrobiyoloji, biyokimya, fizyoloji, toksikoloji, patoloji), madde bilimleri ve yer yüzü bilimlerinden elde edilen örnekler 100.000 kez büyütülerek incelenebilir ve numunelerin değişik özelliklerini, yüzeyinde meydana gelen farklılıkları yansıtan görüntüler elde edilebilir (148). Optik mikroskop ile sadece debris gözlemlenebilir (149). SEM kök kanal duvarlarındaki hem debris hem de smear tabakası varlığının görüntülenmesine olanak tanır (150). μ BT ile üç boyutlu olarak görüntü alınabilse de SEM seviyesinde görüntü elde edilememektedir (151). Kırık aletin apikaline irrigasyon solüsyonlarının ulaşabilirliğinin değerlendirilmesi için bir parametre olarak smear tabakası uzaklaştırılma miktarı kullanıldı. Bu amaçla x1000 büyütmede SEM kullanıldı.

Çalışmamızda Hülsmann ve ark.'nın tarif ettiği 5 skor içeren değerlendirme sistemi kullanıldı (110). Parente ve ark.'nın tarif ettiği beş skorlu sistem şöyledir; skor (1) dentin tübüllerinin çoğu açık ve debris içermiyor, skor (2) smear tabakası dentin tübüllerinin %25'i veya daha azını kapsıyor, skor (3) smear tabakası dentin tübüllerinin %25-%50'ini kapsıyor, skor (4) smear tabakası dentin tübüllerinin %50-%75'ini kapsıyor, skor (5) smear tabakası tübüllerin %75-%100'ünü kapsıyor (152). Parente ve ark.'nın yaptığı bu skorlama Hülsmann ve ark.'nın yaptığı skorlamaya nazaran smear tabakasının değerlendirilmesinde daha az hassasiyete sahiptir ve apikalden ziyade orta ve koronal üçlüde daha değerli bilgiler sunar. Örnek verecek olursak Parente ve ark. göre skor (5) olan bir görüntü Hülsmann ve ark. göre skor (3) olabilmektedir. Ayrıca bir çok çalışmada smear tabakasının kök kanalının apikal bölgesinde orta ve koronal bölgelerinden daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Çalışmamızda sadece apikal 3 mm'lik alanda smear tabakası skorlaması yapıldığından, smear tabakasındaki ufak değişiklikleri sergileyecek Hülsmann skorlaması tercih edildi. Skorlama sonuçları güvenilirliği açısından görüntüler 2 hekim tarafından birbirinden bağımsız olarak 3 hafta ara ile 2

kez analiz edildi. Gözlemcilerin kendi içinde ve birbiriyle uyumlu olduğu kappa katsayıları ile belirlendi.

Kullanılan solüsyonlardan bağımsız olarak kök kanalının apikal üçlüsünden smear tabakasının uzaklaştırılması oldukça zordur (153, 154). İrrigasyon solüsyonlarının apikal bölgeye ulaşabilmesi ve etkinliğinin artırılması için irrigasyon aktivasyon yöntemleri geliştirilmiştir ancak hiçbiri apikal bölgeden smear tabakasını tamamen uzaklaştıramamaktadır (15). Kök kanalların koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde farklı irrigasyon yöntemlerinin smear tabakası uzaklaştırma etkinliğini değerlendiren çalışmalarda apikal bölgeye doğru daha az etkili oldukları rapor edilmiştir (124, 155-157). Çalışmamızda da grup içi değerlendirmelerde her grubun apikal 3 mm seviyesinin apikal 1 mm seviyesinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az smear tabakası içerdiği tespit edildi.

Ultrasonik irrigasyonunun kanal içerisinde yüksek hız ve hacimde solüsyon salınımına neden olması, kanal içerisinde ulaşılması zor alanlardan daha etkin bir debris uzaklaştırmayı sağlamaktadır (158). Malki ve ark. yaptığı çalışmada ultrasonik uçların yerleştirilme derinliğinin temizleme etkinliğine olan etkisini değerlendirmiştir; çalışma uzunluğundan 1-2 mm daha kısa mesafede yerleştirilen ultrasonik uçla yapılan irrigasyon sonrası smear tabakası; çalışma uzunluğundan 3, 4 ve 5 mm geride konumlandırılmış ultrasonik uçla irrigasyon sonrasındaki smear tabakasına oranla daha az bulunmuştur (159). PUI'de irrigasyon solüsyonu, hazne içerisinde devamlı ultrasonik irrigasyon ve şırınga yardımı ile aralıklı ultrasonik irrigasyon olmak üzere 2 farklı şekilde kanala iletilir (64). Aralıklı ultrasonik irrigasyon sisteminin 3 dk. kullanımıyla devamlı ultrasonik irrigasyonun dentin debris kaldırma etkisine ulaşılabilirdiği rapor edilmiştir (53). Bu çalışmaların ışığında çalışmamızda PUI aktivasyon yöntemi çalışma boyundan 1 mm kısa olacak şekilde devamlı ultrasonik irrigasyon tekniği kullanıldı.

Lee ve ark. yaptıkları bir çalışmada, kanin dişlerde prepare edilmeyen kök kanal yüzeyindeki düzensizlikleri taklit eden oluk ve çukurcukları dentin debris ile doldurduktan sonra PUI ile konvansiyonel şırınga irrigasyonunun dentin debris uzaklaştırma etkinliklerini incelemişler ve PUI'nin daha etkili olduğunu bildirmişlerdir

(158). Jamleh ve ark. devamlı ultrasonik irrigasyonunun smear uzaklaştırma etkinliği ve apikal bölgeye solüsyon taşıma riskini değerlendirdikleri çalışmada, devamlı ultrasonik irrigasyonunun EndoVac ve konvansiyonel şırınga irrigasyonundan smear tabakasını uzaklaştırmada daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır (160). Ultrasonik aktivasyon sistemlerinin sonik aktivasyon sistemleriyle debris ve smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri bakımından karşılaştırıldığı çalışmalarda ultrasonik cihazların (30 kHz) sonik cihazlara göre (150 Hz) daha yüksek frekans ve amplitüde sahip olduğundan dolayı daha başarılı olduğu bildirilmiştir (161-164). Çalışmamızda kırık aletsiz gruplarda; PUI özellikle apikal 1 ve 2 mm’de sonik sistemlerden ve konvansiyonel şırınga irrigasyonundan istatistiksel olarak anlamlı derecede smear uzaklaştırma bakımından daha başarılı bulundu. Yapmış olduğumuz çalışmanın verileri yukarıda bahsedilen daha önce yapılan çalışmalarla tutarlılık göstermektedir.

Saber ve ark. yaptıkları çalışmada EndoVac ve elle yapılan dinamik aktivasyon tekniklerinin; konvansiyonel şırınga irrigasyonu ve PUI ile irrigasyon tekniklerinden smear kaldırma bakımından daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir (165). Bu veri kanal aleti bulunmayan gruplardaki bulgularımızla örtüşmemektedir. Jiang ve ark.’nın yüksek güç ayarının ultrasonik uçta yüksek salınım meydana getirdiğini ve bunun ultrasoniklerin kök kanallarındaki temizleme etkinliğini artırdığını bildiren çalışması göz önünde bulundurulduğunda, Saber ve ark.’nın çalışmasındaki bulgular PUI aktivasyonu yapılırken cihazın gücünü düşük tutmalarına bağlanabilir (166).

Pasif ultrasonik aktivasyon sistemlerinin düz kanallarda smear uzaklaştırmada başarılı olduğu bildirilmiştir (167) ancak PUI’nin smear tabakası uzaklaştırma etkinliği ile ilgili çelişkili sonuçlar da bulunmaktadır (15, 168). Ultrasonik kanüllere veya eğelere ön eğimlendirme yapılsa dahi kıvrımlı veya çok uzun kanallarda bu aletlerin kullanım kısıtlılığı mevcuttur (15, 169). Ultrasonik eğenin kanal duvarlarına teması sonucunda istenmeyen yeni smear tabakası oluşma, osilasyonun bozulmasına bağlı olarak etkinliğini kaybetme ve kök kanal duvarında aşırı teması sonucu iyatrojenik komplikasyonların oluşma riski her zaman bulunmaktadır (170). Çalışmada alet kırığı bulunmayan grupta en başarılı aktivasyon sistemi PUI iken alet kırığı bulunan gruplarda smear tabakası kaldırma etkinliği en zayıf olan PUI’dir. Bu durum, ultrasonik ege ucu

her ne kadar kırık aletin 1 mm koronalinde konumlandırılmaya çalışılsa da, istem dışı kırık alete teması sonucunda osilasyonun bozulması ve buna bağlı etkinliğin azalması ihtimali ile açıklanabilir.

EndoActivator kök kanal duvarlarına zarar vermeyecek yapıda polimer uçlara sahip sonik sistem cihazıdır (171). Jiang ve ark. EndoActivator'un etkinliği ile ilgili yaptıkları çalışmalarında polimer uç tiplerinden #15.02 ve #25.04'ün arasında debris kaldırma bakımından herhangi bir fark bulunmadığını rapor etmişlerdir. 2.000, 6.000 ve 10.000 cpm olmak üzere 3 farklı modu olan cihazın modlar arası etkinliği değerlendirildiğinde, aralarındaki fark çok az olsa da 10.000 cpm'de daha başarılı olduğu bildirilmiştir (162). Çalışmamızda apikal preparasyon boyutu Protaper F1 olduğundan, EndoActivator'un ucunun kanal içerisinde sıkışmadan salınım yapabilmesi ve hidrodinamik akışın artması amacıyla #15.02 uçları 10.000 cpm güç modunda uygulandı.

Caron ve ark. farklı irrigasyon aktivasyon protokollerinin smear tabakasına etkisini inceledikleri çalışmalarında EndoActivator ve manuel dinamik (gutta-perka ile) aktivasyon yöntemlerinin konvansiyonel şırınga irrigasyonuna göre daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir (170). Gonçalves ve ark. kıvrımlı kanallarda apikal üçlüde smear tabakası uzaklaştırma etkinliğine baktıkları çalışmada; PUI ve EndoActivator arasında smear kaldırma uzaklaştırma bakımından az miktarda ancak istatistiksel olarak anlamsız bir fark bulmuşlar ve konvansiyonel irrigasyona oranla her iki sistemin daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir (172). Bu çalışmalardan farklı olarak Mancini ve ark. yaptıkları çalışmada kök kanallarının apikal 3, 5 ve 8 mm seviyelerinde EndoActivator ve EndoVac sistemlerin PUI'ye oranla smear kaldırmada daha başarılı olduğunu, 1 mm seviyesinde EndoVac sisteminin EndoActivator, PUI ve kontrol gruplarına oranla daha başarılı olduğunu bildirmiştir (124). Khaord ve ark. mandibular molarların kıvrımlı mezyal kanallarının apikal preparasyonunu F1 yaptıktan sonra final irrigasyon protokolünü uygulayıp smear tabakasını değerlendirdikleri çalışmada EndoActivator'un istatistiksel olarak daha başarılı olduğunu rapor etmişlerdir (173).

Çalışmamızda kırık aletsiz gruplarda apikal 3 mm seviyesinde PUI ile EndoActivator arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken apikal 2 ve 1 mm seviyelerde smear kaldırmada daha az etkinlik göstermiştir. EndoActivator'un apikale doğru PUI'ye oranla etkinliğin daha az olması; frekans ve amplitüd farkının yanında, ultrasonik sistemde ESI eğe için çalışma boyunun 1 mm gerisinde EndoActivator için 2 mm geride aktivasyon yapıldığı için olabilir. Kırık aletsiz gruplarda EndoActivator konvansiyonel şırınga irrigasyonuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla smear tabakası kaldırmıştır.

Sonik sistemlere örnek verilecek olan EndoActivator ve Vibringe sistemlerin birbiriyle karşılaştıran çok az çalışma bulunmaktadır. Bolles ve ark. çekilmiş dişlerde bu iki sistemi konvansiyonel şırınga irrigasyonu ile beraber kök kanal dolgu materyallerinin penetrasyonundaki etkinliklerini değerlendirmişlerdir ve iki sonik sistemle konvansiyonel şırınga irrigasyonu arasında anlamlı bir farklılık bulmamışlardır (174). Çalışmamızda alet kırığı olmayan gruplarda EndoActivator ile Vibringe arasında apikal 1 ve 2 mm seviyesinde anlamlı bir farklılık bulunmazken apikal 3 mm seviyesinde EndoActivator Vibringe'den istatistiksel olarak daha fazla smear tabakası uzaklaştırmıştır. Vibringe sistemi 9000 cpm sabit bir modla çalışırken (137) EndoActivator 10000 cpm'de uygulanmıştır. EndoActivator kanal içerisinde apikal bölgeye doğru ilerletildiğinde solüsyon da apikal bölgeye doğru ilerler. Aktivatörün ucu bir miktar geri çekildiğinde ise apikal bölgede etkili bir irrigasyon solüsyonu değişimi gerçekleşir. Bu hidrodinamik döngünün verimi sonik titreşimlerle birleştiğinde daha da artmaktadır (170). EndoActivator'de sonik titreşimle beraber mekanik aktivasyon birleştiğinden, Vibringe'e göre smear kaldırma bakımından daha etkili olmuş olabilir.

Johnson ve ark. üst azı dişlerin mezyobukkal köklerinde yaptığı çalışmada; Vibringe aktivasyonla irrigasyon ve konvansiyonel şırınga irrigasyonu yöntemlerinin kanalların istmuslarında ve apikal üçlüsünde debris uzaklaştırma etkinliğini değerlendirilmiş ve apikal üçlüde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, istmus gibi preparasyonla ulaşılamayan bölgelerde Vibringe daha etkili bulunmuştur (175). Rödig ve ark. yapay kanallarda Vibringe, PUI ve konvansiyonel şırınga irrigasyonunun debris uzaklaştırma etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmalarında, en etkili

yöntemin PUI olduğunu, sonrasında Vibringe'in konvansiyonel şırınga irrigasyonuna göre daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Aynı çalışmada koronale doğru konvansiyonel şırınga irrigasyonu ile Vibringe'in debris uzaklaştırma bakımından benzer performans gösterdiği bildirilmiştir (164). Bu çalışmada ise aletsiz gruplarda Vibringe her seviyede PUI'den daha az etkinlik gösterdi. Konvansiyonel şırınga irrigasyona oranla daha fazla smear tabakası uzaklaştırdığı gözlemlense de istatistiksel olarak aralarında anlamlı bir farklılık bulunamadı. Vibringe alet kırığı olan gruplarda smear tabakası uzaklaştırma etkinliği azaldı ve buna bağlı olarak konvansiyonel şırınga irrigasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı.

Konvansiyonel şırınga irrigasyon tekniği endodontide en yaygın kullanılan tekniktir. Irrigasyon solüsyonunun etkin bir şekilde kök kanallarını temizleyebilmesi için periapikal dokulara taşmadan basınçsız bir şekilde kök kanallarının apikal üçlüsüne kadar ulaşabilmeleri gerekir (65) ancak konvansiyonel şırınga irrigasyon sisteminde daha çok koronal bölgeler temizlenebilmektedir, apikal üçlüde bu sistem zayıf kalmaktadır (176). Bu durumun üstesinden gelinmesi amacıyla kök kanalının apikal bölgesine ulaşabilecek şekilde özel endodontik iğne uçları tasarlanmıştır. Yaptığımız çalışmada kök kanal formu dar olan alt keser dişlerde apikal bölgeye irrigasyon solüsyonlarının iletilmesi için irrigasyon işlemlerinin tamamı ucu açık endodontik iğne uçları kullanılarak yapılmıştır.

Konvansiyonel şırınga irrigasyon yönteminde irrigasyon solüsyonunun iğne ucunun 1 mm apikalinden daha öteye ilerleyemediği bildirilmiştir (168). Konvansiyonel şırınga irrigasyonu ile ilgili yapılan çalışmalarda, smear uzaklaştırma etkinliği bakımından özellikle apikal bölgede aktivasyon sistemlerine oranla daha başarısız olduğu bildirilmiştir (127, 177). Konvansiyonel şırınga irrigasyon tekniği kırık alet olmayan gruplarda özellikle apikal 1 mm'de smear kaldırma bakımından başarısızdır, aynı durumun kırık alet bulunan gruplarda da gözlemlenmesinin yanında, konvansiyonel şırınga irrigasyonu ile final irrigasyon protokolü sonrası aletli ve aletsiz gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Konvansiyonel şırınga irrigasyonunda iğne ucunun apikal bölgeye yakın konumlandırıldığında pozitif basınçla beraber irrigasyon solüsyonlarının periapikal bölgeye taşıdığı bildirilmiştir (178). Çalışmamızda kırık aletin var olduğu gruplarda apikal 3 mm seviyesinde EndoActivator-Vibringe-PUI ve konvansiyonel şırınga irrigasyonu-PUI arasında smear tabakası uzaklaştırma bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edildi. 3 mm seviyede bu değerlerin elde edilmesinin sebebi, şırınga irrigasyonunda şırınga ile solüsyon kanala iletdikten sonra EndoActivator aktivasyonu sonrası basınç ile beraber kırık aletin apikal bölgesine bir miktar solüsyonun ulaşması düşünülebilir.

Kanal içi kırık aletin olduğu gruplarda apikal 1mm seviyede PUI, Vibringe aktivasyon yöntemleri ve konvansiyonel şırınga irrigasyon yöntemi karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı; çünkü hiçbiri smear tabakasını etkin şekilde uzaklaştıramadı (dentin tübülleri homojen olmayan yoğun bir smear tabakası ile kaplı). Sadece EndoActivator grubunda kırık aletin apikal bölgesine irrigasyon solüsyonlarının ulaşabildiği, kırık alet olmadığı durumdaki PUI ile arasında sergilediği istatistiksel farklılıktan dolayı düşünülebilir. Kırık alet bulunmasa dahi endodontik tedavide apikal üçlü bölgesinden smear tabakasının uzaklaştırılmasının oldukça güç olduğu göz önünde bulundurulduğunda, kırık alet varlığında bu bulguların elde edilmesi kırık aletin bypass edilmesi ya da çıkarılmaya çalışılmasının ilk tedavi seçeneği olması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda modelize edilen kanal içi F3 ege kırık parçanın apikaline solüsyonun ulaşip ulaşmadığı değerlendirildiğinde, EndoActivator aktivasyonunun bir miktar başarılı olduğu tespit edilmiştir. Diğer Protaper Universal bitirme eğelerinin kesit ve açılanmalarının farklı olması ve diğer döner ege sistemlerinin kesit dizaynlarındaki farklılıklar, irrigasyon solüsyonunun nüfuz etmesini ve debrisin koronal yöne çıkışını etkileyip etkileyemediğinin belirlenmesi için başka çalışmalara ihtiyaç vardır.

8. SONUÇ

1. Kanal içi alet bulunmayan durumlarda, kök kanal tedavisi sonrasında smear tabakası uzaklaştırılması için final irrigasyon protokolünde aktivasyon sistemlerinin kullanılması etkinliği arttırmaktadır.
2. Kök kanal tedavisi sonrası yapılan final irrigasyon işlemi sonrasında smear tabakası özellikle apikal bölgede varlığını sürdürebilmektedir ve koronal bölgeye doğru bu yoğunluk azalmaktadır.
3. Kanal içi alet bulunan dişlerde, final irrigasyon protokolünde irrigasyon aktivasyon sistemlerinin hiçbirinde apikal 1 mm'lik bölgeden smear tabakası uzaklaştırma etkinliği yeterli değildir.
4. Kanal içi alet bulunmayan dişlerde apikal 1 mm'lik bölgede smear tabakasının tamamen kaldırılması aktivasyon sistemleri kullanılmasına rağmen oldukça güçtür.
5. Kanal içi alet kırığı olmadığı durumda, final irrigasyon işleminde smear tabakası uzaklaştırmada apikalden koronale doğru 1 ve 2 mm'de en etkili aktivasyon sisteminin PUI olduğu belirlendi. 3 mm'de EndoActivator'ün de benzer etkinliğe sahip olduğu tespit edildi.
6. Kanal içi alet kırığı olduğu durumlarda kanalın debris ve smear tabakasının kaldırılması için ilk tedavi seçeneği olarak kırık parçanın çıkarılması ya da bypass edilmesi düşünülmelidir.
7. Kanal içi alet kırığı varlığında final irrigasyon işleminde aktivasyon sistemlerinden EndoActivator'ün Vibringe ve PUI aktivasyon sistemlerinden daha başarılı olduğu sonucuna varıldı.
8. Kanal içi alet kırığı mevcut olduğu durumlarda PUI aktivasyonu yardımıyla final irrigasyon protokolü etkinliği konvansiyonel şırınga irrigasyonundan daha az bulunmuştur. PUI aktivasyonu sırasında ultrasonik ucun kanalda sıkışmaması serbest şekilde osilasyon yapması etkinliği açısından kritik öneme sahiptir.
9. Farklı kesit dizaynına ve açılanmaya sahip ege sistemlerinin kök kanalı içerisinde kırıldığı durumda, final irrigasyonunda EndoActivator aktivasyonunun ve diğer aktivasyon sistemlerinin etkinliği karşılaştırılarak değerlendirilmesi yönünde yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

9. KAYNAKÇA

1. Torabinejad M, Walton RE. Endodontics: Principles and Practice. 4 ed. St. Louis, MO, USA: Saunders Elsevier; 2009.
2. Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*. 2001;34(6): 424-8.
3. Wildey WL, Senia ES, Montgomery S. Another look at root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1992;74(4): 499-507.
4. Martin B, Zelada G, Varela P, Bahillo JG, Magan F, Ahn S, et al. Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J*. 2003;36(4): 262-6.
5. Shabahang S, Pouresmail M, Torabinejad M. In vitro antimicrobial efficacy of MTAD and sodium hypochlorite. *J Endod*. 2003;29(7): 450-2.
6. Siqueira JF, Jr., Perez AR, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Silva SG, Pires FR, et al. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *Int Endod J*. 2017.
7. Versiani MA, Pecora JD, de Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. *J Endod*. 2011;37(7): 1002-7.
8. Siqueira JF, Jr., Lopes HP. Treatment of Endodontic Infections. London: Quintessence Publishing; 2011.
9. Gulabivala K, Patel B, Evans G, Yuan-Ling. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endod Topics*. 2005;10(1): 103-22.
10. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics – a review. *Int Endod J*. 2010;43: 2-15.
11. Heard F, Walton RE. Scanning electron microscope study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. *Int Endod J*. 1997;30(5): 323-31.
12. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod*. 2006;32(5): 389-98.

13. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E. Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: a Computational Fluid Dynamics study. *Int Endod J.* 2009;42(2): 144-55.
14. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod.* 1983;9(11): 475-9.
15. Gu L-s, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009;35(6): 791-804.
16. Shen Y, Gao Y, Lin J, Ma J, Wang Z, Haapasalo M. Methods and models to study irrigation. *Endod Topics.* 2012;27(1): 3-34.
17. Aşçı SK. *Endodonti.* İstanbul Quintessence Yayıncılık; 2014. 415 p.
18. Cheung G, Stock C. In vitro cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonics. *Int Endod J.* 1993;26(6): 334-43.
19. Grossman L. Clinical diagnostic methods. 10 ed. Philadelphia: In Grossman LI; 1981. 17-22 p.
20. Tay FR, Pashley DH, Loushine RJ, Doyle MD, Gillespie WT, Weller RN, et al. Ultrastructure of smear layer-covered intraradicular dentin after irrigation with BioPure MTAD. *J Endod.* 2006;32(3): 218-21.
21. Cohen S, Hargreave K, Berman L. *Pathways of the Pulp.* 10 ed: Mosby Elsevier Science; 2011.
22. Kandaswamy D, Venkateshbabu N. Root canal irrigants. *J Conserv Dent.* 2010;13(4): 256-64.
23. Ragnarsson KT, Rechenberg DK, Attin T, Zehnder M. Available chlorine consumption from NaOCl solutions passively placed in instrumented human root canals. *Int Endod J.* 2015;48(5): 435-40.
24. Hu X, Peng Y, Sum CP, Ling J. Effects of concentrations and exposure times of sodium hypochlorite on dentin deproteinization: attenuated total reflection Fourier transform infrared spectroscopy study. *J Endod.* 2010;36(12): 2008-11.
25. Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1983;55(3): 307-12.

26. Martinho FC, Gomes BP. Quantification of endotoxins and cultivable bacteria in root canal infection before and after chemomechanical preparation with 2.5% sodium hypochlorite. *J Endod.* 2008;34(3): 268-72.
27. Moorer WR, Wesselink PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J.* 1982;15(4): 187-96.
28. Cemil Yesilsoy, Eugene Whitaker DC, Deborah Cleveland, Martin Trope. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. *J Endod.* 1995;21(10): 513-5.
29. Çalışkan MK. *Endodontide Tanı ve Tedaviler.* İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi; 2006.
30. Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J.* 2003;36(6): 411-7.
31. Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod.* 2007;33(8):966-9.
32. Mohammadi Z, Shalavi S, Jafarzadeh H. Ethylenediaminetetraacetic acid in endodontics. *Eur J Dent.* 2013;7(Suppl 1): 135-42.
33. Wu L, Mu Y, Deng X, Zhang S, Zhou D. Comparison of the effect of four decalcifying agents combined with 60 degrees C 3% sodium hypochlorite on smear layer removal. *J Endod.* 2012;38(3): 381-4.
34. Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD, Savioli RN, Silva RG, Vansan LP, Pecora JD. Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin. *J Endod.* 2011;37(3): 358-62.
35. Smith JJ, Wayman BE. An evaluation of the antimicrobial effectiveness of citric acid as a root canal irrigant. *J Endod.* 1986;12(2): 54-8.
36. Rasimick BJ, Nekich M, Hladek MM, Musikant BL, Deutsch AS. Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. *J Endod.* 2008;34(12): 1521-3.
37. Mohammadi Z, Abbott PV. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J.* 2009;42(4): 288-302.

38. Davies GE, Francis J, Martin AR, Rose FL, Swain G. 1:6-Di-4'-chlorophenyldiguanidohexane (hibitane); laboratory investigation of a new antibacterial agent of high potency. *Br J Pharmacol Chemother.* 1954;9(2): 192-6.
39. Lima KC, Fava LR, Siqueira JF, Jr. Susceptibilities of *Enterococcus faecalis* biofilms to some antimicrobial medications. *J Endod.* 2001;27(10): 616-9.
40. Vianna ME, Gomes BP, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CC, de Souza-Filho FJ. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;97(1): 79-84.
41. Rosenthal S, Spangberg L, Safavi K. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98(4): 488-92.
42. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, et al. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod.* 2003;29(3): 170-5.
43. Giardino L, Ambu E, Savoldi E, Rimondini R, Cassanelli C, Debbia EA. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, MTAD, and Tetraclean against *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod.* 2007;33(7): 852-5.
44. Dai L, Khechen K, Khan S, Gillen B, Loushine BA, Wimmer CE, et al. The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *J Endod.* 2011;37(1): 80-4.
45. Christensen CE, McNeal SF, Eleazer P. Effect of lowering the pH of sodium hypochlorite on dissolving tissue in vitro. *J Endod.* 2008;34(4): 449-52.
46. Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *J Endod.* 2005;31(9): 669-71.
47. Giardino L, Ambu E, Becce C, Rimondini L, Morra M. Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *J Endod.* 2006;32(11): 1091-3.
48. Mohammadi Z, Jafarzadeh H, Shalavi S, Palazzi F. Recent advances in root canal disinfection: a review. *Iran Endod J.* 2017;12(4): 402-6.

49. Frederick H. Kahn, Paul A. Rosenberg JG. An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *J Endod.*21(5): 277-80.
50. Hauser V, Braun A, Frentzen M. Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo). *Int Endod J.* 2007;40(8): 644-52.
51. Pasricha SK, Makkar S, Gupta P. Pressure alteration techniques in endodontics-a review of literature. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(3): 01-6.
52. Boutsoukis C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, van der Sluis LW. Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod.* 2010;36(5): 875-9.
53. van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J.* 2006;39(6): 472-6.
54. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1977;44(2): 306-12.
55. Sedgley CM, Nagel AC, Hall D, Applegate B. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging in vitro. *Int Endod J.* 2005;38(2): 97-104.
56. Melvin Goldman, Joseph H. Kronman, Lawrence B. Goldman, Howard Clausen, Grady J. New method of irrigation during endodontic treatment. *J Endod.* 1976;2(9): 257-60.
57. Walters MJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *J Endod.* 2002;28(12): 837-9.
58. 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 Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;96(5): 614-7.
59. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am.* 2010;54(2): 291-312.

60. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod.* 2007;33(5): 611-5.
61. van der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 2007;40(6): 415-26.
62. Mozo S, Llana C, Forner L. Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012.
63. Keith V. Krell, Randall J. Johnson SM. Irrigation patterns during ultrasonic canal instrumentation. Part I. K-Type Files. *J Endod.* 1988;14(2): 65-8.
64. Cameron J. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *J Endod.* 1988;14: 554-9.
65. Baker NA, Eleazer PD, Averbach RE, Seltzer S. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. *J Endod.* 1975;1(4): 127-35.
66. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 1999;25(11): 735-8.
67. Tronstad L, Barnett F, Schwartzben L, Frasca P. Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod Dent Traumatol.* 1985;1(2): 69-76.
68. Üstün Y, Aslan T. Endodonti kliniğinde kullanılan ultrasonik ve sonik sistemlerin özellikleri. *Türkiye Klinikleri J Endod-Special Topics.* 2017;3(2): 93-9.
69. Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent Res.* 1970;49(6): 1359-68.
70. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod.* 1975;1(7):238-42.
71. Şen BH, Wesselink PR, Türkün M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J.* 1995;28: 141-8.
72. Lester KS, Boyde A. Scanning electron microscopy of instrumented, irrigated and filled root canals. *Bri Dent J.* 1977;143(11): 359-67.

73. Drake DR, Wiemann AH, Rivera Em, Walton RE. Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. *J Endod.* 1994; 20(2): 78-82.
74. Shahriari S, Kasraei S, Roshanaei G, Karkeabadi H, Davanloo H. Efficacy of sodium hypochlorite activated with laser in intracanal smear layer removal: an SEM study. *J Lasers Med Sci.* 2017;8(1): 36-41.
75. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod.* 1983;9(4): 137-42.
76. George S, Kishen A, Song KP. The role of environmental changes on monospecies biofilm formation on root canal wall by *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2005;31(12): 867-72.
77. Gençoğlu N, Samani S, Gunday M. Evaluation of sealing properties of Thermafil and Ultrafil techniques in the absence or presence of smear layer. *J Endod.* 1993;19(12): 599-603.
78. Michelich VJ, Schuster GS, Pashley DH. Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J Dent Res.* 1980;59(8): 1398-403.
79. Galvan DA, Ciarlone AE, Pashley DH, Kulild JC, Primack PD, Simpson MD. Effect of smear layer removal on the diffusion permeability of human roots. *J Endod.* 1994;20(1): 83-6.
80. Williams S, Goldman M. Penetrability of the smear layer by a strain of *Proteus vulgaris*. *J Endod.* 1985;11(9): 385-8.
81. Orstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol.* 1990;6(4): 142-9.
82. Haapasalo M, Orstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res.* 1987;66(8): 1375-9.
83. Haapasalo M, Shen Y. Current therapeutic options for endodontic biofilms. *Endod Topics.* 2012;22(1): 79-98.
84. Aksoy U, Kermeoğlu F. Kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında karşılaşılan işlemsel hatalar. *Türkiye Klinikleri J Endod-Special Topics.* 2016;2(3): 38-42.
85. Cheung GSP. Instrument fracture: mechanisms, removal of fragments, and clinical outcomes. *Endod Topics.* 2007;16(1): 1-26.

86. Yaşar Ş, Tunca MY, Aydın C. Motorla kullanılan nikel-titanyum kök kanal enstrümanlarında meydana gelen kırıklar ve klinik önemi. *Türkiye Klinikleri Special Topics*. 2010;1(3): 66-74.
87. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod*. 2006;32(11): 1031-43.
88. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL, Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*. 1997;23(2): 77-85.
89. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod*. 2000;26(3): 161-5.
90. Gambarini G. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after prolonged clinical use. *Int Endod J*. 2001;34(5): 386-9.
91. Schafer E, Dzepina A, Danesh G. Bending properties of rotary nickel-titanium instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003;96(6): 757-63.
92. Haikel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C. Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*. 1999;25(6): 434-40.
93. Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. *J Endod*. 2004;30(10): 722-5.
94. Bryant ST, Dummer PM, Pitoni C, Bourba M, Moghal S, Bryant ST, et al. Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals *Int Endod J*. 1999;32(3): 155-64.
95. Gambarini G. Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation. *Endod Dent Traumatol*. 2000;16(3): 95-100.
96. Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Nusstein JM, Daehn GS. SEM observations of nickel-titanium rotary endodontic instruments that fractured during clinical Use. *J Endod*. 2005;31(1): 40-3.
97. Gao Y, Shotton V, Wilkinson K, Phillips G, Johnson WB. Effects of raw material and rotational speed on the cyclic fatigue of ProFile Vortex rotary instruments. *J Endod*. 2010;36(7): 1205-9.

98. Pedulla E, Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Rapisarda E. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2013;39(2): 258-61.
99. Pettiette M, Olutayodelano E, Trope M. Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. *J Endod.* 2001;27(2): 124-7.
100. Al-Fouzan KS. Incidence of rotary ProFile instrument fracture and the potential for bypassing in vivo. *Int Endod J.* 2003;36(12): 864-7.
101. Alcalde MP, Tanomaru-Filho M, Bramante CM, Duarte MAH, Guerreiro-Tanomaru JM, Camilo-Pinto J, et al. Cyclic and torsional fatigue resistance of reciprocating single files manufactured by different nickel-titanium alloys. *J Endod.* 2017;43(7): 1186-91.
102. Wolcott S, Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, et al. Separation incidence of protaper rotary instruments: a large cohort clinical evaluation. *J Endod.* 2006;32(12): 1139-41.
103. John P. Pruett, David J. Clement, Carnes. DL. cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 1997;23(2): 77-85.
104. Wu J, Lei G, Yan M, Yu Y, Yu J, Zhang G. Instrument separation analysis of multi-used ProTaper Universal rotary system during root canal therapy. *J Endod.* 2011;37(6): 758-63.
105. Camara AS, Martins RdC, Viana AC, Leonardo RdT, Buono VT, Bahia MGdA. Flexibility and torsional strength of ProTaper and ProTaper Universal rotary instruments assessed by mechanical tests. *J Endod.* 2009;35(1): 113-6.
106. Ruddle CJ. The ProTaper endodontic system: geometries, features, and guidelines for use. *Dent Today.* 2001;20(10): 60-7.
107. Spili P, Parashos P, Messer HH. The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *J Endod.* 2005;31(12): 845-50.
108. Tay FR, Gu LS, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, Zhang K, et al. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *J Endod.* 2010;36(4): 745-50.

109. Ertaş Hs, Arslan H, Uysal B, Gök T, Saygılı Gk. Evaluation of the separation length of protaper universal rotary files. *Journal of research and practice in dentistry*. 2013;2013.
110. Hülsmann M, Rummelin C, Schafers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *J Endod*. 1997;23(5): 301-6.
111. Park E, Shen Y, Haapasalo M. Irrigation of the apical root canal. *Endod Topics*. 2012;27: 54-73.
112. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;94(6): 658-66.
113. Karade P, Chopade R, Patil S, Hoshing U, Rao M, Rane N, Chopade A, Kulkarni A. Efficiency of different endodontic irrigation and activation systems in removal of the smear layer: A scanning electron microscopy study. *Iran Endod J*. 2017;12(4): 414-8.
114. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J*. 2005;38(10): 743-52.
115. El Batouty KM, Elmallah WE. Comparison of canal transportation and changes in canal curvature of two nickel-titanium rotary instruments. *J Endod*. 2011;37(9): 1290-2.
116. Adl A, Shahravan A, Farshad M, Honar S. Success rate and time for bypassing the fractured segments of four niti rotary instruments. *Iran Endod J*. 2017;12(3): 349-53.
117. Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PM. Management of intracanal separated instruments. *J Endod*. 2013;39(5): 569-81.
118. Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH. Patterns of vertical root fracture: factors affecting stress distribution in the root canal. *J Endod*. 2003;29(8): 523-8.
119. Souter NJ, Messer HH. Complications associated with fractured file removal using an ultrasonic technique. *J Endod*. 2005;31(6): 450-2.
120. Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment-case selection and technique. 3. Retreatment techniques. *J Endod*. 1990;16(11): 543-9.

121. Yoldas O, Oztunc H, Tinaz C, Alparslan N. Perforation risks associated with the use of Masserann endodontic kit drills in mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;97(4): 513-7.
122. Crump MC, Natkin E. Relationship of broken root canal instruments to endodontic case prognosis: a clinical investigation. *J Am Dent Assoc.* (1939). 1970;80(6): 1341-7.
123. Shehab El-Din Saber, Hashem AAR. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. *J Endod.* 2011;37(9): 1272-9.
124. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Armellini 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. *J Endod.* 2013;39(11): 1456-60.
125. Kumar VR, Bahuguna N, Manan R. Comparison of efficacy of various root canal irrigation systems in removal of smear layer generated at apical third: An SEM study. *J Conserv Dent.* 2015;18(3): 252-6.
126. Pesse AV, Warriar GR, Dhir VK. An experimental study of the gas entrapment process in closed-end microchannels. *Int J Heat Mass Transfer.* 2005;48(25-26): 5150-65.
127. Virdee SS, Seymour DW, Farnell D, Bhamra G, Bhakta S. Efficacy of irrigant activation techniques in removing intracanal smear layer and debris from mature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2017.
128. Rodrigues RCV, Zandi H, Kristoffersen AK, Enersen M, Mdala I, Orstavik D, et al. Influence of the Apical Preparation Size and the Irrigant Type on Bacterial Reduction in Root Canal-treated Teeth with Apical Periodontitis. *J Endod.* 2017;43(7): 1058-63.
129. 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. *J Endod.* 2013;39(4): 511-5.
130. Silva E, Ferreira VM, Silva CC, Herrera DR, De-Deus G, Gomes BP. Influence of apical enlargement and complementary canal preparation with the Self-Adjusting File on endotoxin reduction in retreatment cases. *Int Endod J.* 2017;50(7): 646-51.

131. Huang TY, Gulabivala K, Ng YL. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J.* 2008;41(1): 60-71.
132. Salzgeber RM, Brilliant JD. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *J Endod.* 1977;3(10): 394-8.
133. Tziafas D, Alraeesi D, Al Hormoodi R, Ataya M, Fezai H, Aga N. Preparation prerequisites for effective irrigation of apical root canal: a critical review. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(10): e1256-e63.
134. Adorno CG, Yoshioka T, Suda H. The effect of working length and root canal preparation technique on crack development in the apical root canal wall. *Int Endod J.* 2010;43(4): 321-7.
135. Saini HR, Tewari S, Sangwan P, Duhan J, Gupta A. Effect of different apical preparation sizes on outcome of primary endodontic treatment: a randomized controlled trial. *J Endod.* 2012;38(10): 1309-15.
136. Arias-Moliz MT, Ordinola-Zapata R, Baca P, Ruiz-Linares M, Garcia Garcia E, Hungaro Duarte MA, et al. Antimicrobial activity of chlorhexidine, peracetic acid and sodium hypochlorite/etidronate irrigant solutions against *Enterococcus faecalis* biofilms. *Int Endod J.* 2015;48(12): 1188-93.
137. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Bri Dent J.* 2014;216(6): 299-303.
138. Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod.* 2000;26(6): 331-4.
139. Spangberg L, Engstrom B, Langeland K. Biologic effects of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1973;36(6): 856-71.
140. Tartari T, Bachmann L, Maliza AG, Andrade FB, Duarte MA, Bramante CM. Tissue dissolution and modifications in dentin composition by different sodium hypochlorite concentrations. *J Appl Oral Sci.* 2016;24(3): 291-8.
141. Hand RE, Smith ML, Harrison JW. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod.* 1978;4(2): 60-4.

142. Mello I, Kammerer BA, Yoshimoto D, Macedo MC, Antoniazzi JH. Influence of final rinse technique on ability of ethylenediaminetetraacetic acid of removing smear layer. *J Endod.* 2010;36(3): 512-4.
143. Saito K, Webb TD, Imamura GM, Goodell GG. Effect of shortened irrigation times with 17% ethylene diamine tetra-acetic acid on smear layer removal after rotary canal instrumentation. *J Endod.* 2008;34(8): 1011-4.
144. Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *Int Endod J.* 2005;38(5): 285-90.
145. Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod.* 2002;28(1): 17-9.
146. Susin L, Yoon JC, Liu Y, Parente JM, Loushine RJ, Ricucci D, et al. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J.* 2010;43(12): 1077-90.
147. Onac A, Florescu A, Tudose AD, Manea S, Anna Maria Pangica, Ionescu TP, et al. Comparative SEM study on the effect of irrigating the radicular dentine with naocl and edta through conventional techniques and diode laser. *REV.CHIM (Bucharest).* 2017;68: 916-20.
148. KA. KT. Scanning-Elektron Mikroskobu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi. 2006;17(1-2): 55-8.
149. Fornari VJ, Silva-Sousa YT, Vanni JR, Pecora JD, Versiani MA, Sousa-Neto MD. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *Int Endod J.* 2010;43(11): 988-94.
150. Ribeiro EM, Silva-Sousa YT, Souza-Gabriel AE, Sousa-Neto MD, Lorencetti KT, Silva SR. Debris and smear removal in flattened root canals after use of different irrigant agitation protocols. *Micros Res Tech.* 2012;75(6): 781-90.
151. Paque F, Boessler C, Zehnder M. Accumulated hard tissue debris levels in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps. *Int Endod J.* 2011;44(2): 148-53.
152. Parente JM, Loushine RJ, Susin L, Gu L, Looney SW, Weller RN, et al. Root canal debridement using manual dynamic agitation or the EndoVac for final

- irrigation in a closed system and an open system. *Int Endod J.* 2010;43(11): 1001-12.
153. Kocak S, Cicek E, Saglam BC, Kocak MM, Turker SA. Influence of diode laser application on the efficiency of QMiX and EDTA solutions in removing smear layer. *Photomed Laser Surg.* 2015;33(11): 564-7.
154. Kocak S, Bagci N, Cicek E, Turker SA, Can Saglam B, Kocak MM. Influence of passive ultrasonic irrigation on the efficiency of various irrigation solutions in removing smear layer: a scanning electron microscope study. *Micros Res Tech.* 2017;80(5): 537-42.
155. Ahuja P, Nandini S, Velmuruga SBN. Effectiveness of four different final irrigation activation techniques on smear layer removal in curved root canals : a scanning electron microscopy study. *Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences.* 2014;11(1): 1-9.
156. Akyuz Ekim SN, Erdemir A. Comparison of different irrigation activation techniques on smear layer removal: an in vitro study. *Micros Res Tec.* 2015;78(3): 230-9.
157. Singh A, Bhandari S, Agrawal P, Gupta N, Munaganuru N. Use of clomiphene-based stimulation protocol in oocyte donors: A comparative study. *J Conserv Dent.* 2014;17(2): 159-63.
158. Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J.* 2004;37(10): 672-8.
159. Malki M, Verhaagen B, Jiang LM, Nehme W, Naaman A, Versluis M, et al. Irrigant flow beyond the insertion depth of an ultrasonically oscillating file in straight and curved root canals: visualization and cleaning efficacy. *J Endod.* 2012;38(5): 657-61.
160. Jamleh A, Suda H, Adorno CG. Irrigation effectiveness of continuous ultrasonic irrigation system: An ex vivo study. *Dent Mater J.* 2018;37(1): 1-5.
161. Stamos DE, Sadeghi EM, Haasch GC, Gerstein H. An in vitro comparison study to quantitate the debridement ability of hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. *J Endod.* 1987;13(9): 434-40.

162. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, van der Sluis LW. Evaluation of a sonic device designed to activate irrigant in the root canal. *J Endod.* 2010;36(1): 143-6.
163. Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 2003;29(10): 674-8.
164. Rodig T, Bozkurt M, Konietschke F, Hulsmann M. Comparison of the Vibringe system with syringe and passive ultrasonic irrigation in removing debris from simulated root canal irregularities. *J Endod.* 2010;36(8): 1410-3.
165. Saber Sel D, Hashem AA. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. *J Endod.* 2011;37(9): 1272-5.
166. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Langedijk J, Wesselink P, van der Sluis LW. The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod.* 2011;37(5): 688-92.
167. Kuah HG, Lui JN, Tseng PS, Chen NN. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer. *J Endod.* 2009;35(3): 393-6.
168. Mayer BE, Peters OA, Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 2002;35: 582-9.
169. Ahmad M, Pitt Ford TJ, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod.* 1987;13(10): 490-9.
170. Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *J Endod.* 2010;36(8): 1361-6.
171. Al-Jadaa A, Paque F, Attin T, Zehnder M. Acoustic hypochlorite activation in simulated curved canals. *J Endod.* 2009;35(10): 1408-11.
172. Blank-Goncalves LM, Nabeshima CK, Martins GH, Machado ME. Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. *J Endod.* 2011;37(9): 1268-71.
173. 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. *J Conserv Dent*. 2015;18(4): 321-6.
174. Bolles JA, He J, Svoboda KK, Schneiderman E, Glickman GN. Comparison of Vibringe, EndoActivator, and needle irrigation on sealer penetration in extracted human teeth. *J Endod*. 2013;39(5): 708-11.
175. Johnson M, Sidow SJ, Looney SW, Lindsey K, Niu L-n, Tay FR. Canal and isthmus debridement efficacy using a sonic irrigation technique in a closed-canal system. *J Endod*. 2012;38(9): 1265-8.
176. O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod*. 2000;26(12): 739-43.
177. Ciucchi B, Khettabi M, Holz J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: A scanning electron microscopic study. *Int Endod J*. 1989;22(1): 21-8.
178. Mitchell RP, Baumgartner JC, Sedgley CM. Apical extrusion of sodium hypochlorite using different root canal irrigation systems. *J Endod*. 2011;37(12): 1677-81.

10. ETİK KURUL ONAYI



T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU



Etik Kurul Bilgileri	Adı	Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	Adres	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Ara Kat 41380 Umuttepe Yerleşkesi /KOCAELİ
	Telefon	0262 303 74 50
	Faks	0262 303 74 63
	E-Posta	gokaetikkurul@kocaeli.edu.tr

Başvuru Bilgileri	Araştırmacının Adı	Kök kanal preparasyonu sırasında oluşan döner alet fraktürü sonrasında dört farklı irrigasyon sisteminin smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinin karşılaştırılması			
	Araştırma Proje Numarası	KÜ GOKAEK 2016/311			
	Sorumlu Araştırmacı Unvanı/Adı/Soyadı	Yrd. Doç. Dr. Sabri CORA			
	Sorumlu Araştırmacının Uzmanlık Alanı	Endodonti			
	Araştırma Merkezi	Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti AD			
	Destekleyici				
	Araştırmacının Türü	Uzmanlık Tezi			
	Araştırmaya Katılan Merkezler	Tek Merkezli <input checked="" type="checkbox"/>	Çok Merkezli <input type="checkbox"/>	Ulusal <input checked="" type="checkbox"/>	Uluslararası <input type="checkbox"/>

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Var	Yok	Açıklama
	Başvuru Dilekçesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Başvuru Formu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Araştırmacının Türü	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gözlemsel Araştırma
	Araştırma Protokolü	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Kullanılacak Form Örnekleri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Aydınlatılmış Onam Formu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Araştırma Bütçesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Literatür Örneği	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Taahhütname	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Biyolojik Materyal Transfer Anlaşması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	İzin Belgeleri	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Başhekimlik Onayı	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Özgeçmişler	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Değişiklik Bilgi Formu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Proje Sonuç Formu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Diğer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

KÜ Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onay Formu

Belge Kodu: Onay formu Rev. Tarih / No. 311. / 21.09.2016 / KOGDERU.1.1 Sayfa: 1/2

Karar No: KÜ GOKAEK 2016/20.5 Proje No: 2016/311 Tarih: 30/11/2016

Yrd. Doç. Dr. Sabri CORA sorumluluğunda yapılan ve yukarıda bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler, araştırmanın gerekçesi, amacı, yaklaşım ve yöntemleri, gönüllüler için beklenen yarar ve riskler dikkate alınarak değerlendirilmiş ve araştırmanın ilgili protokol doğrultusunda belirtilen merkezlerde yürütülmesi etik açıdan,

Karar Bilgileri

- Uygun bulunmuştur.
 Eksikliklerin tamamlanması koşulu ile uygun bulunmuştur.*
 Uygun bulunmamıştır.*

Dayanakları

Hasta Hakları Yönetmeliği (01.08.1998/23420); Biyoloji ve Tıbbın Uygulanması Bakımından İnsan Hakları ve İnsan Haysiyetinin Korunması Sözleşmesi; İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesinin Uygun Bulunduğuna Dair Kanun (09.12.2003/25311); Biyotıp Araştırmalarına İlişkin İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesine Ek Protokolün Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun (29.03.2011/27899); İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik (13.04.2013/28617); Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği (06.09.2014/29111); Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi; İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu; Türk Tabipleri Birliği Hekimlik Meslek Etiği Kuralları; Türk Tabipleri Birliği Araştırma Etiği Bildirgesi

Etik Kurul Üyeleri

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İlişki		Toplantıda Bulunma		İmza
Prof. Dr. Kadir Babaoğlu Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. İ. Erdem Okay Üye	Genel Cerrahi	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Canan Baydemir Üye	Biyostatistik	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Selcen Göçmez Üye	Farmakoloji	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Özlem Yıldız Gündoğdu Üye	Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Haluk Emre Özel Üye	Restoratif Diş Tedavisi	Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Yusufhan Yazır Üye	Histoloji ve Embriyoloji	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Aslihan Akpınar Raportör	Tıp Tarihi ve Etik	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Ceyla Eraldemir Üye	Biyokimya	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

* Gereke ve öneriler:

KÜ Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onay Formu

Belge Kodu: Rev. Tarihi / No.su: Sayfa
Onay formu: 21.09.2016/KOGOEK01.1 2/2

11. ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Akşehir/Konya’da doğdu. İlköğretimini Kars/Kağızman Atatürk İlköğretim Okulu’nda ortaöğrenimini Edirne Merkez İlköğretim Okulu’nda, lise öğrenimini Edirne Anadolu Öğretmen Lisesi’nde 2007 yılında tamamladı. 2013 yılında Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden mezun oldu. 2014 yılı Aralık ayında yılında Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı’nda uzmanlık eğitimine başladı. Uzmanlık eğitimi süresince Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nde klinik ve akademik faaliyetlerde bulundu.

