

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

FARKLI SOLÜSYONLARIN VE İRRİGASYON
AKTİVASYON TEKNİKLERİNİN KÖK KANALINDAKİ
SMEAR TABAKASININ UZAKLAŞTIRILMASINA
ETKİSİ

Babak MOBARAKI

Endodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Kübra YEŞİLDAL YETER

ESKİŞEHİR
2018

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI SOLÜSYONLARIN VE İRRİGASYON
AKTİVASYON TEKNİKLERİNİN KÖK KANALINDAKİ
SMEAR TABAKASININ UZAKLAŞTIRILMASINA
ETKİSİ**

Babak MOBARAKI

**Endodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Kübra YEŞİLDAL YETER**

Bu tez, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2018-2035 proje numarası ile desteklenmiştir.

**ESKİŞEHİR
2018**

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

FARKLI SOLÜSYONLARIN VE İRRİGASYON AKTİVASYON
TEKNİKLERİNİN KÖK KANALINDAKİ SMEAR TABAKASININ
UZAKLAŞTIRILMASINA ETKİSİ

Babak MOBARAKI

Tez Savunma Tarihi : 30.11.2018

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Kübra YEŞİLDAL YETER (Eskişehir
Osmangazi Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Kezban Meltem ÇOLAK (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Betül GÜNEŞ (Eskişehir Osmangazi
Üniversitesi)

Onay

Bu çalışma yukarıdaki jüri tarafından **Uzmanlık tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Şule BAYRAK

Dekan

Uzmanlık Tezi
ESKİŞEHİR-2018

UZMANLIK TEZİ BEYANNAMESİ

Uzmanlık tezi olarak sunduğum “**FARKLI SOLÜSYONLARIN VE İRRİGASYON AKTİVASYON TEKNİKLERİNİN KÖK KANALINDAKİ SMEAR TABAKASININ UZAKLAŞTIRILMASINA ETKİSİ**” başlıklı araştırmağı danışmanım **Dr. Öğr. Üyesi Kübra YEŞİLDAL YETER**'in rehberlik ve sorumluluğunda tamamladığım; çalışma protokolü ve süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun davrandığımı, verilerin tarafımdan toplandığını, örneklerin tarafımda hazırlandığını; deney, analiz ve görüntüleme işlemlerinin ilgili laboratuvar ve görüntüleme merkezinde tarafımda yapıldığını/yaptırıldığını, tez metnini hazırlarken kaynakçanın eksiksiz olarak gösterildiğini, tezin yazım kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırlandığını ve belirtilen hususların aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Babak MOBARAKI



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
Özet	iv
ABSTRACT	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Smear Tabakası.....	4
2.2. Smear Tabakasının Uzaklaştırılması.....	5
2.3. Smear Tabakasını Uzaklaştırma Yöntemleri.....	6
2.3.1. Kimyasal Yöntemler.....	6
2.3.2. Mekanik Yöntemler.....	17
2.3.3. Lazerler.....	24
2.4. Görüntüleme Yöntemleri.....	28
2.4.1. Işık Mikroskobu.....	28
2.4.2. Elektron Mikroskobu.....	29
3. MATERYAL VE METOT	39
3.1. Örneklerin Seçimi ve Hazırlanması.....	39
3.1.1. Dişlerin Dahil Edilme ve Hariç Tutulma Kriterleri.....	39
3.2. Dişlerin Hazırlanması.....	41
3.2.1. Çalışma Boyu Tespiti.....	41
3.2.2. Kök Kanallarının Preparasyonu.....	42
3.2.3. Çalışmamızda Kullanılan Materyaller.....	43
3.3. Smear Uzaklaştırma ve SEM Analizi.....	47
3.3.1. Deney Gruplarına Final İrrigasyon İşlemi Uygulanması.....	47
3.3.2. Örnek kesitlerin hazırlanması.....	50
3.3.3. SEM Cihazı İçin Örneklerin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi.....	51
3.4. İstatistiksel Analiz.....	62
4. BULGULAR	64

5. TARTIŞMA.....	77
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	107
KAYNAKLAR.....	109
EKLER.....	138
EK-1. ÖZGEÇMİŞ.....	138
EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU.....	139



TEŞEKKÜR

Çok severek başladığım ve devam ettirdiğim mesleğimi, ellerimden tutarak bana en iyi şekilde öğrettikleri için Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi öğretim üyelerine,

Eğitimim boyunca gösterdiği ilgisi, sabrı, nezaketi ve her türlü desteği için sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Kübra YEŞİLDAL YETER'e,

Mesleki bilgi ve tecrübelerini her zaman cömertçe paylaşan Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyeleri Dr. Öğr. Üyesi. Betül GÜNEŞ'e ve Doç. Dr. Ekim Onur ORHAN'a,

Tez jürimde yer alan Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyesi değerli hocam Prof. Dr. Kezban Meltem ÇOLAK'a,

İstatistik çalışmalarında yardımcı olan ESOGÜ Ziraat Fakültesi Biyometri ve Genetik ABD'da çalışmalarına devam eden Arş. Gör. Yasin ALTAY'a,

Varlıklarından güç aldığım, zorlu uzmanlık eğitimim boyunca her zaman yanımda olan, destek ekibim kliniğimizin değerli çalışanlarına,

Hayatlarını biz çocuklarının mutluluğuna adanmış, tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve beni bu günlere getiren sevgili ve çok değerli anne babama, ablalarıma ve Dr.Amir Hossein NIKPOUR'a,

Ve kalbimdeki yeri her daim ayrı olan, sevgi ve desteğini her zaman yanımda hissettiğim çok kıymetli eşim Samineh NIKPOUR'a yaşattığı ve yaşatacağı bütün mutluluklar için,

Sonsuz saygı ve teşekkürlerimle..

ÖZET

Farklı Solüsyonların ve İrrigasyon Aktivasyon Tekniklerinin Kök Kanalındaki Smear Tabakasının Uzaklaştırılmasına Etkisi

Amaç: Bu çalışmanın amacı, %17 etilendiamintetraasetikasit (EDTA) ve SmearOFF solüsyonlarının smear tabakasını uzaklaştırmadaki etkinliklerini farklı aktivasyon tekniklerini kullanarak değerlendirmektir.

Materyal ve Metot: Bu çalışmada çekilmiş 120 adet tek köklü mandibular premolar diş kullanılmıştır. Kök kanalları Ni-Ti döner enstrümanları kullanılarak, apikal boyut #50 olacak şekilde prepare edilmiştir. Ardından örnekler final irrigasyonu ve aktivasyonu çeşidine göre rastgele 6 gruba (n = 20) ayrılmıştır.

Grup 1: SmearOFF + Klasik şırınga irrigasyonu (KŞİ)

Grup 2: SmearOFF + Sonik aktivasyon (SA)

Grup 3: SmearOFF + Pasif ultrasonik aktivasyon (PUA)

Grup 4: %17 EDTA + KŞİ

Grup 5: %17 EDTA + SA

Grup 6: %17 EDTA + PUA

Final irrigasyondan sonra dişler; kök kanallarının koronal, orta ve apikal bölümlerinden x1000 büyütme altında Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri alınması için kökün uzun aksına paralel ikiye ayrıldı. Toplam açık dentin tübül alan hesabı görüntü analizi ImageJ programında yapılmıştır. Solüsyon, aktivasyon, kökün farklı bölgeleri ve interaksiyon ortalamaları arasında anlamlı farkları ortaya çıkarmak için Üç Yönlü Varyans Analiz testi kullanıldı.

Bulgular: PUA grubu ve KŞİ grubu örneklerinde, sırasıyla en yüksek ve en düşük toplam açık dentin tübül alanı ile istatistiksel olarak anlamlı farklar vardır. İrrigasyon solüsyonları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi. Kök kanalının koronal ve orta bölgesinde, apikal bölgeye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla smear tabakasının uzaklaştırıldığı görüldü.

Sonuç: Smear tabakası uzaklaştırmasında SmearOFF ve EDTA solüsyonların PUA ile aktivasyonu KŞİ'ye göre daha yüksek etkinlik göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: EDTA, Pasif ultrasonik aktivasyon, SmearOFF, Smear tabakası, Sonik aktivasyon

ABSTRACT

Effect of Different Solutions and Irrigation Activation Techniques on Removal of Smear Layer in Root Canal

Aim: The aim of this study was to evaluate the effectiveness of the 17% ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and SmearOFF solutions in removing the smear layer using different activation techniques.

Material and Method: In this study 120 single-rooted mandibular premolar teeth were used. Root canals were prepared with Ni-Ti rotary instruments up to apical size #50. Samples were divided randomly into six groups of 20 in each according to the final irrigation and activation technique.

Group 1. SmearOFF + Conventional syringe irrigation (CSI)

Group 2. SmearOFF + Sonic activation (SA)

Group 3. SmearOFF + Passive ultrasonic activation (PUA)

Group 4. 17% EDTA + CSI

Group 5. 17% EDTA + SA

Group 6. 17% EDTA + PUA

After final irrigation, the roots were split in 2 halves longitudinally for taken Scanning Electron Microscopic photomicrographs at 1000x magnification at the coronal, middle and apical thirds of the root canals. ImageJ program was used to calculate total open dentinal tubule areas. Three way ANOVA test was used to reveal any significant differences among and between solution, activation and areas groups respectively.

Results: There were statistically significant differences between PUA and CSI group samples, with the highest and lowest open dentinal tubule areas, respectively. There was no statistically significant difference between the groups in terms of irrigation solutions. The cervical and middle third of the samples from all groups showed higher smear layer removal areas than the apical third.

Conclusion: PUA by using SmearOFF and EDTA showed higher efficacy in smear layer removal compared with CSI.

Key Words: EDTA, Passive ultrasonic activation, SmearOFF, Smear layer, Sonic activation

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°	: Derece
°C	: Santigrad derece
#	: Numara
%	: Yüzde
<	: Küçüktür
=	: Eşittir
>	: Büyüktür
ANP	: Apikal negatif basınç
Ark.	: Arkadaşları
ARUM	: Araştırma ve uygulama merkezi
Au	: Altın
BEI	: Geri saçılmış elektron görüntüsü
CCD	: Birleştirilmiş şarj aleti
CFD	: Hesaplamalı akışkanlar dinamiği
CHX	: Klorheksidin
Cpm	: 1 dakikada döngü sayısı
Dk	: Dakika
EDS	: Enerji dağılımlı X ışını spektroskopisi
EDTA	: Etilen diamin tetraasidik asit

EndoVac	: Endodontik vakum irrigasyon sistemi
FAC	: Serbest klor içeriği
HCl	: Hidroklorik asit
HOCl	: Hipokloröz asit
H ₂ SO ₄	: Sülfirik asit
Hz	: Hertz
IM	: Işık mikroskobu
ISO	: Uluslararası standartlar teşkilâtı
keV	: Kilo elektron volt
KHz	: KiloHertz
KŞİ	: Klasik şırınga irrigasyonu
LDF	: Lazer Doppler flowmetri
MDA	: Manuel dinamik aktivasyon
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
µm	: Mikrometre
MTAD	: Mixture of Tetracycline isomer, Acid and Detergent
NaOCl	: Sodyum hipoklorit
Ni-Ti	: Nikel Titanyum
nm	: Nanometre
OCl ⁻	: Hipoklorit iyonu
p	: İstatistiksel anlamlılık derecesi

Pd	: Palladyum
pH	: Hidrojenin gücü
PIPS	: Foton indüklenmiş fotoakustik dalgalanma
PUA	: Pasif ultrasonik aktivasyon
Rpm	: Dakikada devir sayısı
SA	: Sonik aktivasyon
SD	: Standart Sapma
SEI	: İkincil elektron görüntüsü
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu
Sn	: Saniye
TEM	: Geçirimli elektron mikroskobu
UI	: Ultrasonik irrigasyon

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan mandibular premolar diş örnekleri.....	40
Şekil 3.2. Dişin dekoronize olduktan sonraki görüntüsü.....	41
Şekil 3.3. Reciproc R50 döner alet sistemi ve endodontik mikromotor X-Smart Plus.....	43
Şekil 3.4. 31 G yandan perforeli irrigasyon iğnesi.....	44
Şekil 3.5. Endoaktivatör.....	44
Şekil 3.6. EndoUltra.....	45
Şekil 3.7. SmearOFF.....	45
Şekil 3.8. %5'lik NaOCI.....	46
Şekil 3.9. %17'lik EDTA.....	46
Şekil 3.10. 31 G yandan perforeli irrigasyon iğnesi.....	48
Şekil 3.11. Endoaktivatör ve polimer uç.....	49
Şekil 3.12. EndoUltra.....	49
Şekil 3.13. SEM incelemesi için hazırlanan kökler.....	51
Şekil 3.14. Kaplama cihazı.....	52
Şekil 3.15. Altın-paladyumla kaplanmış kökler.....	52
Şekil 3.16. SEM cihazı.....	53
Şekil 3.17. ImageJ görüntü inceleme programı genel görünümü.....	53
Şekil 3.18. Görüntünün ImageJ programına aktarıldıktan sonraki görüntüsü.....	54
Şekil 3.19. Görüntünün sınırlarını belirttikten sonraki görüntüsü.....	55
Şekil 3.20. Görüntünün 8-Bit gri skala formata dönüştürüldükten sonraki görüntüsü.....	56
Şekil 3.21. Tanımlanacak uzunluk için referans uzunluğunu verme. Bu değer belirlenen herhangi bir uzunluk biriminde olabilir.....	57
Şekil 3.22. Görüntünün artifaktlar filter edildikten sonraki görüntüsü.....	59
Şekil 3.23. Görüntüdeki açık tübüllerin toplam alanı daha iyi hesaplamak için “Adjust threshold” kullanıldıktan sonraki görüntüsü.....	60
Şekil 3.24. Parçacık analizi.....	61
Şekil 3.25. Açık tübüllerin toplam alanının (μm^2) hesaplama sonucunda elde edilen veriler.....	62

Şekil 4.1. Son irrigasyonda SmearOFF solüsyonunun klasik şırınga tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin koronal üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	68
Şekil 4.2. Son irrigasyonda %17'lik EDTA solüsyonunun klasik şırınga tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin koronal üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	68
Şekil 4.3. Son irrigasyonda SmearOFF solüsyonunun Sonik aktivasyon tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin koronal üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	69
Şekil 4.4. Son irrigasyonda %17'lik EDTA solüsyonunun Sonik aktivasyon tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin koronal üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	69
Şekil 4.5. Son irrigasyonda SmearOFF solüsyonunun Pasif Ultrasonik Aktivasyon tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin koronal üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	70
Şekil 4.6. Son irrigasyonda %17'lik EDTA solüsyonunun Pasif Ultrasonik Aktivasyon tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin koronal üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	70
Şekil 4.7. Son irrigasyonda SmearOFF solüsyonunun klasik şırınga tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin orta üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	71
Şekil 4.8. Son irrigasyonda %17'lik EDTA solüsyonunun klasik şırınga tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin orta üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	71
Şekil 4.9. Son irrigasyonda SmearOFF solüsyonunun Sonik aktivasyon tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin orta üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	72
Şekil 4.10. Son irrigasyonda %17'lik EDTA solüsyonunun Sonik aktivasyon tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin orta üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	72
Şekil 4.11. Son irrigasyonda SmearOFF solüsyonunun Pasif Ultrasonik Aktivasyon tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin orta üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	73
Şekil 4.12. Son irrigasyonda %17'lik EDTA solüsyonunun Pasif Ultrasonik Aktivasyon tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin orta üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	73
Şekil 4.13. Son irrigasyonda SmearOFF solüsyonunun klasik şırınga tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin apikal üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	74
Şekil 4.14. Son irrigasyonda %17'lik EDTA solüsyonunun klasik şırınga tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin apikal üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....	74

- Şekil 4.15.** Son irrigasyonda SmearOFF solüsyonunun Sonik aktivasyon tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin apikal üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....75
- Şekil 4.16.** Son irrigasyonda %17'lik EDTA solüsyonunun Sonik aktivasyon tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin apikal üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....75
- Şekil 4.17.** Son irrigasyonda SmearOFF solüsyonunun Pasif Ultrasonik Aktivasyon tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin apikal üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....76
- Şekil 4.18.** Son irrigasyonda %17'lik EDTA solüsyonunun Pasif Ultrasonik Aktivasyon tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin apikal üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme).....76



TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Smear tabakası özelliğine ait varyans analiz sonuçları.....	64
Tablo 4.2. Smear Tabaka Özelliğinin Solüsyon Seviyelerine Ait Tanıtıcı İstatistikler.....	65
Tablo 4.3. Smear Tabaka Özelliğinin Aktivasyon Seviyelerine Ait Tanıtıcı İstatistikleri.....	65
Tablo 4.4. Smear Tabaka Özelliğinin Bölge Seviyelerine Ait Tanıtıcı İstatistikleri.....	65
Tablo 4.5. Tanıtıcı İstatistikler ve Smear Tabakasının Farklı Aktivasyon, Solüsyon ve Bölgeler İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları.....	66

1. GİRİŞ

Endodontik tedavinin amacı kök kanal sistemindeki bakterilerin eliminasyonu ve enfeksiyonun tekrarlamasının engellenmesidir. Kök kanal tedavisi sırasında hem manuel hem de döner sistem eğeleri ile yapılan preparasyon sırasında kök kanal duvarında, içeriğinde dentin talaşları, odontoblast hücreleri, nekrotik doku artıkları, mikroorganizmalar gibi organik ve inorganik maddelerin bulunduğu bir tabaka oluşur. Bu tabaka smear tabakası olarak adlandırılır.^{1,2}

Smear tabakasının kök kanal duvarları üzerindeki varlığı irrigasyon solüsyonları, medikamentlerin ve patların dentin tübüllerine penetrasyonuna engel olur.³ Bu sebepten dolayı smear tabakasının kök kanal duvarından uzaklaştırılması gerekmektedir. Smear tabakasının uzaklaştırılması için en etkili yöntem olarak sodyum hipoklorit (NaOCl) ve etilendiamintetraasetik asit (EDTA) solüsyonlarının birlikte kullanılması önerilmektedir. NaOCl smear tabakasının organik içeriğini, EDTA ise inorganik içeriğini uzaklaştırmaktadır.⁴

Bu solüsyonların dışında enfekte kök kanallarının irrigasyonu endodontik tedavisinde düşük toksisite, geniş spektrum, güçlü antibakteriyel etkinlik ve artmış kalıcı aktivite gibi özelliklere sahip olduğundan klorheksidinin kullanımı önerilmektedir. Kök kanalı dezenfeksiyonu ve smear tabakasının etkili bir şekilde uzaklaştırılması için yeni irrigasyon solüsyonları ve irrigasyon aktivasyon cihazları geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır.^{48,49,89-91}

SmearOFF solüsyonu (Vista Dental Products, Racine, WI), <1% klorheksidin glukonat ve %18 tetrasodyum etilendiamintetraasetat dihidrat içeren yeni bir

solüsyondur. NaOCl ile çökelti oluşturmayan bir irrigant olarak pazarlanmaktadır. Üretici, diğer solüsyonlar kullanılmadan önce salin veya alkolle irrigasyon yoluyla kanaldan NaOCl'nin çıkarılmasını içeren 3 aşamalı prosedür yerine 2 aşamalı bir prosedür olarak NaOCl ile kullanılabileceğini önermektedir.

Bununla birlikte irrigasyon solüsyonlarının geleneksel olarak şırınga ile uygulanmasının kök kanal sisteminden debris ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında özellikle de kökün apikal bölgesinde yetersiz kalabileceği ileri sürülmüştür.^{5,6}

Bu problemlerle başa çıkabilmek için irrigasyon solüsyonlarının etkisini artırmak amacıyla çeşitli aktivasyon yöntemleri önerilmiştir. Klasik şırınga irrigasyonu, irrigasyon solüsyonlarının çeşitli çaplardaki iğne ve kanüller ile pasif olarak ya da aktivasyon yapılarak uygulanmasıdır. Aktivasyon iğnenin kanal içerisinde yukarı aşağı hareketleri ile sağlanmaktadır.

Pasif ultrasonik aktivasyon işlemi ise titreşim hareketi yapan bir ege ile kök kanalı içerisinde bulunan sıvıya akustik enerji iletimine dayanmaktadır. Enerji ultrasonik dalgalar yolu ile iletilir ve bu enerji solüsyonda akustik bir akım ile basınçlı buhar oluşumuna neden olur. Sonik sistemler (1-10 kHz)⁷ ise ultrasonik sistemlerden (30 kHz)⁸ daha düşük frekansta çalışırlar ve daha düşük akış hızı ve temizlik etkinliği oluştururlar.^{8,9}

Pasif ultrasonik aktivasyon sistemlerinin dentin debrislerini uzaklaştırma işleminde el ile aktivasyon yapılan sistemlerden daha başarılı olduğu da çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.^{10,11}

EndoActivator ve geleneksel şırınga ile irrigasyon yöntemlerinin kanal içerisindeki bakterileri azaltmadaki etkinliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada; istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.¹² Ancak başka bir çalışmada smear

tabakası uzaklaştırmada EndoActivator, klasik şırınga irrigasyon işleminden başarılı bulunmuştur.¹³ Debris uzaklaştırma işleminde ultrasonik sistemin sonik sistemden daha başarılı olduğu farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.^{11,13} İrigasyon aktivasyon tekniklerinin debris uzaklaştırma açısından karşılaştırıldığı çalışmalarda genellikle makina destekli sistemlerin el ile aktivasyon yapılan sistemlerden daha başarılı olduğu bildirilmiştir.¹⁴

Bu araştırmada smear tabakasını tek başına uzaklaştırdığı öne sürölen SmearOFF solösyonunun smear tabakası üzerine etkisi, solösyonların etkilerini arttırması amacıyla ultrasonik ve sonik aktivasyon sistemler kullanılarak, Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Endodontik tedavinin temel amacı, tüm vital veya nekrotik dokuların, mikroorganizmaların ve yan ürünlerinin kök kanal sisteminden tamamen uzaklaştırılmasıdır.¹⁵ Endodontik tedavide başarı, vital ve nekrotik pulpa dokusunun kök kanal sisteminden uzaklaştırılmasını takiben kök kanallarının mekanik olarak genişletilmesi, irrigasyonu, dezenfeksiyonu ve üç boyutlu olarak doldurulması işlemlerinin tam olarak yerine getirilmesiyle sağlanabilir.¹⁶

2.1. Smear Tabakası

Endodontik tedavi sırasında, kök kanal preparasyonunda el eğeleri veya döner aletler kullanıldığında, dentin aşınması nedeniyle mineralize dokuları içeren debris açığa çıkar. Debris içindeki çok küçük parçacıklı mineralize kollajen matriks, tüm yüzeyde smear tabakası adı verilen bir tabaka oluşturur.¹⁷

Smear tabakası, 1970 yılında ilk olarak Eick ve ark.² SEM ile gösterildi. Bu araştırmacılar, smear tabakasının 0.5-15 µm'den daha küçük boyutlardaki parçacıklardan oluştuğunu göstermişlerdir.

Enstrümante edilmiş kök kanalı yüzeyindeki smear tabakasının varlığı ise ilk kez 1975'te McComb ve Smith¹⁸ tarafından gösterilmiştir. Bu araştırmacıların çalışmalarında, kavite preparasyonu sırasında sadece dentin dokusundan oluşan smear tabakasından farklı olarak endodontik tedavi sırasında oluşan smear tabakasında aynı zamanda odontoblastik uzantı, pulpa dokusu, bakteri ve yan ürünlerin olduğunu belirlemişlerdir.¹⁸ Yani, kök kanalındaki smear tabakası hem organik hem de inorganik

komponent içerir.¹⁹ Smear tabakasının içeriğindeki organik komponentler; pulpa artıkları, odontoblast uzantıları, kan hücreleri ve mikroorganizmalardır. İnorganik komponenti ise; smear tabakasının daha büyük kısmını oluşturan dentin parçacıklarıdır.²⁰ Lester ve Boyde¹, “smear” tabakasını inorganik dentin içine hapsolmuş organik madde olarak tanımlamışlardır.

Smear tabakası iki bölümden oluşmaktadır; yüzeysel tabaka ve derin tabaka. Yüzeysel tabaka 1-2 µm kalınlığındadır ve dentine gevşek bir şekilde tutunur. Derin tabaka ise dentin kanalcıklarına 40 µm kadar ilerleyerek penetre olabilir veya kanalcıkların ağzını tıkayabilir.²¹ İçeriğinde su oranı fazla olduğundan sabit ve homojen değildir, bu nedenle sızıntıya karşı elverişlidir.²²

2.2. Smear Tabakasının Uzaklaştırılması

Kök kanalındaki smear tabakasının kök kanallarının irrigasyonu ve doldurulması üzerine etkileri konusunda farklı düşünceler vardır.^{23,24} Bazı araştırmalarda smear tabakasının varlığının; kullanılan irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini azalttığı²⁵, bakteri üremesi için ortam oluşturulduğu ve dentine uzandığı için bakterilerin de dentine geçişini kolaylaştırdığı²⁶ rapor edildiğinden, smear tabakasının uzaklaştırılması gerektiği savunulmuştur. Gençoğlu ve ark.²⁷ smear tabakasının kaldırılmasının, hem lateral kondansasyon tekniğinde hem de Thermafil ve Ultrafil iki termoplastik kök kanal dolun tekniğinde gutta perkanın kanal duvarlarına adaptasyonunu arttırdığı sonucuna varmışlardır. Bazı çalışmalarda ise smear tabakasının dentin tübüllerine bakteri invazyonunu önlediği ve metabolitlere karşı bir savunma görevi gördüğü için uzaklaştırılmaması gerektiği belirtilmiştir.^{23,28,29} Ancak Goldman ve ark.³⁰ smear tabakasının bakterilere karşı tam bir bariyer oluşturmadığını, sadece bakteri

penetrasyonunu geciktirdiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca smear tabakasının uzaklaştırıldığı diğer çalışmalarda dentin tübüllerinin dezenfekte edilebildiği ve bakterilerin uzaklaştırılabildiği gösterilmiştir.^{31,32}

2.3. Smear Tabakasını Uzaklaştırma Yöntemleri

Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre, smear tabakası kimyasal yöntemlerle, mekanik yöntemlerle ve lazer sistemleriyle uzaklaştırılabilmektedir.^{35,36,136-142}

2.3.1. Kimyasal Yöntemler

Kök kanallarındaki smear tabakası irrigasyon maddelerinin kimyasal özellikleriyle uzaklaştırılabilmektedir. Yapılan araştırmalarda kimyasal yöntem olarak sodyum hipoklorit (NaOCl), şelasyon ajanları ve organik asitlerin kullanıldığı rapor edilmiştir.³³

Kök Kanallarının İrrigasyonu

Kök kanal sisteminin karmaşık anatomisinden dolayı dezenfeksiyonun kusursuz olması imkansızdır.³⁴ Ayrıca preparasyon sırasında kök kanal aletinin temas etmediği bölgelerin, istmusların, ramifikasyonların ve aksesuar kanalların sadece irrigasyon solüsyonu ile dezenfeksiyonu yapılabilmektedir.³⁴

Endodontik tedavide artık dokuların ve nekrotik materyalin uzaklaştırılması, bakteri eliminasyonu ve toksin inaktivasyonunu sağlamak için mekanik genişletmenin yanında irrigasyon işleminden de faydalanılmakta ve kök kanalında aletlerin ulaşamadığı alanlara irrigasyon solüsyonları ile ulaşılması amaçlanmaktadır. Bu nedenle kök kanallarının mekanik preparasyonundan önce, preparasyon sırasında ve sonrasında

sık aralıklarla nekrotik materyali çözücü antimikrobiyal özellikte bir solüsyon uygulanması gerektiği rapor edilmiştir.^{35,36}

Farklı irrigasyon teknikleri ile antibakteriyel nitelikteki irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin arttırılması, özellikle de apikal bölgede daha etkili temizlik sağlamak için önemlidir.^{7,20} Kök kanal tedavisinde irrigasyon işleminin sağladığı faydalar şu şekilde sıralanabilir⁴⁸:

1. Enfekte materyal, yumuşak ve sert doku artıkları irrigasyon işlemi ile fiziksel ve kimyasal olarak uzaklaştırılabilir.

2. Kök kanal sistemindeki artık organik materyali çözerek mikroorganizmaların sayısını azaltmakta ve endotoksinlerin nötralizasyonunu sağlamaktadır.

3. Smear tabakası ve dentin talaşları irrigasyon solüsyonları kullanılarak uzaklaştırılabilmektedir. Apikal bölümde dentin talaşlarının birikmesi ve kök kanallarını tıkama olasılığını azaltmaktadır.

4. Kök kanalında lubrikasyon sağlayarak kanal aletlerinin çalışmalarını kolaylaştırılmakta ve oluşabilecek işlemsel hataları azaltmaktadır.

İdeal Kök Kanal İrrigasyon Solüsyonunda Olması Gereken Özellikler

Başarılı bir endodontik tedavi ve kök kanallarının etkili bir şekilde temizlenmesi için kullanılan irrigasyon ajanlarında bulunması gereken özellikler şu şekilde sıralanmaktadır.^{19,37}

- 1- Dentin tübüllerine antibakteriyel özellikleri ile iyi tutunabilmeli
- 2- Smear tabakasını kolay bir şekilde kaldırabilmeli
- 3- Organik ve inorganik yapıları çözebilmeli ve uzaklaştırabilmeli
- 4- İyi bir dezenfektan özellikte olmalı

- 5- Kayganlaştırıcı özelliğe sahip olmalı
- 6- Yüzey gerilimi düşük olmalı
- 7- Doku dostu olmalı, periradiküler dokuları irrite etmemeli
- 8- Çevre dokulara toksik etki göstermemeli
- 9- Kanalda kolay bir şekilde etkinliğini yitirmemeli
- 10- Kanal dolgu maddelerinin adaptasyonunu olumsuz etkilememeli
- 11- Dentin dokusunun fiziksel özelliğini değiştirmemeli
- 12- Kullanımı kolay olmalı
- 13- Ucuz olmalı
- 14- Dişin rengini değiştirmemeli
- 15- Uzun raf ömrüne sahip olmalı

Endodontide Kullanılan İrrigasyon Solüsyonları

Bu güne kadar endodontik tedavilerde birçok farklı irrigasyon solüsyonu kullanılmıştır. Bunlardan bazıları; NaOCl, serum fizyolojik, şelasyon ajanları, asitler, proteolitik enzimler, oksitleyici ajanlar ve alkalin solüsyonlar olarak sayılabilir.³⁸ Geçmişte, dentinin inorganik matriksini yumuşatarak kök kanal preparasyonunu kolaylaştırmak için hidroklorik asit (HCl) ve sülfirik asit (H₂SO₄) kullanılmış, daha sonra dokulara asitlerden daha az zararlı ve dentin üzerinde daha etkili olduğu düşünülen şelasyon ajanları kullanılmaya başlanmıştır.³⁸ Günümüzde sık kullanılan irrigasyon solüsyonları arasında; NaOCl, şelasyon ajanları (Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA)³⁹, EDTAC^{40,41}, REDTA⁴⁰, CALCINASE⁴⁰, EDTA-T⁴², CDTA⁴³, EGTA⁴⁴, DECAL⁴⁵, HYPAQUE⁴⁵, TUBULUCİD PLUS⁴⁵, SALVİZOL⁴⁶, LARGAL ULTRA⁴⁶, FILE-EZE³⁹, FILE CARE EDTA³⁹, CALSİNASE SLİDE³⁹, GLYDE FILE³⁹, RC-

PREP⁴⁷), klorheksidin, “mixed tetracycline acid detergent” (MTAD)⁴⁸ ve QMix⁴⁹ sayılabilir.

Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Hipoklorit solüsyonları, ilk olarak 18. yüzyılda geliştirildiğinde beyazlatma ajanı olarak kullanılmaktaydı, 19. yüzyılda enfeksiyon hastalıklarında kullanılmaya başlandı ve 1. Dünya savaşında Dakin adlı kimyacı, NaOCl’in bütün mikroorganizmaları öldürdüğünü, sporlar ve virüslere karşı da etkili olduğunu, yanı sıra nekrotik ve vital dokular üzerinde çözücü etkiye sahip olduğunu göstermiştir.⁵⁰ Bu özellikleri nedeniyle NaOCl, 1920’lerin başından beri endodontide kullanılmaya başlanmıştır.⁵¹ 2012 yılında yapılan bir araştırmada NaOCl’in en çok tercih edilen irrigasyon solüsyon olduğu bildirilmiştir.⁵²

NaOCl organik artıklara karşı iyi bir çözücü etki gösterir, antiseptiktir ve düşük yüzey gerilimi nedeniyle dentin duvarlarına kolayca diffüze olabilir.⁴⁸ Ayrıca kolay bulunup ucuz olması da bu solüsyonun başlıca tercih edilmesinin nedenlerinden biridir.⁴⁸ Endodontide kullanılan NaOCl’in konsantrasyonları %0.5 ile %5.25 arasında değişmektedir.⁵³ Siqueira ve ark.,⁵⁴ in vitro bir çalışmada %1, %2.5 ve %5.25’lik konsantrasyonlarında NaOCl solüsyonunun E. Faecalis üzerinde antibakteriyel etkinliğini karşılaştırmışlar ve enfekte kök kanalında kullanılan üç NaOCl konsantrasyonunun antibakteriyel etkinliği arasında hiçbir fark olmadığını, ancak irrigasyon solüsyonunun konsantrasyonu arttıkça antibakteriyel etkinlik hızının arttığını göstermişlerdir.

NaOCl’in antibakteriyel etkinliğini açıklayan iki temel görüş vardır.¹⁹ İlk görüşe göre; solüsyonun dezenfektan etkinliği, reaksiyona girmemiş olan hipokloröz asit

miktarına bağlıdır. NaOCl suda Na^+ ve hipoklorit (OCl^-) iyonlarına ayrışır ve OCl^- iyonu denge kurarak hipoklorit asite dönüşür (HOCl). Hipoklorit asit, bakteriyel inaktivasyondan sorumludur. OCl^- iyonu, çözülmemiş hipoklorit asitten daha az etkilidir. Hipoklorit asit, oksidatif enzimleri ve diğer membran proteinlerini yıkar.⁵⁵ İkinci görüşe göre; solüsyonun antibakteriyel etkinliği, hücre proteinlerini hidrolize ve oksitleme yeteneğinin yanı sıra, hipertonicliğinden dolayı bir miktar hücre içi sıvının osmotik olarak hücre dışına çıkmasına bağlıdır. pH değeri yaklaşık 11-12 olan NaOCl, doku proteinleri ile temas ettiğinde çok kısa bir sürede nitrojen, formaldehit ve asetaldehit oluşturur ve peptit bağlarının yıkımı ile de proteinlerin çözünmesine yol açar. Bu reaksiyon sırasında, amino grubundaki hidrojen, klorin ile yer değiştirerek kloramin oluşur. Kloramin, NaOCl'in antimikrobiyal aktivitesinde önemli bir rol oynar. Nekrotik doku ve pü formasyonu bu şekilde çözülür ve antibakteriyel ajanın enfekte alanlara ulaşmasına ve bu alanların daha iyi temizlenmesine olanak verir.¹⁹

NaOCl, pulpa artıklarını ve dentinin organik bileşenlerini etkin bir şekilde çözme gücüne sahiptir. Düşük konsantrasyonlarda bile bakterileri elimine edebilir. Dirençli mikroorganizmaların NaOCl'in %0.5'lik ve %5'lik solüsyonlarında yok olduğu gösterilmiştir.⁵⁶⁻⁵⁸

Kemomekanik preparasyon sırasında, bir miktar NaOCl periradiküler dokulara girebilir ve doku hasarına neden olabilir.⁵⁹ Literatürde; periapikal dokular, göz, maksiller sinüs gibi çevre dokularda ve organlarda NaOCl'in teması sonucu gelişen, şiddetli ağrılara ve şişliklere neden olan doku yıkımları rapor edilmiştir.^{60,61} Ayrıca, NaOCl'in inorganik dokuyu çözmemesi de başka bir dezavantajdır.⁶²

NaOCl'in dezavantajları nedeniyle endodontide irrigasyon solüsyonu olarak alternatif solüsyonlar araştırılmış ve son yıllarda NaOCl yerine kullanılabilir çeşitli irrigasyon solüsyonlarının kullanımı gündeme gelmiştir.

Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA)

Şelasyon yapıcı ajanlar; smear tabakası, dentin dokusu ve kök kanal duvarlarındaki kalsifiye artıklarla reaksiyona girerek çözünebilen kalsiyum şelatları oluşturmaktadır.⁶³ Şelatlar, metal iyonları ile organik maddeler arasında halka şekilli bağlar sonucunda oluşan kısmen kararlı bileşiklerdir.⁶² Endodontide en çok tercih edilen şelasyon yapıcı ajanlarından biri EDTA'dır.⁶⁴ EDTA, 1957'den beri endodontide tercih edilen irrigasyon solüsyonudur. EDTA (%17'lik disodyum tuzu), düşük antibakteriyel aktiviteye sahiptir ve temas süresi uzadığında, bazı bakterilerin hücre zarında bulunan metal iyonlarıyla birleşerek bakterilerin ölümüne neden olmaktadır.⁵⁶ Bu durum, EDTA'nın sınırlı antibakteriyel kapasitesine rağmen kanaldaki mikroorganizmaların azalmasında serum fizyolojiktan daha etkili olduğunu göstermektedir.⁶⁵

Smear tabakası organik ve inorganik yapıları içeren bir tabakadır. Bu yüzden, smear tabakasının demineralize edilmesine yönelik tek bir solüsyon yoktur, bu nedenle organik ve inorganik çözücülerin birlikte kullanımı gerekmektedir. EDTA smear tabakasının inorganik komponentlerini eriterek etkisini gösterdiği için, birçok araştırmacı, organik artıkların çıkarılması aşamasında %0.5-%5.25'lik NaOCl ile kombinasyon halinde kullanımını önermiştir.⁶⁶⁻⁶⁸

Smear tabakasının mikrosızıntı üzerindeki etkisi, endodonti literatüründe geniş yer tutar. Smear tabakasının uzaklaştırılmasının, apikal sızıntıyı azalttığını belirten çalışmalar olmasına rağmen, EDTA ile yapılan uygulama sonucunda dentin-dolgu ara

yüzeyinde kalan şelasyona uğramış dentin tabakası ve dentin tübüllerindeki kalan artık EDTA, devam eden demineralizasyona yol açarak daha fazla apikal sızıntıya yol açabilir.^{19,69}

Ayrıca EDTA'nın uygulaması kanal içerisinde kalan EDTA'nın kanal dolgu maddeleriyle etkileşiminden dolayı,⁷⁰ kanal dolgu maddelerinin ve adeziv dolguların dişlere bağlanma kapasitesinde azalmaya neden olur. Bunun önlenmesi için kanallar doldurulmadan önce, kalan EDTA'nın distile su ile uzaklaştırılması gerekmektedir.³⁹

Klorheksidin glukonat

Kimyasal formu katyonik bis-biguanid olan klorheksidin, çoğunlukla glukonat tuzları olarak piyasada bulunur. Tıp bilimlerinde 1953'ten beri kullanılmaktadır ve dişhekimliğinde en çok klorheksidin diglukonat halinde kullanılır. 5.5-7.0 pH'a sahiptir ve geniş spektrumlu bir antibakteriyel ajandır. Etkisini mikroorganizmaların hücre duvarlarını absorbe ederek ve interselüler komponentlerin dışarı çıkmasını sağlayarak gösterir. Düşük konsantrasyonlarda bakteriyostatik, yüksek konsantrasyonlarda bakterisit etki gösterir.^{19,71}

Klorheksidin (CHX) molekülleri boyunca yavaş salınımından dolayı uzun süreli antibakteriyel etkiye sahiptir.^{72,73} Klorheksidin, araştırmacılar tarafından antimikrobiyal etkinliği ve bu etkinliğinin bir süre devam etmesi, bakteriyel lipopolisakkaritlere etkisi, biyoyumluluğu, tadı ve kokusunun hastalar tarafından tolere edilebilir olması nedenleriyle sodyum hipoklorite alternatif olarak değerlendirilmiştir.^{74,75} Klorheksidin, birçok araştırmacı tarafından bahsi geçen yararlı özellikleri nedeniyle kanal irrigasyon maddesi olarak önerilmiştir.⁷²⁻⁷⁵ Bununla birlikte, dokuları çözücü özelliğinin yetersizliği dezavantajlarından biridir.⁷⁶ Kimyasal-mekanik

preparasyon sırasında kullanılan irrigasyon maddeleri genellikle likit formdadır. Bazı araştırmacılar, klorheksidin jel gibi viskoz formdaki irrigatörlerin lubrikant özelliklerinin daha iyi olduğunu ve artmış antimikrobiyal özelliklere sahip olduklarını göstermektedir. Bununla birlikte, bu viskoz materyallerin suda az çözünmesi dentin duvarlarında rezidüel artıkların kalmasına neden olabileceği ve bu durumun kök kanal sisteminin final yıkama işleminde problem oluşturabileceği bildirilmiştir.⁷⁷

White ve ark.⁷⁸ yaptıkları bir çalışmada, %2'lik ve %0.12'lik klorheksidin glukonatu irrigasyon solüsyonu olarak kullanmışlar ve Streptococcus mutans üzerindeki antibakteriyel etkinliğinin %2'lik grupta tüm dişlerde 72 saat sonra ve %0.12'lik grupta çoğu dişte 6 ila 24 saat sonra da devam ettiğini tespit etmişlerdir.

Yamashita ve ark.⁷⁹, yaptıkları bir araştırmada kök kanallarında final irrigasyonu olarak serum fizyolojik, %2'lik klorheksidin, %2.5'lik NaOCl ve %2.5'lik NaOCl+%17 EDTA kullanmışlar ve örnekleri elektron mikroskobu ile inceleyerek görüntüleri uzaklaştırılan debris miktarı ve açılan tübül sayısına göre skorlamışlardır. Araştırmacılar %2.5'lik NaOCl+%17'lik EDTA ile en iyi temizliği elde etmişlerdir. Bunu %2.5'lik NaOCl'nin yalnız kullanımı takip eder. %2'lik klorheksidin benzer bir etkinliği, sadece servikal üçlüde gösterebilmiştir. Klorheksidin, NaOCl ve NaOCl+%17 EDTA irrigatörlerine göre tüm kök üçlü bölgelerinde daha zayıf bulunmuştur. Serum fizyolojik ve klorheksidin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.⁷⁹

Son yıllarda, CHX, EDTA ve NaOCI gibi irrigasyon solüsyonlarının üstün özelliklerinden yararlanmak amacıyla kombine kullanım imkânı sunan birtakım karıştırılmış solüsyonlar geliştirilmekte ve klinisyenlerin kullanımına sunulmaktadır.

QMix

Günümüze kadar smear tabakasındaki organik ve inorganik dokuyu aynı anda çözen bir irigasyon solüsyonu geliştirilememiştir, çeşitli araştırmalarda irigasyon solüsyonlarının kombine edilerek kullanılması önerilmiştir.^{80,81} Bu sebeple dişhekimliğinde kombine irigasyon solüsyonları üretimi başlamıştır.

QMix; EDTA, CHX, nonspesifize deterjan ve su içeren bir solüsyondur. Bu irrigan, özel tescilli formülü ile hazırlanmış ve tek bir uygulamada *E. faecalis* gibi inatçı bakterileri öldürdüğü ve smear tabakasını uzaklaştırdığı gösterilmiştir.⁴⁹ Ayrıca, QMix final solüsyon olarak kullanıldığında artık NaOCI ile etkileşime girmez, bir çökelti oluşturmaz ve bakterileri öldürmek için, temiz, smear tabakası olmayan dentine penetre olabilme özelliğine sahiptir. Böylelikle, EDTA'nın smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği ve CHX'in antimikrobiyal etkinliği ve antimikrobiyal etkinliğinin bir süre devam etmesi özelliklerinden faydalanması amaçlanmaktadır. İçerisindeki deterjan sayesinde, QMix düşük yüzey gerilimi özelliği göstermektedir.⁴⁹

Çalışmalar, QMix'in EDTA ile aynı derecede smear tabakası kaldırma kapasitesine sahip olduğunu, biofilm ve *E. faecalis* bakterisinin eliminasyonunda CHX'den çok daha iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.⁴⁹ EDTA ve CHX'in karışımının beyaz bir çökelti oluşturduğu bilinmektedir.⁸² QMix'in kimyasal tasarımı sayesinde, çökelti oluşması önlenmiştir. Ayrıca, NaOCI ve CHX arasındaki etkileşimden kaynaklanan kahverengi çökelti (parakloroanilin) QMix'te görülmemektedir.⁸³

BioPure MTAD (Mixture of Tetracycline isomer, Acid and Detergent)

MTAD (Tulsa Dentsply, Tulsa, Ok.), Torabinejad⁴⁸ tarafından son yıkama solüsyonu olarak geliştirilmiştir. Antimikrobiyal etkinliği ve smear tabakası uzaklaştırılırken dentinde erozyon yapmamasından dolayı tercih edilmektedir.⁴⁸ İçeriğinde, %3 doksisisiklin hiklat, %4.25 sitrik asit ve yüzey aktif madde olarak %0.05 polisorbat (tween 80) bulunmaktadır.⁴⁸ Biyo-uyumlu bir yıkama solüsyonu olan MTAD, pulpada çözücü etki gösterir ve dentin üzerinde EDTA ile benzer etkiye sahiptir.^{84,85}

MTAD'nin içeriğindeki maddelerden biri olan doksisisiklin, primer olarak bakteriyostatik bir antibiyotiktir ve geniş spektrumlu Gram pozitif ve Gram negatif organizmalar üzerinde etki gösterirlerken mantarlar üzerinde etkili değildir. MTAD'nin içeriğindeki bulunan doksisisiklin miktarı göreceli olarak yüksektir.⁴⁸

MTAD'nin *E. faecalis*'e karşı antimikrobiyal özelliklerinin NaOCl ve sitrik asit ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, MTAD'nin içeriğinin önemli ölçüde daha etkili olduğu bildirilmiştir.⁸⁶

Torabinejad ve ark.⁸⁵ yaptıkları bir çalışmada kök kanallarında final irrigasyonu olarak %5.25 NaOCl, %17 EDTA ve MTAD kullanmışlar ve bu solüsyonların smear tabakasının uzaklaştırmasındaki etkinliklerini ve kanalların koronal, orta ve apikal kısmında kök kanal duvarlarının yüzeyinde oluşan erozyon miktarını SEM altında incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucu olarak MTAD'nin smear tabakasının uzaklaştırmasındaki etkinliğinin diğer solüsyonlardan daha fazla olduğu ve MTAD ile tedavi edilen kanalların apikal uçludaki dentin tübüllerinin, EDTA ile tedavi edilenlerden anlamlı derecede daha temiz olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, NaOCl grubunda yoğun smear tabakası kaldığından dolayı erozyon miktarını sadece EDTA ile

MTAD grupları arasında kıyaslayabilmişler ve MTAD'nın koronal ve orta üçlüde EDTA solüsyonuna kıyasla daha az erozyona neden olduğunu göstermişlerdir.⁸⁵

MTAD'nin antimikrobiyal ilaçlara karşı dirençli olan *E. faecalis*'e karşı etkili bir solüsyon olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada, solüsyonun minimal inhibasyon konsantrasyonu değerlendirilmiş ve sonuç olarak MTAD'nin *E. faecalis*'e karşı 200 kez seyreltilse bile etkinliğini koruduğu gösterilmiştir.⁸⁷

NaOCl'den sonra son yıkama solüsyonu olarak BioPure MTAD'nin kullanılmasının, sonradan ışık etkisinde dişte renklenmeye neden olabileceği ileri sürülmüştür.⁸⁸ NaOCl ile MTAD karışımındaki redoks reaksiyonu kahverengi renklenmeler ile ortaya çıkmakta ve doksisisiklinin antimikrobiyal etkinliğinde azalma olabilmektedir.⁸⁸

SmearOFF

SmearOFF (Vista Dental Products, Racine, WI), CHX glukonat <%1 oranında ve %18 oranında tetrasodyum etilendiamintetraasetat dihidrat içeren yeni bir irrigasyon solüsyondur. NaOCl ile çökelti oluşturmayan bir irrigasyon solüsyonu olarak piyasaya sunulmuştur.⁸⁹

Üretici, diğer irrigasyon solüsyonları kullanılmadan önce, salin solüsyonu veya alkol ile irrigasyon yoluyla genellikle NaOCl'in kanaldan uzaklaştırılmasını içeren 3 aşamalı prosedür yerine 2 aşamalı bir prosedür olarak NaOCl ile kullanılabileceğini önermektedir.⁸⁹⁻⁹¹

Smear tabakasının uzaklaştırılması en etkili şekilde NaOCl ve EDTA solüsyonlarının birlikte kullanılması ile sağlanır, ancak henüz smear tabakasını kök kanal duvarlarından tam olarak uzaklaştıran bir yöntem bulunamamıştır.²⁰

NaOCl irrigasyon solüsyonunun en çok istenen özelliklerinden biri endodontik tedavi boyunca pulpa dokusunu çözebilme etkisinin bulunmasıdır. Serbest klor içeriğinin (Free Available Chlorine in NaOCl Solutions [FAC]) NaOCl'nin bu organik artıkları uzaklaştırma özelliğinden sorumlu olduğu düşünülmektedir.^{61,92} Bu nedenle, NaOCl ile diğer solüsyonların karışımının, FAC üzerinde etkinliğini bilmek önemlidir. Smear tabakasının inorganik kısmını uzaklaştırmak için en sık uygulanan dekalsifiye edici ajan EDTA'nın, NaOCl ile birlikte kullanımı, NaOCl'nin serbet klor miktarını azaltmakta ve böylece NaOCl'nin doku çözme kapasitesi ve antimikrobiyal etkisini düşürmektedir.^{93,81}

Bilgilerimiz dahilinde SmearOFF'un NaOCl ile birlikte kullanımıyla NaOCl'nin serbest klor miktarının üzerindeki etkisi için az çalışma yapılmıştır. Krishnan, Unni ve ark.⁸⁹ yaptıkları çalışmada SmearOFF solüsyonun NaOCl ile karışımı, FAC'de önemli miktarda azalmaya neden olduğunu rapor etmişlerdir.

2.3.2. Mekanik Yöntemler

Kök kanal irrigasyonu kemomekanik preparasyonun vazgeçilmez basamağıdır.⁹⁰ İdeal irrigasyon solüsyonu özelliklerinin tümünü içeren tek bir solüsyon olmadığı için endodontik tedavide irrigasyon solüsyonları kombine kullanılmaktadır ve mevcut etkinliklerini arttırmak için çeşitli aktivasyon yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Ayrıca pH değerini azaltma⁹⁴, sıcaklığını arttırma⁹⁵ ve yüzey gerilimini azaltmak için yüzey aktif maddelerin eklenmesi⁹⁶ gibi yöntemler mevcut irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini arttırmak için kullanılmıştır. Literatürde, en ideal kemomekanik preparasyon ve irrigasyon uygulamalarından sonra bile kök kanal içerisinde özellikle apikal bölgede artık bakteri ve debris varlığı belirtilmiştir.⁹⁷⁻¹⁰²

Manuel Aktivasyon Teknikleri

Kök kanallarında elle yapılan irrigasyon aktivasyon teknikleri arasında şırıngalar, fırçalar ve manuel dinamik aktivasyon teknikleri bulunur.

İğne veya Kanül Kullanılarak Yapılan Şırınga ile İrrigasyon: Şırınga ile konvensiyonel irrigasyon yöntemi dişhekimleri ve endodontistler tarafından yaygın olarak kullanılan ve kabul gören bir yöntemdir. Bu yöntemde; çeşitli çaplara sahip şırınga veya kanüller, kök kanallarında yukarı ve aşağı hareket ettirilerek irrigasyon solüsyonları kök kanallarına uygulanmaktadır. Ayrıca bu amaç için farklı irrigasyon iğneleri de geliştirilmiştir. Perfore (yandan açıklı) irrigasyon iğnelerinin kullanımı, ilk olarak Goldman ve ark.¹⁰³ tarafından tanımlanmış bir yöntemdir. Bu iğneler ucu kapalı olarak tasarlandığından dolayı solüsyonlarının, apikal bölgeden dışarıya taşma olasılığının daha düşük olduğu bildirilmiştir.¹⁰⁴ Bu yöntemde; irrigasyon solüsyonunun, geleneksel şırınga ile irrigasyon yöntemine kıyasla kök kanallarına daha fazla dağılımının sağlandığı bildirilmiştir.^{103,105}

Fırçalar: Fırça ile kaplı irrigasyon iğneleri, kök kanalından pulpal ve nekrotik artıkların uzaklaştırılmasında ve irrigasyon solüsyonunu aktive etmek için kullanılabilir. Endobrush (C & S Microinstruments Limited, Markham, Ontario, Canada) ve 30 gauge'luk irrigasyon iğnesinin fırça ile kaplandığı tipteki (NaviTip FX; Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) fırçalar bu amaçla endodonti pratiğinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Keir ve ark.¹⁰⁶ yaptıkları çalışmalarında Endobrush kullanılan grupta fırçanın aktif fırçalama ve rotasyonel hareketi sayesinde, kullanılmayan gruba göre, kök kanallarının debridmanını sağlamada daha etkili bir

yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Al-Hadlaq ve ark.¹⁰⁷; 30-gauge'luk NaviTip FX irrigasyon iğnesinin, kök kanalının koronal kısmında bulunan debrislerin uzaklaştırılmasında, aynı çaptaki fırça ile kaplı olmayan irrigasyon iğnesine kıyasla daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Manuel-Dinamik İrrigasyon: Bu irrigasyon şekli, kök kanalına uygulanan son genişletmenin çapına sahip gutta-perkanın, kök kanalındaki irrigasyon solüsyonu içinde ileri ve geri hareketleri ile kök kanalında oluşturduğu hidrodinamik aktiviteye bağlı oluşan dinamik irrigasyon şeklidir. McGill ve ark.¹⁰⁸; bu hidrodinamik etkinin, irrigasyon solüsyonunda meydana gelen yer değiştirmeye ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Bazı çalışmalarda; manuel-dinamik irrigasyonun, otomatik-dinamik (RinsEndo) irrigasyon sistemine ve statik (Monoject endodontic 3 mL syringe through a Luerlock 30 gauge Max-I-Probe needle) irrigasyona kıyasla daha etkili olduğu bildirilmiştir.^{108,109} Jiang ve ark.¹¹⁰ kök kanallarında debris uzaklaştırma etkinliği açısından, açılı veya açısız gutta perka konuları ile yapılan manuel dinamik irrigasyonun, ultrasonik irrigasyon yöntemine kıyasla daha az etkili olduğunu gözlemlemişlerdir.

Mekanik Aktivasyon Teknikleri

Rotary Fırçalar: Dentin debrislerinin ve smear tabakasının uzaklaştırılması için mikro fırçaların kullanımı, ilk olarak Ruddle tarafından gerçekleştirilmiştir¹¹¹. 300 rpm hızla çalışan bu fırçalarda, radial olarak uzanan fırça kılları dentin debrislerinin kök kanallarının apikal kısmından koronal kısmına doğru uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır.³⁰⁷

Kök kanallarından debris ve smear tabakasını uzaklaştırmak için tasarlanan başka bir fırça tipi olan CanalBrush (Coltene Whaledent, Langenau, Germany) ise, 600 rpm tur ile rotasyon yapan motorlara takılarak kullanılabilir. Bu fırçalar kök kanallarındaki düzensizliklere ve eğime uyumunu sağlamak için esnek olarak tasarlanmıştır. Al-Alı ve ark.¹¹² yaptıkları çalışmalarında, CanalBrush yöntemi ile ultrasonik yöntemlerin, kök kanallarından debris uzaklaştırma etkinlikleri arasında fark olmadığını, her iki yöntemin de manuel irrigasyon yönteminden daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Döner Aletle Enstrümantasyon Esnasında Devamlı İrrigasyon: Quantec-E (SybronEndo, Orange, CA) irrigasyon sistemi; döner aletle aktif enstrümantasyon sırasında, devamlı irrigasyon solüsyonunda aktivasyonu uygulayan bir sistemdir. Bu irrigasyon yöntemi ile kök kanalına uygulanacak olan irrigasyon solüsyonunun, hacminin ve uygulama zamanının artırılması amaçlanıp, böylece irrigasyon solüsyonunun kök kanalında penetrasyon derinliği artırılarak, daha iyi bir ortamın sağlanabileceği iddia edilmektedir.¹¹³

Setlock ve ark.¹¹³ yaptıkları çalışmada, Quantec-E irrigasyon sistemi ile şırınga ile irrigasyon sistemini karşılaştırmışlar ve kök kanalının sadece koronal kısmında, Quantec-E ile daha temiz dentin duvarları elde edildiğini ve kök kanalının apikal ve orta kısımlarında her iki yöntem arasında fark olmadığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Walters ve ark.¹¹⁴, şırınga iğnesi ile Quantec-E sistem arasında herhangi bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Sonik Sistemler: Sonik sistemler; 1-10 kHz'lik frekansta dönme hareketi yapmaksızın, hava basıncı ile çalışan özel kanal aletleri (Rispi Sonic, Shaper Sonic, Heli Sonic eğeler gibi) ile yatay yönde titreşim ve aşağı yukarı hareketlerle temizleme yapabilen aygıtlardır.¹¹⁵ Sinüzoidal ve salınma hareketleri ile iletilen titreşim enerjisi, enstrümanlara aktarılmaktadır.

EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), sonik irrigasyonda kullanılmak üzere üretilmiş bir cihazdır. Kesmeyen polimer ucu; irrigasyon solüsyonuna belirli bir hızda ve kuvvette hareket kazandırır. EndoActivator'ün etki mekanizmasının; polimer ucun, kök kanalındaki ileri ve geri hareketleriyle oluşan sinerjistik etkiyle ortaya çıkan hidrodinamik aktivasyona ilişkin olduğu bildirilmiştir.¹¹⁶

Rödig ve ark.¹¹⁷ farklı irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin, kurvatürlü kök kanallarında dentin debrisini uzaklaştırma etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarında; EndoActivator irrigasyon sistemi, ultrasonik irrigasyon ve CanalBrush arasında bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Tronstad ve ark.¹¹⁸ sonik aletlerle birlikte EDTA ve NaOCl solüsyonunun kullanılmasının etkinliklerini değerlendirmişler ve sonik aletlerle EDTA solüsyonu kullanımının, sonik aletlerle NaOCl solüsyonu kullanımına göre smear tabakasını uzaklaştırmada daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Ultrasonik İrrigasyon: Richman tarafından 1957'de endodontik uygulamalarda kullanılmaya başlanan ultrasonikler, irrigasyon solüsyonunun etkinliğini artırmak için kök kanallarında aktivasyon amacıyla kullanılan yöntemlerden birisidir.¹¹⁹ Ultrasonik irrigasyon yönteminin (30 kHz); smear tabakası ve dentin debrislerini kök kanallarından uzaklaştırmada, etkili bir yöntem olduğu rapor edilmiştir.^{120,258}

Literatürde iki çeşit ultrasonik irrigasyondan bahsedilmektedir;

-Ultrasonik irrigasyon (UI): Ultrasonik enstrümantasyonla eşzamanlı (simultane) kombine kullanılan irrigasyondur.

-Pasif ultrasonik aktivasyon (PUA): Enstrümantasyondan sonra irrigasyon solüsyonunu aktive etmek için kullanılan yöntemdir.¹²¹

UI'nun; kök kanal sistemindeki pulpa ve kanal duvarlarındaki smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği, PUA'ya göre oldukça düşüktür.¹²² Bu durum, akustik dalgalanma ve kaviteasyondaki azalma ile açıklanabilir. PUA'nın temizleme etkisi; dentin debris, mikroorganizma ve organik dokunun daha etkili şekilde uzaklaştırılması esasına dayanmaktadır. PUA; titreşen aletten, kök kanalındaki irrigasyon solüsyonuna akustik enerjinin aktarılması esasına dayanır. Enerji, ultrasonik dalgalarla iletilir ve irrigasyon solüsyonunda akustik dalgalanma ve kaviteasyon meydana getirir.¹²⁰⁻¹²⁵

Bu yöntemin klasik şırınga ile karşılaştırıldığı çalışmalarda, pulpa dokusu artıklarını, dentin debrisini ve planktonik bakterileri daha etkili uzaklaştırdığı gözlemlenmiştir.¹²⁰ Küçük çaplı enstrümanların, yüksek devirde ve solüsyon içinde serbestçe titreşim yaptığı durumlarda, akustik akımların maksimum seviyeye ulaştığı ileri sürülmüştür.¹²⁰ Kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesinde, geleneksel mekanik preparasyonun ardından, 5 dk. boyunca %3'lük NaOCl solüsyonunun ultrasonik olarak aktive edilerek kullanılmasının, smear tabakasını daha etkin bir şekilde uzaklaştırılabileceği ileri sürülmüştür.¹²⁶ Huque ve ark.¹²⁷ yaptıkları çalışmalarında, ultrasoniklerin, %5.5'lik ve %12'lik NaOCl solüsyonunun etkinliğini arttırdığını ve kök dentininin derin tabakalarında da bakterileri uzaklaştırdığını göstermişlerdir. Ayrıca, ultrasonik enstrümantasyonla smear tabakasının uzaklaşmayacağını savunan çalışmalar da mevcuttur.^{128,129} Abbott ve ark.¹³⁰ EDTAC ile NaOCl'nin birlikte

kullanımının, kanal duvarlarını temizlediğini, ultrasoniklerin bu solüsyonların temizleme etkinliğini artırmadığını belirtmişlerdir.

Ardışık Düzenli Basınç Oluşturan Cihazlar: Günümüzde, irrigasyon sırasında yıkamaya yardımcı olması amacıyla ardışık düzenli basınç oluşturarak çalışan cihazlar geliştirilmiştir. Bu şekilde çalışan iki sistem mevcuttur; RinsEndo® (Duerr –Dental, Bittigheim-Bissingen, Almanya) ve EndoVac® (Discus Dental, Culver City, CA).

RinsEndo sisteminde, sisteme adapte bir kanül yardımı ile kök kanalına 65 mL'lik irrigasyon solüsyonunun 1.6 Hz frekansta boşaltma işlemi gerçekleştirilmektedir. Irrigasyon solüsyonun boşaltma işlemi gerçekleştirilirken, aynı zamanda kök kanalında bulunan solüsyonu da emilir, bu basınç ve emme döngüsü, dakikada 100 kez tekrarlanmaktadır.³⁰⁷ Yapılan bir çalışmada, bu sistemin manuel dinamik irrigasyondan daha etkili bir yöntem olduğu bildirilmiştir.¹⁰⁸ Başka bir çalışmada ise; kök kanallarındaki dentin debrisini uzaklaştırma etkinliği açısından, RinsEndo ve konvensiyonel irrigasyon sistemleri arasında fark olmadığı belirtilmiştir.¹³¹

EndoVac sistemi, endodontik irrigasyon yöntemlerinde, en gelişmiş sistemlerden birisidir.³⁰⁷ Bu sistem sayesinde; kanaldaki tüm çalışma alanının, sürekli gelen sıvı yardımı ile yıkanması sağlanır.³⁰⁷ EndoVac irrigasyon sistemi; apikalde negatif basınç oluşturarak, kanal içi sıvısının apikal yoldan aspirasyonuna olanak verir . Irrigasyon solüsyonunun kanal içindeki döngüsünün, kök kanalının dezenfeksiyonuna ve smear tabakasının uzaklaştırmasına öncülük ettiği savunulmaktadır.³⁰⁷

EndoVac sisteminin, kök kanalında irrigasyon solüsyonunun yüksek hızlı akışını sağladığı ve çalışma boyundan 1 mm kısa mesafede, şırınga iğnesi ile manuel irrigasyona göre debrisi daha iyi uzaklaştırdığı bildirilmiştir.¹³² Shin ve ark.¹³³

çalışmalarında, kök kanallarından debrisin uzaklaştırılmasında, EndoVac irrigasyon sisteminin 24 veya 30-gauge'luk irrigasyon iğnesiyle yapılan manuel irrigasyon yöntemine göre daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Howard ve ark.¹³⁴, farklı irrigasyon sistemlerinin kök kanallarındaki debris uzaklaştırma etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında; EndoVac irrigasyon sisteminin kök kanallarındaki debris önemli düzeyde uzaklaştırdığını bildirmişlerdir. Miranda ve ark.¹³⁵, EndoVac irrigasyon sisteminin, tek başına veya fotodinamik tedaviye ek olarak kullanıldığında, kök kanallarındaki E. faecalis oranını düşürdüğünü rapor etmişlerdir.

2.3.3. Lazerler

Lazer günümüzde, dişhekimliğinin çeşitli branşlarında uygulama alanı bulmuştur. Kök kanal tedavisinde de, özellikle kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesinde, smear tabakasının ve debrisin uzaklaştırılmasında, irrigasyon solüsyonlarının aktivasyonunda ve bakterilerin yok edilmesinde kullanılabilmesi bildirilmiştir.¹³⁶⁻¹⁴² Mikrofotografik kayıtlar; lazerle irrigasyon solüsyonu aktivasyonunun, kök kanalı irrigasyon solüsyonu ile doldurulduktan sonra sıvının yüksek hızla dalgalanmasını sağlayarak kök kanalında kavitasyonel etki oluşturduğunu göstermektedir.¹⁴³

Lazerlerin termal etkisi; su moleküllerinin genişleme ve büzülmesine neden olarak kanal içindeki sıvıda sekonder bir kavitasyon oluşturmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalarda, CO₂, Nd:YAG, Argon, Diyot, Er,Cr:YSGG ve Er:YAG lazerler kullanılmıştır.³⁰⁷

Er:YAG lazerlerin sert dokular üzerindeki etkisi, hidroksiapatite karşı olan yüksek afinitesine bağlanılmaktadır.³⁰⁷ İnorganik yapılar içerisindeki su tarafından

absorbe edilerek, dokuda basınç oluşmasına ve dokuların parçalanmasına neden olurlar.¹⁴⁴ Nd:YAG lazerler ise; protein, pigmente dokular ve koyu renkli yüzeyler tarafından daha iyi absorbe edilirken, su tarafından iyi absorbe edilememektedir.¹⁴⁵

DiVito ve ark.¹⁴⁶ yaptıkları çalışmalarında 20 ve 40 sn boyunca %17'lik EDTA'nın Er:YAG lazer ile aktivasyonunun, kök kanallarında oldukça etkili bir temizleme sağlandığını ve SEM görüntülerinde açık dentin tübüllerinin görüldüğünü rapor etmişlerdir. Saghiri ve ark.¹⁴⁷, kök kanallarında %17'lik EDTA veya BioPure MTAD solüsyonları ile Diyet lazer uygulaması sonucunda; smear tabakasının uzaklaştırıldığını, ancak %17'lik EDTA uygulanan örneklerde, dentin yüzeyinde erime alanlarının oluştuğunu rapor etmişlerdir. De Groot ve ark.¹⁴⁸, Er:YAG lazerin irrigasyon solüsyonunda meydana getirdiği akışı ve kavitasyonu görüntüleyerek değerlendirdikleri araştırmalarında; kök kanalının apikal kısmındaki dentin debrislerinin uzaklaştırılmasında, lazerle aktivasyonun pasif ultrasonik aktivasyon veya manuel irrigasyon yöntemine göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada; Argon ve Nd:YAG lazer sistemlerinin, prepare edilmiş kök kanallarından smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri incelenmiştir.³⁰⁷ Argon lazerin kullanıldığı grupta kök kanalının orta bölgesinden, Nd:YAG lazerin kullanıldığı grupta ise orta ve apikal bölgelerden smear tabakasının uzaklaştırıldığı görülmüştür.¹⁴⁹

Son yıllarda, Er:YAG lazer sistemlerinde radyal ve şerit şeklinde yeni tasarlanan bir uçla kullanılan ve “Foton İndüklenmiş Fotoakustik Dalgalanma” (Photon Induced Photoacoustic Streaming- PIPS®) prensibi ile çalışan bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntem literatürde, düşük enerjili lazerle fotoaktif dezenfeksiyon yöntemi olarak da isimlendirilmiştir.^{146,150} PIPS ile uygulanan Er:YAG lazer, güç enerjisi kullanılarak kök kanalında bulunan irrigasyon solüsyonunda fotoakustik şok dalgaları oluşturur. Peters

ve ark.¹⁵⁰ PIPS yöntemi ile irrigasyon solüsyonunun aktive edilmesinin; apikal kısımda, ultrasonik aktivasyon yöntemine kıyasla bakteri ve biofilm tabakasını daha iyi uzaklaştırdığını ancak kökün apikal bölgelerinde ve dentin kanalcıklarının içerisinde bulunan bakterileri tamamen ortadan kaldıramadığını bildirmişlerdir. DiVito ve Lloyd¹⁵¹, PIPS-lazer aktivasyon yöntemiyle termal hasar oluşturmadan, kök kanallarındaki biofilm tabakasında etkili sonuçlar elde edilebileceği, yine aynı araştırmacıların yapmış olduğu başka bir çalışmada da; PIPS yöntemi ile irrigasyon solüsyonu aktivasyonunun, geleneksel yöntemle yapılan irrigasyona göre kök kanallarındaki smear tabakasını daha etkin şekilde uzaklaştırdığı bildirilmiştir.¹⁴⁶

Lazer sistemleri ile debris veya mikroorganizma oranında büyük bir azalma sağlanmasına rağmen fiber optik uçtan lazer ışınlarının düz bir doğrultuda yayılmasıyla ilişkili dezavantajları bulunmaktadır.¹⁵³⁻¹⁵⁵ Smear tabakası, debris ve mikroorganizmaların uzaklaştırılması mümkündür, fakat bütün kök kanal duvarlarının temizlenebilmesi lazer ışınlarının düz bir doğrultuda yayılmasından dolayı zordur. Yan kanalların temizlenebilmesi ise neredeyse imkansızdır.¹⁵⁶ Yasuda ve ark.¹⁵⁷ yaptıkları bir çalışmada düz kanallarda büyük oranda bakteri eliminasyonu sağlanabilmesine rağmen, eğri kanallarda apikal kısımda etkinliğin büyük oranda azaldığını bildirmişlerdir. İkinci dezavantaj ise prosedürün güvenliğiyle ilgilidir. Fiber optik uçtan ışınlar doğrusal olarak yayıldığı için apikal foramenden lazer ışınlarının dışarı taşma riski vardır. Bu da destek dokularda istenmeyen sonuçlara yol açabilir ve hatta mental foramen ve mandibular sinir gibi komşu anatomik yapılarda hasara yol açabilir.¹⁵²

Yapılan çalışmalarda diş sert dokularının kaldırılabilmesi için yüksek enerji seviyelerinin gerektiği; bunun da kök kanalının dış yüzeyindeki canlı dokularda ciddi oranda ısısal hasar meydana getirebileceği rapor edilmiştir.¹⁵⁸ Ancak günümüzde

kullanılan lazer sistemleriyle kök kanalı preparasyonunun mümkün olabileceği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir.¹⁵⁸⁻¹⁶⁰ Bununla birlikte kök kanalı preparasyonu uygulamasında lazerlerin, oluşabilecek ısıdan dolayı komşu dokuların zarar görmesi ve eğri kanallarda kısıtlı kullanımı gibi bazı dezavantajları mevcuttur.¹⁶¹⁻¹⁶³ Bu problemlerin aşılması için çok çeşitli uçlar geliştirilmesine rağmen henüz optimum şartları sağlayabilecek bir sistem geliştirilememiştir.¹⁶⁴⁻¹⁶⁹

Kök kanallarında irrigasyon solüsyonlarının aktivasyonu için önerilen yöntemler ile güncel irrigasyon aktivasyon tekniklerinin etkinliği ve mekanizmalarının inceleneceği ve farklı yöntemlerle kombine kullanılabilirliği üzerine yeni araştırmalara gereksinim vardır.

2.4. Görüntüleme Yöntemleri

2.4.1. Işık Mikroskobu

Mikroskop (Yunanca), birkaç çeşit mercek yardımıyla çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük cisimlerin büyütülerek görüntüsünün incelenmesini sağlayan bir alettir. Mikro yani çok küçük hücrelerin incelenmesine ek olarak, sanayi, genetik, jeoloji, arkeoloji, kriminoloji ve adli bilimlerde de kullanılmaktadır.^{170,171}

Mikroskobu ilk kez Hollandalı Zacharias Janssen'in, 1590 civarında bir teleskobu tadil etmek suretiyle keşfettiği kabul edilmektedir, fakat bu sıralarda başka Hollandalı, Alman, İngiliz ve İtalyan bilginleri de, mercek sistemi tersine çevrilmiş bir teleskobun, cisimleri büyütmek için kullanılabilmesinin farkına varmışlardır.^{170,171} İtalyan Galilei Galileo (1564-1642) iki mercek kullanarak bazı tecrübelerde bulunmuştur. Bugünkü mikroskobun temel prensiplerini ise 17. yüzyılda Hollandalı Anton van Leeuwenhoek ve İngiliz Robert Hooke bulmuşlardır.¹⁷⁰

Işık mikroskobunun büyütme gücü 2500'ü geçemediği için bazı materyallerin incelenmesinde yetersiz kalmıştır. 1933'te iki Alman bilim adamı, Max Knoll ve Ernst Ruska¹⁷⁰ görüntüyü oluşturmak için, foton yerine elektronları kullanan elektron mikroskobunu keşfetmişler ve böylece ışık mikroskobu ile ayırt edilemeyen yapıları inceleme fırsatı bulunmuştur.

1924'te Louis de Broglie¹⁷⁰ teorik olarak hareket halindeki her cisme bir dalganın eşlik ettiğini ve elektronların dalga özelliği gösterdiğini ortaya koymuştur. 1927 yılında elektronların dalga yapısı deneysel olarak saptanmıştır. Broglie'nin buluşuna göre hızlandırılmış elektronların etkin dalga boyları nanometre düzeyinde uzunluklardır. Daha küçük cisimlerin görülebilmesi için daha küçük dalga boyuna sahip ışınları kullanmak gerekir. Mikroskopta ışık yerine bu dalgaların kullanılmasının çözünürlüğü çok büyük ölçüde arttıracığı öngörülmüştür.¹⁷¹

Tarihte ilk elektron mikroskobu Knoll ve Ruska (1933)^{170,171}, tarafından yapılmıştır. İlk bakteri görüntüsü 1937'de alınmıştır. Tüm bu gelişmelerin ardından ilk SEM 1938 yılında VonArdenne tarafından geliştirilmiştir. İlk virüs görüntüsü ise 1940 yılında çekilmiştir. Ardenne^{170,171} tarama prensibini hem yüksek büyütmeye ulaşmak için, hem de elektron mikroskobunun doğasında bulunan kromatik sapmayı engellemek için uygulamıştır. Ayrıca farklı görüntüleme modları ve SEM teorisi ile ilgili çalışmalar yapmıştır. SEM cihazları yıllar içinde Zworykin grubu ve Charles Oatley yönetimindeki Cambridge grubu tarafından geliştirilmeye devam etmiş ve ilk ticari cihaz "Stereoscan" adı ile 1965 yılında Cambridge Scientific Instrument Company tarafından üretilmiştir^{170,171}

2.4.2. Elektron Mikroskobu

İki farklı tipte elektron mikroskobu geliştirilmiştir.¹⁷⁰

- a) Numune yüzeyini tarayarak görüntüleyen tip: Tarama elektron mikroskobu
- b) Numune içinden geçerek görüntüleyen tip: Geçirilmişli elektron mikroskobu

Geçirilmişli Elektron Mikroskobu veya TEM (Transmission Electron Microscope):

Çok ince bir örnek içinden geçirilen yüksek enerjili elektronların görüntülenmesi esasına dayanır. Elektronların örnek ile etkileşimleri sonucu oluşan görüntü büyütülür ve floresans ekran, fotografik film katmanı ya da Charge Coupled Device (CCD) kamera gibi bir sensöre odaklanır.¹⁷⁰

İşık Mikroskobu ile TEM Arasındaki Farklar

-İşık mikroskobunda (İM) ışık kaynağı lamba veya gün ışığı iken TEM'de ise elektron kaynağıdır.

-İM'de ışınlar cam kondensatör mercekten geçer, TEM'de ise manyetik kondensatör kullanılır.

-Preparat İM'de cam lam üzerindedir, TEM'de ise metal gridler kullanılır.

-İM'de ilk görüntü okülerden geçen ışınlar ile gözümüze yansır, TEM'de ise oküler yerinde ikinci bir manyetik mercek sistemi mevcuttur. Buradan geçen elektronlar, floresan bir ekran üzerine veya fotoğraf plakları üzerine son görüntüyü verir.¹⁷⁰

SEM (Scanning Electron Microscope):

Çok küçük bir alana odaklanan yüksek enerjili elektronlarla yüzey taraması prensibi üzerine çalışır.

1930'larda Manfred von Ardenne öncülüğünde geliştirilmiştir. En sık kullanıldığı formu ile, yüzeyden yayılan ikincil (secondary) elektronlarla yapılan ölçüm, özellikle yüzeyin topografik yapısıyla ilişkili bir görüntü oluşturur.¹⁷⁰

Işık Mikroskobu Yerine SEM' in Kullanılma Nedenleri;

- Işık mikroskobunun yetersiz ayırma gücü ve büyütme gücünün düşük olması,
- Işık mikroskobunda düşük alan derinliği nedeniyle, pürüzlü yüzeye sahip örneklerin yüksek büyütmelerde incelenmesindeki yetersizlik,
- Işık mikroskobunun sanayide incelenen malzemelerin kimyasal bileşenleri hakkında bilgi verememesidir.¹⁷⁰

SEM' in Çalışma Prensibi

Yüksek enerjili demet elektronları örnek atomlarının, dış yörünge elektronlarıyla elastik olmayan girişimi sonucunda düşük enerjili Auger elektronları oluşur. Bu elektronlar örnek yüzeyi hakkında bilgi taşır ve Auger Spektroskopisinin çalışma prensibini oluşturur. Yine yörünge elektronlarıyla olan girişimler sonucunda yörüngelerinden atılan veya enerjisi azalan demet elektronları örnek yüzeyine doğru hareket ederek yüzeyde toplanırlar, bu elektronlar ikincil elektron olarak tanımlanır. İkincil elektronlar örnek odasında bulunan sintilatörde toplanarak ikincil elektron görüntüsü sinyaline çevrilir. İkincil elektronlar örnek yüzeyinin 10 nm veya daha düşük

derinlikten geldiği için örneğin yüksek çözünürlüklü topografik görüntüsünü elde etmek için kullanılır.¹⁷²

Görüntü Almadaki Değişkenler

- Uygulanan Voltaj (keV)
- Çalışma Aralığı (mm)
- Objektif Açıklığı (μm)

SEM tekniklerinin kullanılması görüntülerde mükemmel alan derinliği sağlar ve morfolojiyi tanımlamak için çok uygundur.¹⁷² Örneğin x1000 büyütmede optik mikroskopun odak derinliği yalnızca 0.1 μm iken SEM odak derinliği 30 μm 'dir.¹⁷³

SEM, optik kolon, örnek haznesi ve görüntüleme sistemi olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır.¹⁷⁰

Optik kolon bölümünde, elektron demetinin kaynağı olan elektron tabancası, elektronları örneğe doğru hızlandırmak için yüksek gerilimin uygulandığı anot plakası, ince elektron demeti elde etmek için yoğunlaştırıcı mercekler, demeti örnek üzerinde odaklamak için objektif merceği, bu merceğe bağlı çeşitli çapta apartürler ve elektron demetinin örnek yüzeyini taraması için tarama bobinleri yer almaktadır. Mercek sistemleri elektromanyetik alanla elektron demetini inceltmekte veya örnek üzerine odaklamaktadır. Tüm optik kolon ve örnek belirli bir vakum seviyesinde tutulmaktadır. Örnek haznesinde, incelemek için uygun şartlara getirilen örnek bulunmaktadır.¹⁷⁰

Görüntü sisteminde, elektron demeti ile örnek girişimi sonucunda oluşan çeşitli elektron ve ışınları toplayan dedektörler, bunların sinyal çoğaltıcıları ve örnek yüzeyinde elektron demetini görüntü ekranıyla senkronize tarayan manyetik bobinler bulunmaktadır.

Elektron tabancası tarafından gönderilen birincil elektronlar, örnek yüzeyi ile çeşitli etkileşimlere girerler: Etkileşime giren birincil elektronlar, örnek yüzeyine çarpar ve enerjilerini neredeyse hiç kaybetmeden saçılırlarsa bu elektronlara geri saçılan elektronlar denir. Birincil elektronlar, örnek yüzeyine çarpar ve enerjisinin bir kısmını kaybederse ikincil elektron adını alırlar. İkincil elektronlar örnek haznesinde bulunan sintilatörde toplanarak ikincil elektron görüntüsüne çevrilir. İkincil elektronlar örnek yüzeyinin 10 nm veya daha düşük derinliğinden geldiği için örneğin yüksek çözünürlüğe sahip topografik görüntüsü elde edilir. Gelen demetin diğer elektronları ise örnek tarafından emilerek toprağa verilir ve böylece oluşan akım “örnek akımı” olarak adlandırılır. Birincil elektronlarla örneğin etkileşimi sırasında, örnekten X ışınları da yayılır.¹⁷⁰

Görülen farklı etkileşimlerden her biri SEM de ayrı bir görüntü yöntemi oluşturur. Bu yöntemler kısaca şu şekildedir¹⁷⁰:

- A) Sekonder Elektron Yöntemi:** Esas olarak yüzey topografyasını verir.
- B) Geri saçılan elektron yöntemi:** Yüzey topografyası ve parlatılmış düzgün yüzeyler üzerindeki kimyasal dağılım ve etkileri gösterir.
- C) X Işınları Görüntü Yöntemi:** Kimyasal bileşim dağılımlarını gösterir. Bu yöntem Elektron Mikroskobu Analizi olarak bilinir.
- D) Örnek Akımı Yöntemi:** Geri saçılan elektron yöntemine benzer biçimde görüntü oluşturur; ancak görüntü kontrastı tam tersinedir.

SEM ve Stereomikroskop Arasındaki Farklar;

Stereomikroskop: Stereomikroskoplar ışık mikroskobundan farklı olarak sabit dürbün mantığı ile çalışan, 3 boyutlu görüntü elde etmeyi sağlayan bir mikroskop türüdür.¹⁷⁰

Stereomikroskop;

- Görüntüyü büyütmek için ışığı kullanır.
- Sıvı ve katı örnekler atmosfer ortamında rahatlıkla gözlenir.
- Odaklama derinliği küçüktür.
- Yeterli derecede ince olan örnekten ışık geçerek, camdan yapılmış mercekler tarafından görüntü büyütülür.¹⁷⁰

SEM;

- Görüntüyü büyütmek için elektron ışınını kullanır.
- Örnekler vakum içinde gözlenir.
- Odaklanma derinliği büyüktür.
- Elektron lensleri tarafından odaklanan elektron ışını örneğin üzerini tarar ve sinyaller görüntü olarak algılanır.¹⁷⁰

SEM ve TEM Farkları:

SEM'de;

- Örneğin yüzey morfolojisi incelenir.
- Örneğin şekli, hacimli ve büyüktür.

TEM'de

- Örnek derinlemesine incelenmektedir.
- Örneğin şekli, ince film tarzındadır.
- Ayrıca örnekten geçen ve saçılan ışın, manyetik alanlardan oluşan mercekle tarafından büyütüldükten sonra gözlemlenir.¹⁷⁴

SEM'in Kullanım Alanları:

- Adli Tıpta delillerin incelenmesinde,
- Metallerin dayanıklılığının belirlenmesinde,
- Bitki ve hayvan dokularının incelenmesinde,
- Kimyada mikroskobik kristallerin, metal, plastik, seramik vs. yapısının incelenmesinde,
- Anatomi, biyokimya, fizyoloji, mikrobiyoloji, patoloji, toksikoloji gibi bilim dallarında maddelerin içerik analizleri, malzeme çalışmaları, pürüzlü yüzeylerin incelenmesi, üç boyutlu cisim incelemesi ve yüzey topografyası, malzeme hasarlarının incelenmesinde,
- Diş hekimliğinde,
- Arkeoloji, tekstil, endüstriyel hata analizleri gibi birçok alanda da SEM'den yararlanılır.

Endodontide SEM'in Kullanım Alanları:

- İrrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin araştırılmasında,
- Endodontik aletlerin yapısının incelenmesinde,
- Sızıntı çalışmalarında,

- Kanal dolgu maddelerinin ve kanal postlarının adezyonunun incelenmesinde,
- Anatomik çalışmalarda,
- Materyallerin hücreler üzerindeki etkilerinin incelenmesinde,
- Mikrobiyolojik araştırmalarda,
- Diş beyazlatıcılarının dentine etkilerinin incelenmesinde.¹⁷⁵

SEM'in Avantajları

- Çözme Gücü
- Çözme Derinliği
- Büyütme

SEM'in Dezavantajları

-Vakum gereklidir. SEM'de vakum sistemi oldukça önemlidir, basınç elektron tabancasının çalışmasını engellemeyecek kadar düşük olmalıdır. Elektron yayan yüzeylerin korozyonu önlemek için düşük olması istenir, eğer iyi bir vakum yoksa yüzeyde pislikler birikecektir ve bu tür pislikler Elektron Tabanca haznesinde birikip performansını etkileyecek ve voltaj ölçümlerinin hassasiyetini azaltacaktır.

- İletken numune gerekir (İletken olmayanlar kaplanır),
- Bakım masrafları yüksektir,
- Pahalıdır.¹⁷⁰

SEM ile İncelenecek Numunenin Hazırlanması

Numuneler, biri iletken ve biri iletken olmayan olmak üzere iki bölüme ayrılır.

Numune hazırlarken dikkat edilmesi gereken faktörler şunlardır;

- Numune büyüklüğü, numune tutucusu için uygun boyutta olmalıdır.
- Madde SEM içindeki yüksek vakuma direnç koyabilmelidir. Maddenin şekil değiştirmemesi ve fazla gaz çıkarmaması gerekir.
- Numune tozsuz, lekesiz ve yağsız olmalıdır.
- İletken olmayan numuneler karbon, altın vs. gibi bir iletkenle kaplanarak iletkenlikleri sağlanmalı ve de numune yüzeyinde yük birikmesi önlenmelidir. Bu kaplama tabakası tipik olarak 20-30 nm kalınlığındadır.
- Ortaya çıkan sonucun hazırlama işleminden etkileneceğinden şüpheleniyorsa kontrol numunesi kullanılmalıdır.
- Mevcut aşama hareketlerini X, Y, Z koordinatlarını kullanarak bütün yüzeyin çalışabilmesi için numune, tutucuya iyi bir şekilde takılmalıdır.
- Numune tutucu yer potansiyeli iyi bir elektrik temasında olmalıdır.
- Numune tutucu mümkün olduğunca az geri saçılmış elektronlara yol açmalıdır.
- Numune, numune tutucuya iyice yerleştirilmeli; böylece elektron ışınına maruz kaldığında hareket etmemelidir.¹⁷³

Numunenin Temizlenmesi

Numuneyi temizlemek amacıyla alkol, deterjan, saf su, eter, aseton, karbon tetraklorür, dikloretan kullanılabilir. Eğer ultrasonik kullanılacaksa ultrasonik titreşimlerin numuneye zarar vermemesine dikkat edilmelidir. Temizleme işlemi bittikten sonra numuneler kurutulmalıdır.¹⁷³

Numunenin İletkenle Kaplanması

SEM'de yüzey incelemeleri için örnek üzerine gönderilen hızlandırılmış elektronlar örnek tarafından saçılırlar. Elektron akışının sürekli olması için incelenecek cismin iletken hale getirilmesi gerekir. Bu tabaka; fotografik ayrıntıları örtmeden orjinal hallerinde görülmelerine olanak sağlayacak kadar ince, soğurulan elektronları rahatlıkla toprağa iletebilecek kadar kalın ve kesintisiz olmalıdır. Bunun için numunenin 20-1000 nm kalınlıkta Altın (Au)-Palladyum (Pd) ile kaplanması gerekir.¹⁷³

İncelenecek numune iletken numune taşıyıcısına yerleştirilir ve gerekirse iletkenliği sağlamak için yüzeyi altın veya karbon ile kaplanır. Numune daha sonra SEM ünitesine yerleştirilir ve sistem vakumlanır. Vakum belirli bir değere ulaştığında, önceden numune özelliklerine göre belirlenen voltaj değerine göre ayarlanır ve cihaz yüksek gerilime çıkarılır. Elde edilen elektron demeti ile numune etkileşimi sonucunda oluşan görüntü ekranda takip edilir ve numune tutucu X, Y ve Z eksenlerinde hareket ettirilerek incelenmek istenen bölge bulunarak arzu edilen büyütmelerde netleştirme ve odaklama ayarlamaları yapılır.¹⁷³

Numune üzerinde ikincil elektron görüntüsü (SEI), geri saçılmış elektron görüntüsü (BEI) ve X-ışınları görüntüleri elde edilerek farklılıkları incelenir. Gerekli yerlerden fotoğraf çekimi yapılır. Numune üzerinde Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS) ünitesi yardımıyla ne tür analizler yapılabileceği (nokta, seçilmiş alan ve çizgi analizleri) örneklemeli olarak numune üzerinde gösterilir.

Çalışmanın sıfır hipotezinin birinci bölümü, SmearOFF solüsyonun %17 EDTA ile karşılaştırıldığında smear tabakasının uzaklaştırılmasında benzer etki göstereceğidir. İkinci bölümü ise, PUA ve SA tekniklerinin KŞİ ile karşılaştırıldığında daha etkili sonuçlar elde edilmesidir. Bu tez çalışmasının temel bulgusu, üç aktivasyon tekniği

arasında PUA tekniğinin istatistiksel olarak KŞİ tekniğine kıyasla daha iyi sonuçlar vermesi, SmearOFF solüsyonunun kökün her üç seviyesinde smear tabakasını %17 EDTA solüsyonu ile karşılaştırıldığında benzer etkinlikte uzaklaştırması ve kökün orta ve koronal bölgelerinin apikal bölgeye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az smear tabakası içerdiği tespit edilmesidir.



3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalında planlanmıştır. Çalışmamızda elde edilen grupların SEM görüntüleri Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Araştırma ve Uygulama Merkezi (ARUM), SEM Laboratuvarında alınmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizi ise Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Biyometri ve Genetik Anabilim Dalında yapılmıştır.

Çalışmamız planlandıktan sonra Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'na başvurularak çalışmanın yapılmasının etik açıdan uygun olduğu 05.06.2018 tarih ve Karar No:04 ile onaylanmıştır. Çalışma aşağıdaki başlıklar altında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalında planlanıp süresi içerisinde tamamlanmıştır:

3.1. Örneklerin Seçimi Ve Hazırlanması:

Periodontal ve ortodontik sebeplerle çekilmiş 120 adet tek ve düz köklü, apikal gelişimini tamamlamış mandibular premolar diş; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi bölümünden temin edilmiştir.

3.1.1. Dişlerin Dahil Edilme ve Hariç Tutulma Kriterleri:

Tüm dişlerden dijital periapikal radyografiler alınarak, karmaşık kök kanal anatomilerinin olmaması ve rezorbsiyon açısından incelenmiştir. (Şekil 3.1)



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan mandibular premolar diş örnekleri

Dişlerin Dahil Edilme Kriterleri:

1. Dişlerin tek kanallı olması,
2. Kök kanalının kalsifiye olmaması,
3. Kök kanalların Schneider¹⁷⁶ sınıflamasına göre düz olması,
4. Herhangi bir restorasyon yapılmış olmaması ve kron harabiyetinin olmaması,
5. Kökte rezorbsiyon, kırık vs. olmaması,
6. Kök boyununun en az 16 mm olmasıdır.

Dişlerin Dahil Edilmeme Kriterleri:

1. Kök kanalların Schneider¹⁷⁶ sınıflamasına göre düz olmaması,
2. Birden fazla kanala sahip olması,
3. Kökte rezorpsiyon görülmesi,
4. Kök yüzeyinde kırık ya da çatlak olması,

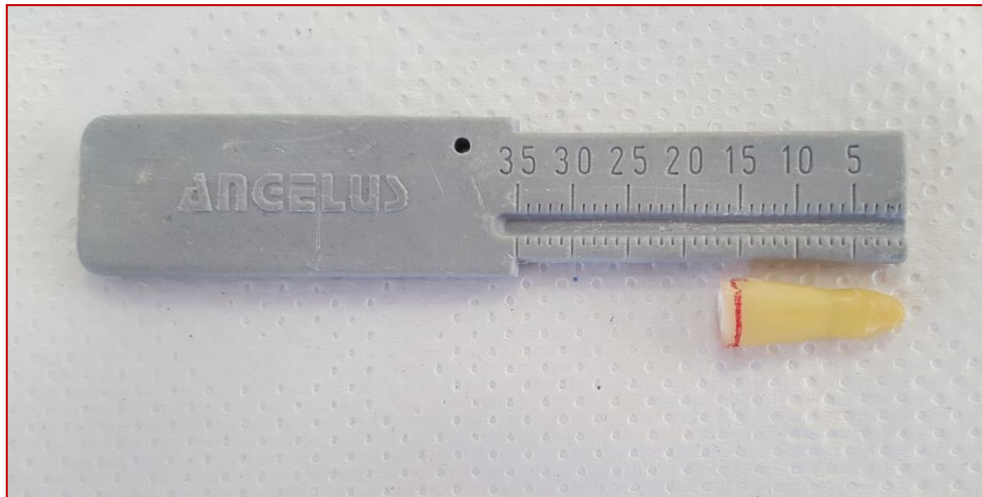
5. Koron harabiyeti göstermesi, koron restorasyonu veya önceden kanal tedavisi yapılmış olması,
 6. Kök kanalının kalsifiye, tıkalı olması durumunda,
- dişler çalışmamamıza dahil edilmemiştir.

3.2. Dişlerin Hazırlanması:

Seçilen dişler debris ve yumuşak doku artıklarından mekanik ve ultrasonik olarak temizlendikten sonra kullanıma kadar oda sıcaklığında distile su içerisinde muhafaza edilmiştir.

3.2.1. Çalışma Boyu Tespiti:

Çalışmanın bu kısmında kullanılmak üzere yukarıda belirtildiği gibi 120 adet tek köklü mandibular premolar diş, kök boyları eşit olacak şekilde (16 ± 1 mm), kron kısımları elmas frezler (Diatech Dental AG, Swiss Dental Instruments, CH-9450 Altstatten) yardımıyla uzaklaştırılmıştır. (Şekil 3.2)



Şekil 3.2. Dişin dekoronize olduktan sonraki görüntüsü

Çalışma aşamasında kök kanallarının hazırlanması ve şekillendirilmesi işlemi tek bir operatör tarafından yapılmıştır. ISO değeri #10 K-tipi el eğesi (VDW, Munich, Germany) apikal foramenden görünene dek kanal içerisinde ilerletilip, her bir kök kanalının çalışma boyu uzunluğu apikal foramenden 1 mm kısa olacak şekilde belirlenmiştir.

3.2.2. Kök Kanallarının Preparasyonu:

Endodontik motor olarak X-Smart Plus (Dentsplay Maillefer, Balaigues, İsviçre) kullanıldı. Kök kanalları Reciproc R50 (VDW, Munich, Germany) NiTi eğe kullanılarak, apikal boyutu #50 olacak şekilde prepare edilmiştir ve her kanal aleti beş örnekte bir yenisi ile değiştirilmiştir. (Şekil 3.3) İrrigana koronal rezervuar yaratmak için 5 numaralı Gates Gliddenler (Mani Inc, Tachigiken, Japan) ile kanal içerisinde 5 mm ilerletilmiştir. Kanallar her eğe değişiminde 2.5 mL %5 lik NaOCl ile irrig edilmiştir ve bu prosedür esnasında 27-G enjektör iğnesi (Beybi sterile dental syringe, Anhui, china) kullanılmıştır, iğne ucu çalışma boyunun 1-2 mm gerisine dek ileri geri hareket ettirilmiştir. Enjektör apiko – koronal yönde hareket ettirilirken, NaOCl pasif ve basınçsız bir şekilde kök kanalları içerisine uygulanmıştır. Enstrümantasyon sonrası 5 mL %5 lik NaOCl 1 dakika boyunca ve ardından 5 mL distile su 1 dakika boyunca başlangıç irrigasyonu olarak uygulanmıştır.



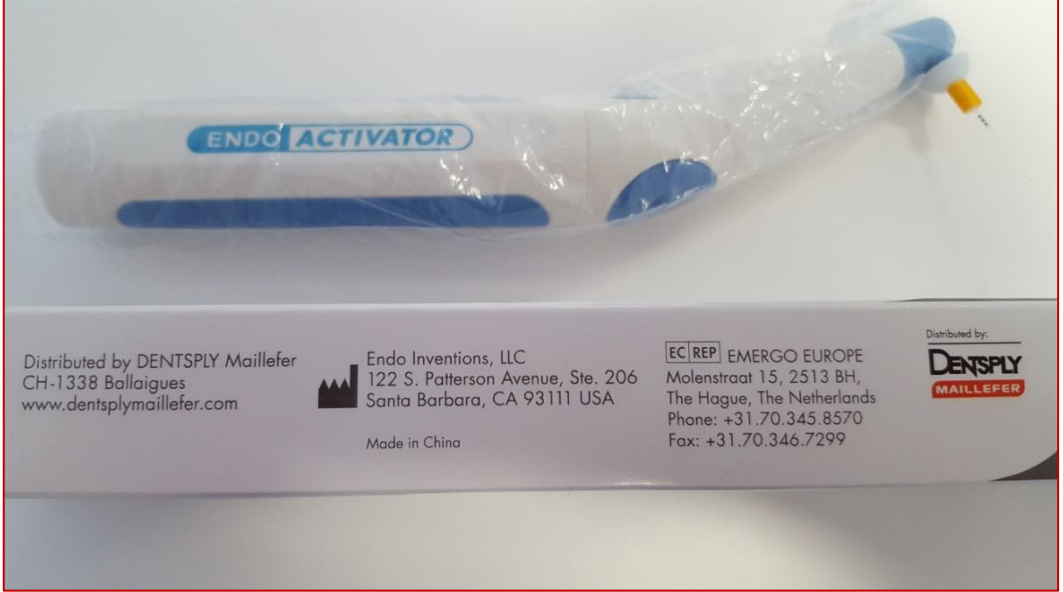
Şekil 3.3. Reciproc R50 döner alet sistemi ve endodontik mikromotor X-Smart Plus

3.2.3. Çalışmamızda Kullanılan Materyaller:

Çalışmamızda irrigasyon aktivasyon yöntemleri olarak 31 G yandan perforeli irrigasyon iğnesi (NaviTip Sideport; Ultradent, USA), Endoaktivatör (Dentsply Advanced Endodontics, Santa Barbara, CA 93111 USA) ve kablosuz Pasif Ultrasonik Aktivasyon cihazı (EndoUltra, Inter-Med, Racine, WI 53404 USA, Distributed by Micro-Mega) kullanılmıştır. (Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6) İrrigasyon solüsyonları olarak SmearOFF (Vista Dental Products, Racine, WI) , %5'lik NaOCI (Werax, İzmir, Türkiye) , %17'lik EDTA (Werax, İzmir, Türkiye) ve Distile su solüsyonları kullanılmıştır. (Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9)



Şekil 3.4. 31 G yandan perforeli irrigasyon iğnesi



Şekil 3.5. Endoaktivatör



Şekil 3.6. EndoUltra



Şekil 3.7. SmearOFF



Şekil 3.8. %5'lik NaOCI



Şekil 3.9. %17'lik EDTA

3.3. Smear Uzaklaştırma ve SEM Analizi:

3.3.1. Deney Gruplarına Final İrrigasyon İşlemi Uygulanması:

Örnekler kök kanal preparasyonunun ardından rastgele final irrigasyonu ve aktivasyonu çeşidine göre her grupta 20 diş olacak şekilde 6 gruba ayrılmıştır.

Grup 1: SmearOFF + Klasik şırınga irrigasyonu (SmearOFF + KŞİ)

Grup 2: SmearOFF + Sonik aktivasyon (SmearOFF + SA)

Grup 3: SmearOFF + Pasif ultrasonik aktivasyon (SmearOFF + PUA)

Grup 4: %17 EDTA + Klasik şırınga irrigasyonu (EDTA + KŞİ)

Grup 5: %17 EDTA + Sonik aktivasyon (EDTA + SA)

Grup 6: %17 EDTA + Pasif ultrasonik aktivasyon (EDTA + PUA)

Klasik şırınga aktivasyonu:

Grup 1, 2.5 mL SmearOFF solüsyonu ile; grup 4 ise 2.5 mL %17 EDTA solüsyonu ile 31 G yandan perforeli irrigasyon iğnesi (NaviTip Sideport; Ultradent, USA) kullanılarak 90 sn boyunca irrigate edilmiştir. (Şekil 3.10) İğne ucu çalışma boyundan 1-2 mm geride ayarlanmıştır ve ileri geri hareketlerle uygulanmıştır. Buna ek herhangi bir aktivasyon tekniği uygulanmamıştır.



Şekil 3.10. 31 G yandan perforeli irrigasyon iğnesi

Sonik Aktivasyon Sistemi:

Endoaktivator (Dentsply Advanced Endodontics, Santa Barbara, CA 93111 USA) ile aktivasyon 10.000 cycles/min (cpm) ile 15.02 lik (sarı) polimer uç (Dentsply Advanced Endodontics, Santa Barbara, CA 93111 USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Polimer uç, çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde ayarlanmıştır. (Şekil 3.11)



Şekil 3.11. Endoaktivatör ve polimer uç

Pasif Ultrasonik Aktivasyon:

20/.02 boyutunda ultrasonik uç (EndoUltra, Inter-Med, Racine, WI 53404 USA, Distributed by Micro-Mega) çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde ayarlanmıştır. (Şekil 3.12)



Şekil 3.12. EndoUltra

Son yıkama/aktivasyon prosedürleri her bir örnek için toplam 90 saniye sürdü ve toplam 2.5 ml solüsyon kullanılmıştır. Tüm örnekler 20 sn. (3'er defa 20'er saniyelik aktivasyon ve toplam 60 sn.) aktive edildikten sonra 10 sn (3'er defa 10'er saniye ve toplam 30 sn.) dinlendirilmiştir. Bu prosedür sonrası irrigasyon solüsyonlarının etkinliklerine son vermek amacıyla her örnek 3 ml distile su ile yıkanmıştır ve #50 paper pointler (Pearl Dent, Korea) ile kurutulmuştur.

3.3.2. Örnek kesitlerin hazırlanması:

Preparasyon işlemi ve irrigasyon işlemi tamamlanmış dişlere bukkal ve lingual yüzeyler boyunca su soğutmalı yüksek devirli Airatör'e takılmış ince alev uçlu frez yardımıyla (Diatech Dental AG, Swiss Dental Instruments, CH-9450 Altstatten) su soğutması altında ve iç yüzeye dokunmaksızın paralel oyuklar açılmıştır, ardından kökler longitudinal aks boyunca iki parçaya ayrılmıştır. Görüntüleme için her kökün sadece bir yarısı kullanılmıştır. (Şekil 3.13)

Tüm örnekler sırasıyla %30, %50, %70, %80, %90 ve %100 şeklinde derecelendirilmiş etanol solüsyonlarında sırasıyla 10 dakika bekletilerek dehidrate edilmiştir. En son saf alkolden alınıp kurumaya bırakılmıştır.¹⁷⁷

Elde edilen örnekler Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan ETÜV cihazında (FN 500, Nüve) 37⁰C'de 24 saat bekletirerek kurutulmuştur.



Şekil 3.13. SEM incelemesi için hazırlanan kökler

3.3.3. SEM Cihazı İçin Örneklerin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi:

SEM görüntüleri Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Araştırma ve Uygulama Merkezi (ARUM) SEM Laboratuvarında alınmıştır. SEM incelemesinin yapılması için kurutma işlemini takiben kaplama cihazı (Leica EM ACE600) kullanılarak vakum altında her örnek 10–15 nm kalınlığında altın-paladyum tabaka ile kaplanıp, örnekler SEM (JSM–5600, JEOL, Tokyo, Japan) ile incelenmiştir. (Şekil 3.14, Şekil 3.15, Şekil 3.16).



Şekil 3.14. Kaplama cihazı



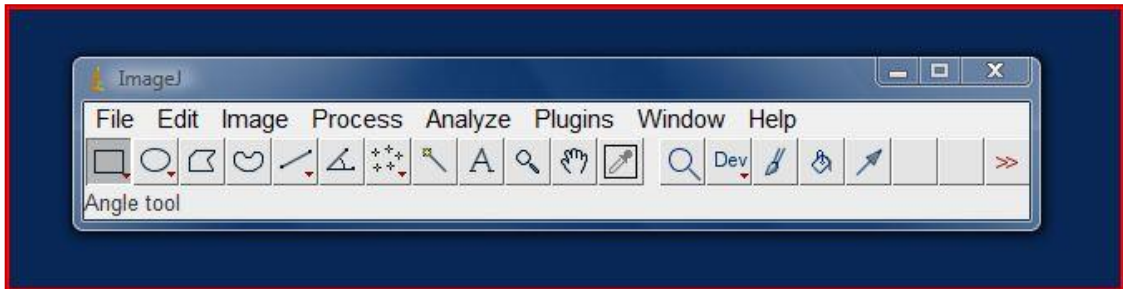
Şekil 3.15. Altın-paladyumla kaplanmış kökler



Şekil 3.16. SEM cihazı

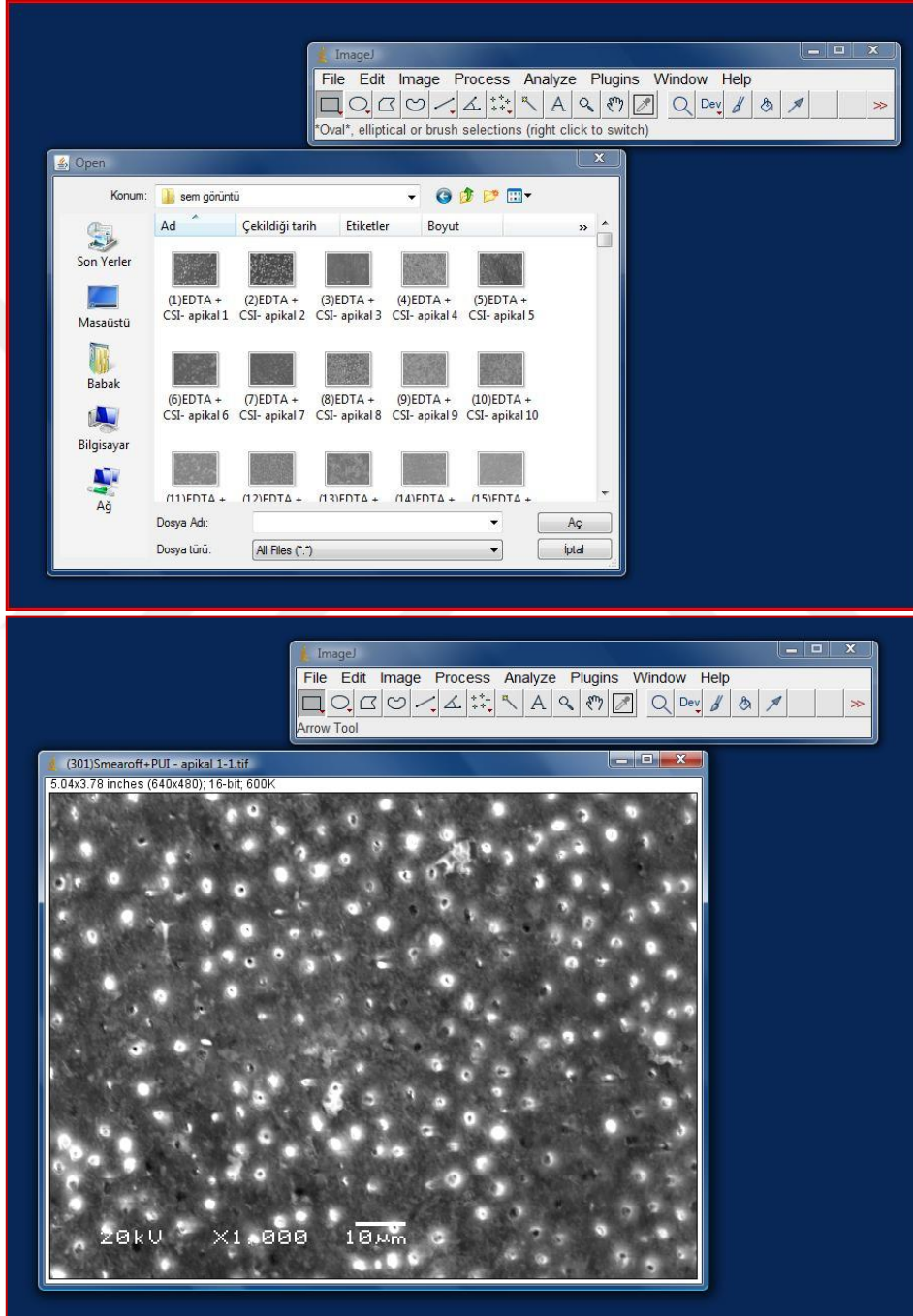
SEM ile 120 adet dişin kök kanallarının koronal, orta ve apikal bölümlerinin x1000 büyütme altında toplam 360 SEM fotoğrafları alınmıştır.

İstatistiksel veri elde etmek için görüntü analizi, hangi irrigasyon prosedürünün kullanıldığı bilinmeden, bağımsız bir gözlemci tarafından yapıldı. Görüntüler ImageJ programında ayrı ayrı açılmıştır. (Versiyon 2.0.0-rc-43 & 1.51h, NIH, Bethesda, MD, ABD). ImageJ programının temel görüntüsü Şekil 3.17 de gösterilmektedir.



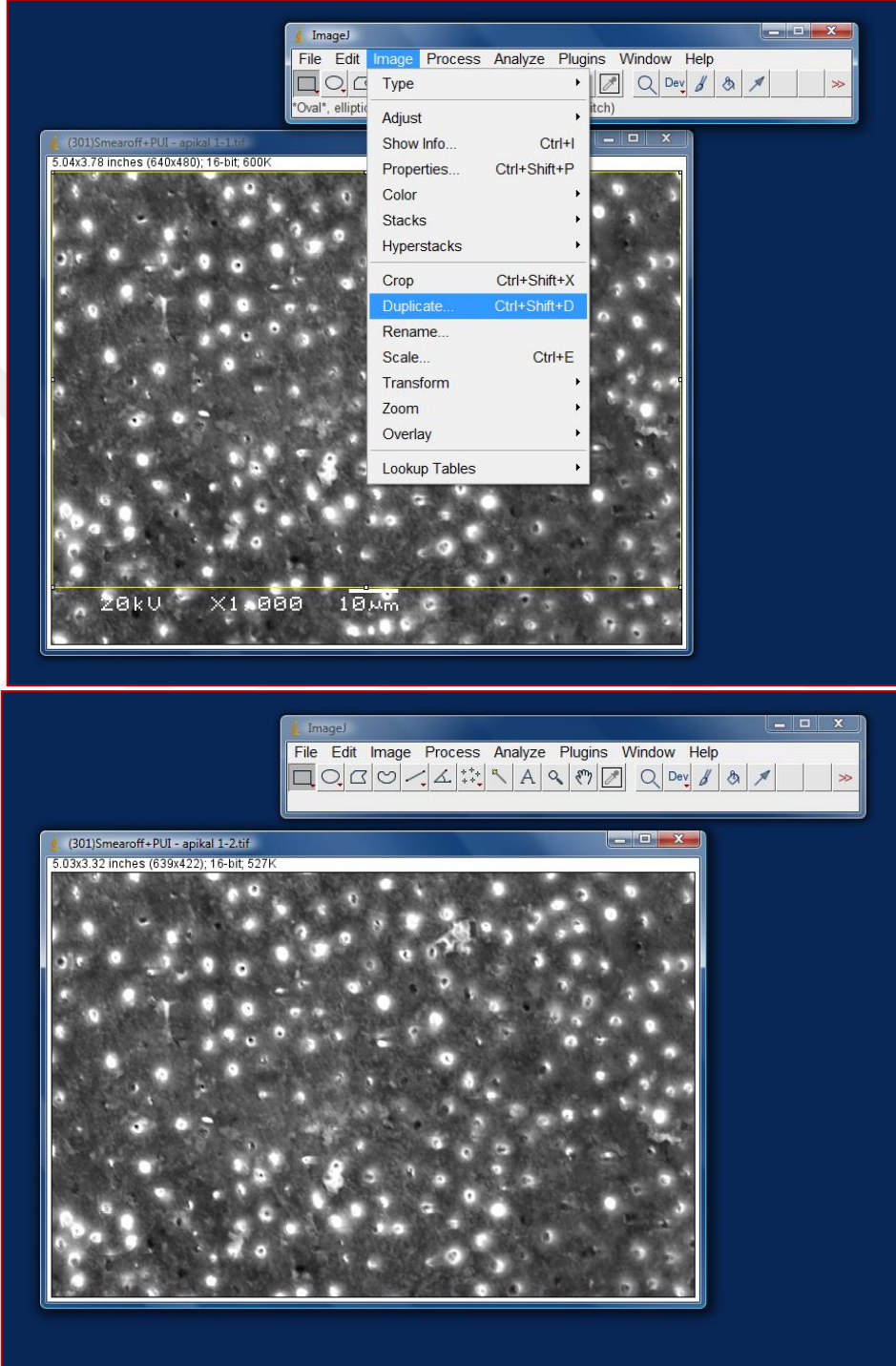
Şekil 3.17. ImageJ görüntü inceleme programı genel görünümü

Görüntü inceleme adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir. Görüntü formatı referans alınmadan “File” komutu altındaki “Open” komutu kullanılarak görüntü ImageJ programına aktarılmıştır. (Sekil 3.18)



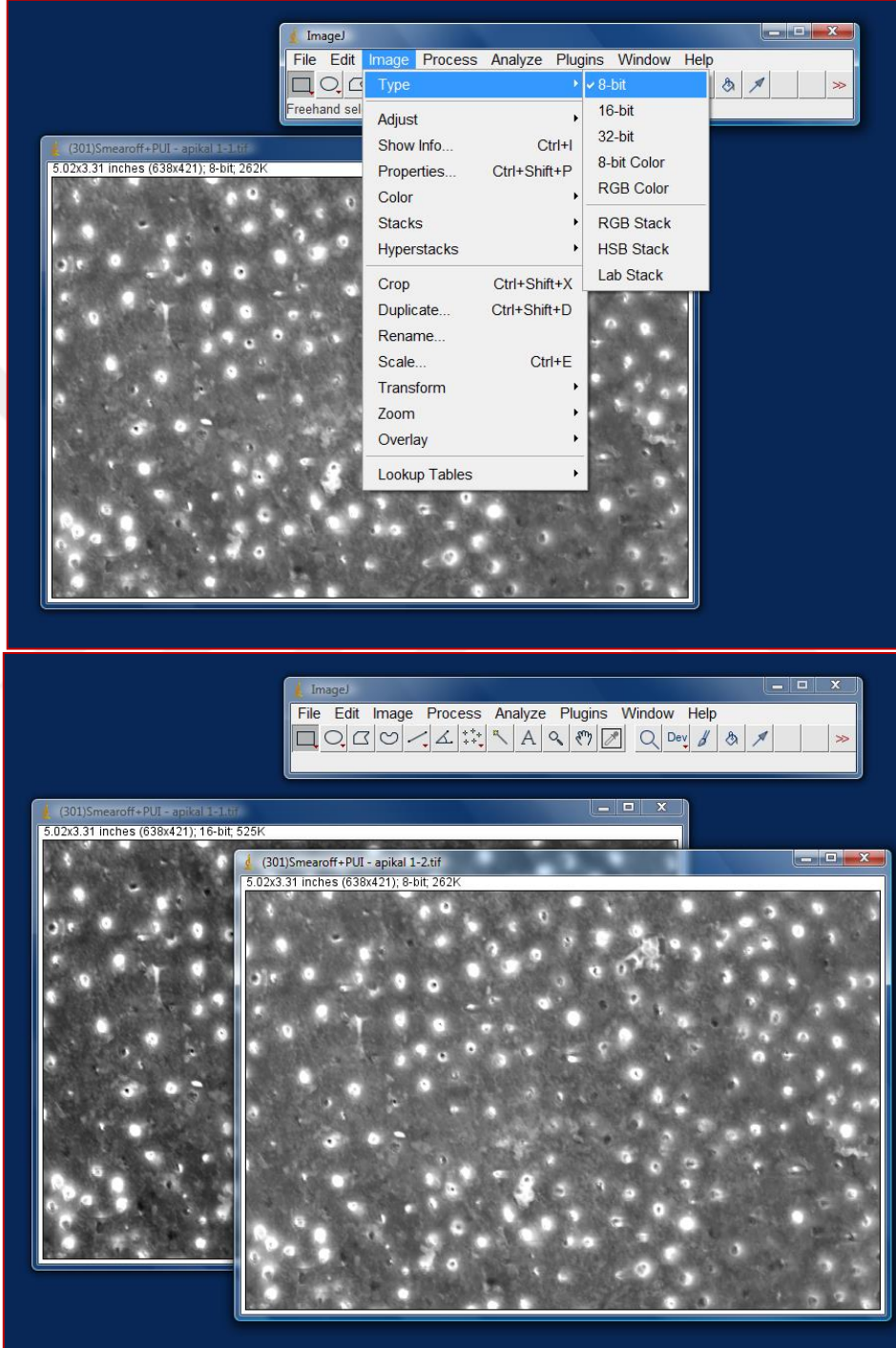
Şekil 3.18. Görüntünün ImageJ programına aktarıldıktan sonraki görüntüsü

Görüntünün sınırlarını belirlemek için istenilen kısım seçilip, “Image” komutu içerisindeki “Duplicate” komutu kullanılarak ayarlanmıştır. (Sekil 3.19)



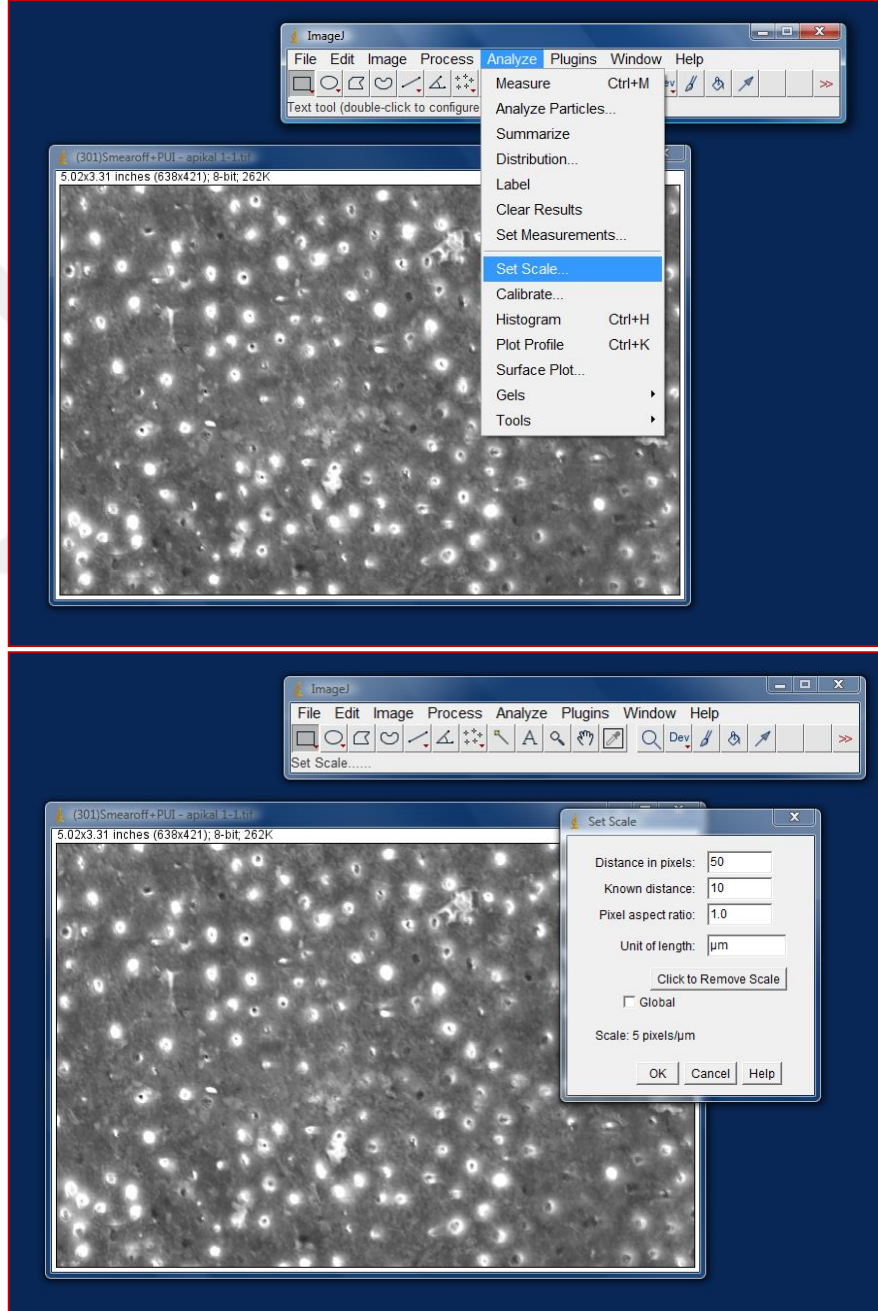
Şekil 3.19. Görüntünün sınırlarını belirttikten sonraki görüntüsü

Daha sonra “Image” komutu içerisindeki “Type” komutu kullanılarak görüntü 8-Bit gri skala formata dönüştürülmüştür.(Şekil 3.20)



Şekil 3.20. Görüntünün 8-Bit gri skala formata dönüştürüldükten sonraki görüntüsü

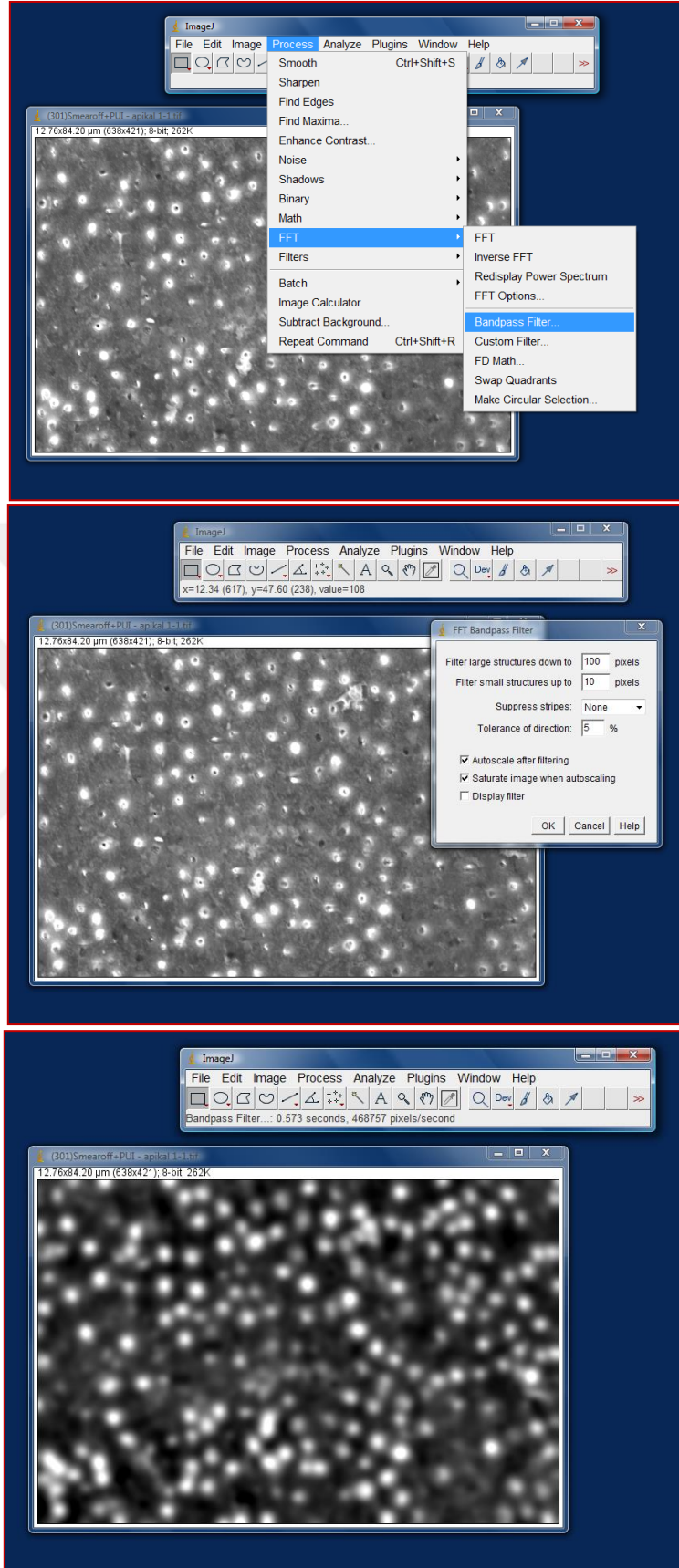
Referans ölçek değeri vermek için her bir görüntüye ait referans ölçek μm , inch, pixel veya herhangi bir uzunluk biriminde verilmesi gerekir. Bu işlem için ise “Analyze” komutu altında “Set Scale” komutunu kullanmak gerekir. Referans ölçek μm biriminde olup, skala 1 μm ’de 5 piksel olacak şekilde ayarlanmıştır. (Şekil 3.21)



Şekil 3.21. Tanımlanacak uzunluk için referans uzunluğunu verme. Bu değer belirlenen herhangi bir uzunluk biriminde olabilir.

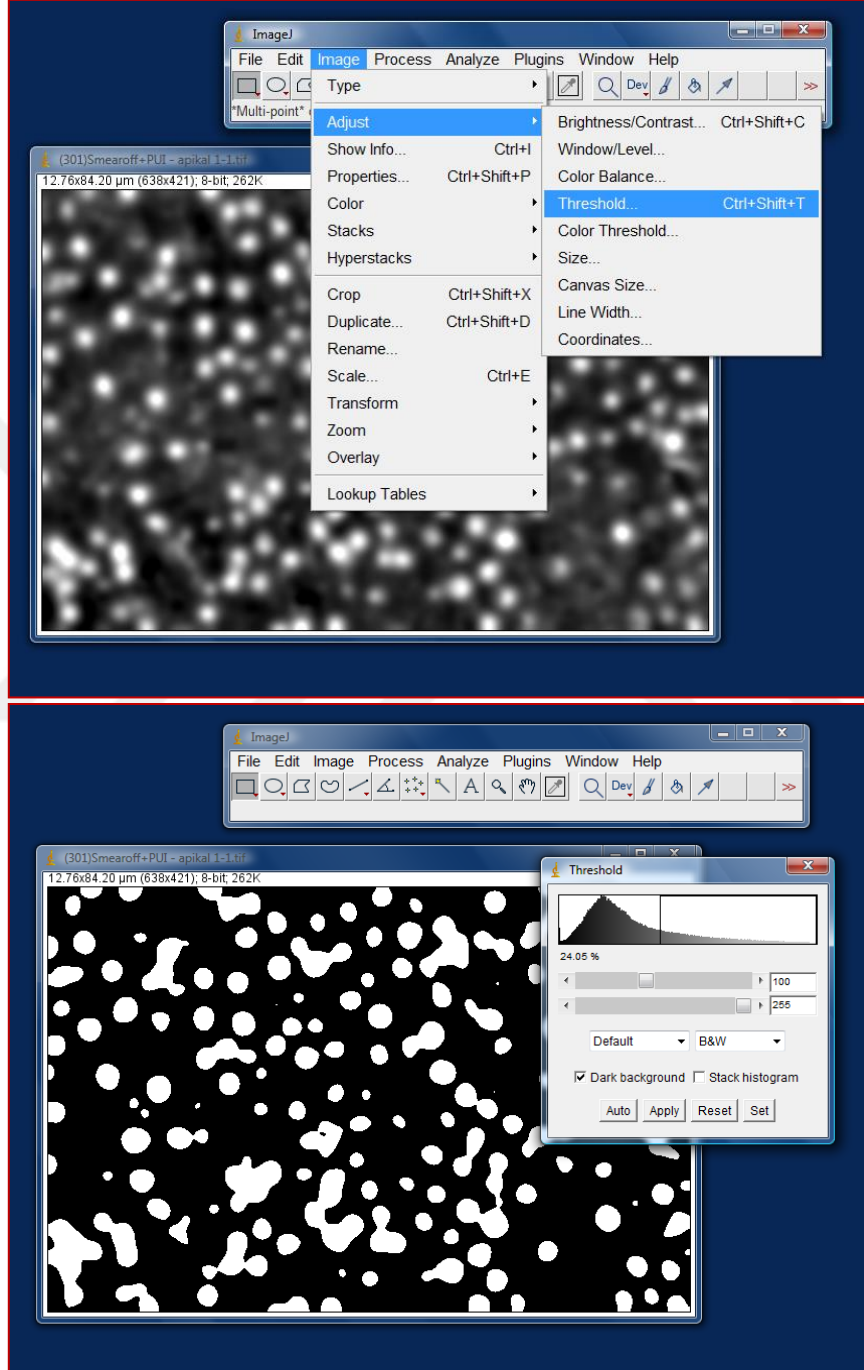
ImageJ programında artifaktlar filtre edilip gri alanlara dönüştürülerek elenmiştir ve görüntülerin arka planı standardize edilmiştir. Bunun için “Process” komutu içerisindeki “FFT” alt komutu altında “Bandpass Filter” komutu kullanılmıştır. 10 ila 100 arasındaki değere sahip pikseller, açık tübül alan olarak tanımlanmıştır. (Şekil 3.22)





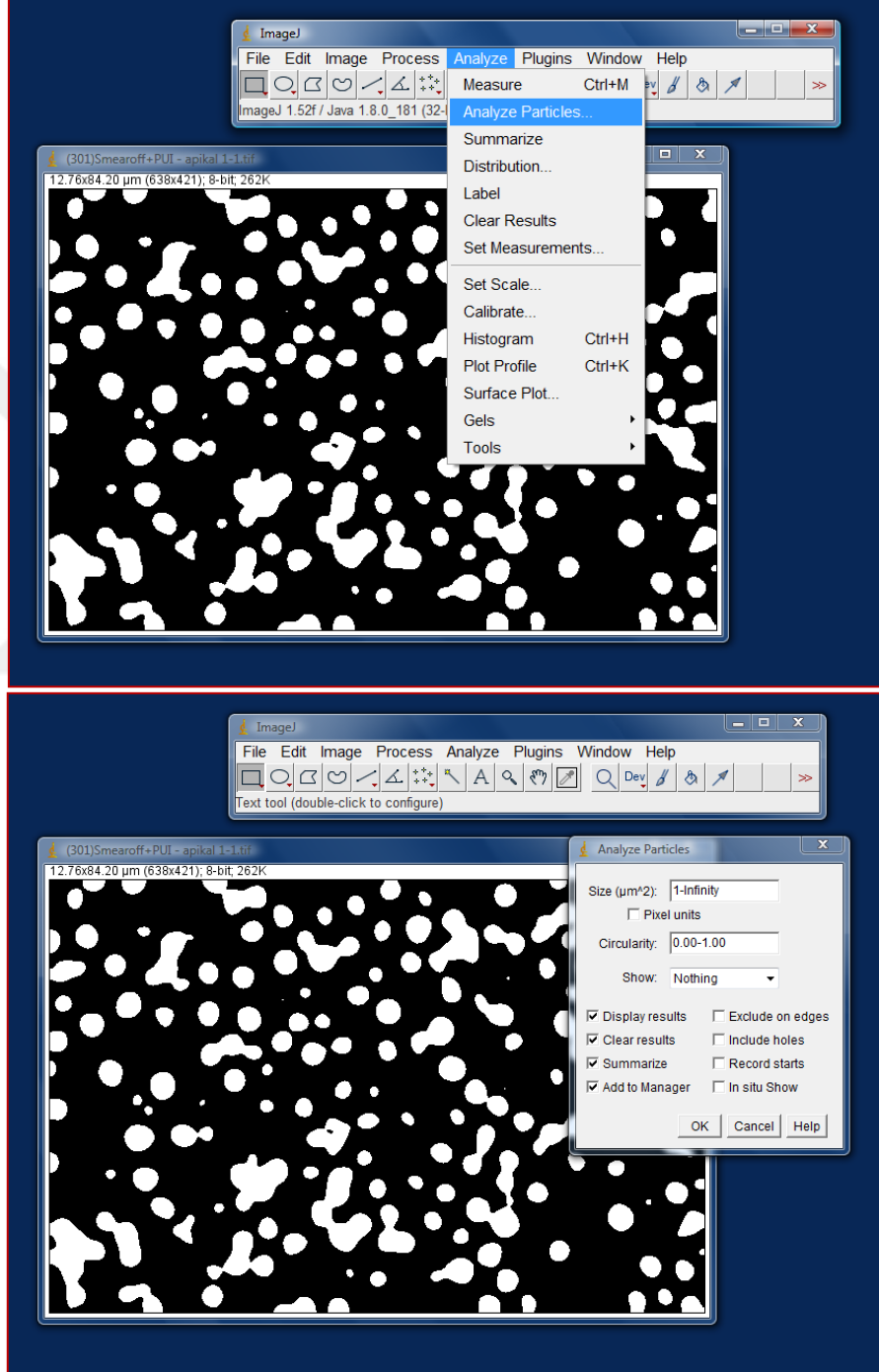
Şekil 3.22. Görüntünün artifiaktlar filter edildikten sonraki görüntüsü

Daha sonra, açık tübüllerin toplam alanı daha iyi hesaplamak için “Adjust threshold” kullanılmıştır. (Şekil 3.23)



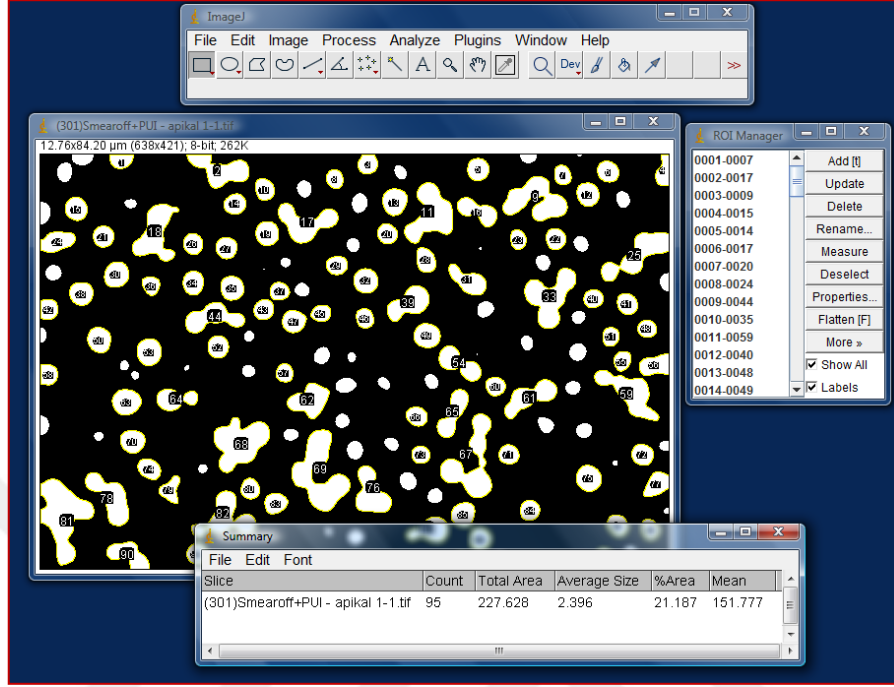
Şekil 3.23. Görüntüdeki açık tübüllerin toplam alanı daha iyi hesaplamak için “Adjust threshold” kullanıldıktan sonraki görüntüsü

Daha sonra görüntüye ait referans ölçeğe göre parçacık analizi yapmak için “Analyze” komutu altında “Analyze Particles ” komutunu kullanılmıştır. Bu işlemin nasıl yapılacağı şekil 3.24’de gösterilmektedir.



Şekil 3.24. Parçacık analizi

Daha sonra, açık tübüllerin toplam alanı (μm^2) hesaplanmıştır. (Şekil 3.25)



Şekil 3.25. Açık tübüllerin toplam alanının (μm^2) hesaplama sonucunda elde edilen veriler

3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışma tesadüf parselleri ($2 \times 3 \times 3$) faktöriyel deneme desenine göre dizayn edilerek solüsyon faktörünün seviyeleri (EDTA – SmearOFF), aktivasyon faktörünün seviyeleri (KŞİ – SA – PUA) ve kök bölgeleri (Koronal – Orta - Apikal) seviyeleri alınarak 20 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada; istatistik modelde, muamele etkisi 2 farklı solüsyon, 3 farklı aktivasyon, 3 farklı kök bölgesi ve ikili ve üçlü interaksiyonlardır. Modelde solüsyon, aktivasyon, kök bölge ve interaksiyon ortalamaları arasında istatistik olarak bir farkın olup olmadığı Üç Yönlü Varyans Analiz testi (Three Way ANOVA) yardımıyla araştırılmıştır. Denemede uygulama konularının

incelenen özellik olan toplam açık dentin tübül alanı (mm²) zerine etkisini belirlemek için, ele alınan özellik bakımından istatistik analizlerde Minitab versiyon 16 istatistik paket programı kullanılmıştır. Açık dentin tübül alanı (mm²) zelliği normal dağılım (Kolmogorov-Smirnov Kontrolü) ve grup varyansları homojenlik (Bartlett Testi) göstermektedir (p>0.05). Tüm veriler %5 hata ve %95 güven sınırları içinde yapılmıştır.



4.BULGULAR

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre tüm kök bölgelerinin irrigasyon solüsyonları karşılaştırılması açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p>0.05$). Yine, irrigasyon aktivasyon yöntemleri açısından karşılaştırılması sonucu ise Pasif ultrasonik aktivasyon (PUA)-Sonik aktivasyon (SA) gruplar arasında ve Sonik aktivasyon-Klasik Şırınga İrrigasyon grupları (KŞİ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p>0.05$). Ancak PUA-KŞİ grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görüldü ve PUA grubun KŞİ gruba göre smear tabakasını uzaklaştırmada daha iyi sonuçlar verdiği tespit edildi ($p<0.05$), ayrıca kök bölgeleri açısında en fazla smear tabakasının temizlenebildiği alanın kök kanallarının orta kısımları olduğu bulunmuştur ve bu bölgeyi sırasıyla koronal bölge ve apikal bölge takip etmektedir. ($p<0.05$) (Tablo 4.1,Tablo 4.2,Tablo 4.3,Tablo 4.4,Tablo 4.5)

Tablo 4.1. Smear tabakası özelliğine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	SD	KT	Düzeltilmiş KT	Düzeltilmiş KO	F Değeri	P Değeri
Solüsyon	1	0.078	0.078	0.078	0.05	0.819
Aktivasyon	2	16.183	16.183	8.091	5.42	0.005
Bölge	2	361.613	361.613	180.806	121.13	0.000
Solüsyon*Aktivasyon	2	0.495	0.495	0.248	0.17	0.847
Solüsyon*Bölge	2	0.378	0.378	0.189	0.13	0.881
Aktivasyon*Bölge	4	1.969	1.969	0.492	0.33	0.858
Solüsyon*Aktivasyon*Bölge	4	2.857	2.857	0.714	0.48	0.751
Hata	342	510.511	510.511	1.493		
Genel	359	894.084				

SD: Standart Sapma, KT: Kareler Toplamı, KO: Kareler Ortalaması

Tablo 4.2. Smear Tabaka Özelliğinin Solüsyon Seviyelerine Ait Tanıtıcı İstatistikler

Solüsyon	n	Minimum (mm ²)	Maksimum (mm ²)	Ortalama (mm ²)	Std Sapma
EDTA	180	0.003	7.834	4.675	1.672
SmearOFF	180	0.006	9.793	4.645	1.483

Tablo 4.3. Smear Tabaka Özelliğinin Aktivasyon Seviyelerine Ait Tanıtıcı İstatistikleri

Aktivasyon	n	Minimum (mm ²)	Maksimum (mm ²)	Ortalama (mm ²)	Std Sapma
KŞİ	120	0.003	8.238	4.372	1.686
SA	120	1.184	9.793	4.730	1.569
PUA	120	1.599	7.769	4.877	1.440

Tablo 4.4. Smear Tabaka Özelliğinin Bölge Seviyelerine Ait Tanıtıcı İstatistikleri

Bölge	n	Minimum (mm ²)	Maksimum (mm ²)	Ortalama (mm ²)	Std Sapma
Koronal	120	0.003	8.238	4.848	1.465
Orta	120	2.6665	9.7930	5.7826	1.0799
Apikal	120	1.1839	7.0190	3.3492	1.0784

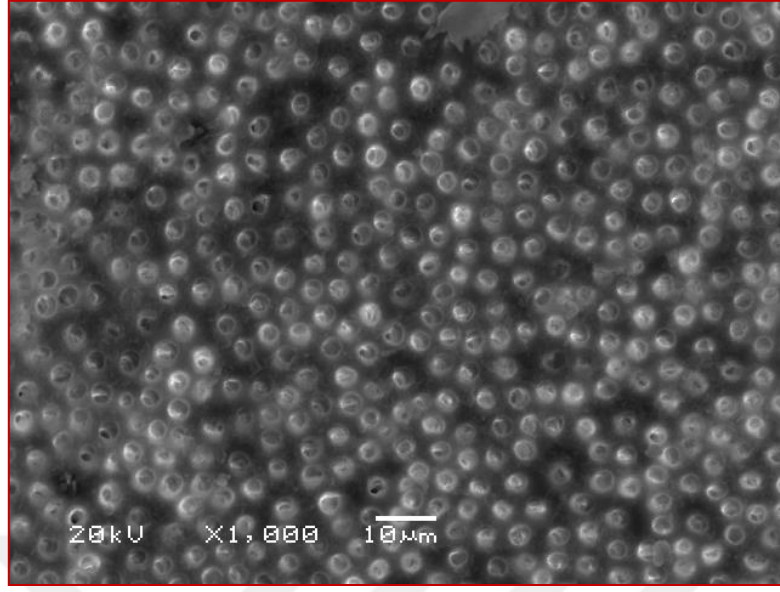
Tablo 4.5. Tanıtıcı İstatistikler ve Smear Tabakasının Farklı Aktivasyon, Solüsyon ve Bölgeler İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Bölgeler	Aktivasyon										Bölge Ort±S.Hata
	PUA			SA			KŞİ			SmearOFF	
	EDTA	SmearOFF	EDTA	EDTA	SmearOFF	EDTA	EDTA	SmearOFF	EDTA		
Koronal	5.064±0.310	5.091±0.203	4.947±0.340	4.964±0.252	4.685±0.439	4.335±0.374	4.848±0.134 ^a				
Orta	5.949±0.196	5.937±0.157	6.146±0.168	5.760±0.259	5.315±0.315	5.588±0.290	5.783±0.099 ^b				
Apikal	3.521±0.278	3.701±0.278	3.271±0.291	3.291±0.152	3.172±0.242	3.139±0.173	3.349±0.098 ^c				
Solüsyon Ort ±S.Hata	4.675±0.125 ^a	4.645±0.111 ^a	4.675±0.125 ^a	4.645±0.111 ^a	4.675±0.125 ^a	4.645±0.111 ^a					
Aktivasyon Ort ±S.Hata	4.877 ±0.131 ^a			4.730±0.143 ^{ab}			4.372±0.154 ^b				

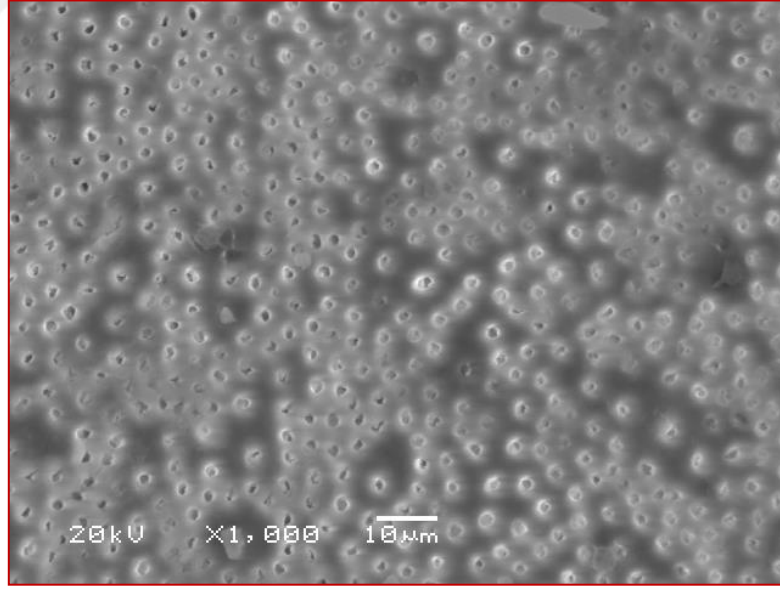
*(p>0.05); a, ab, b

İrrigasyon Solüsyonları, Aktivasyon Tekniği ve Kökün Farklı Bölgelerine Ait Gruplardan Alınan Tipik Örneklerin SEM Görüntüleri

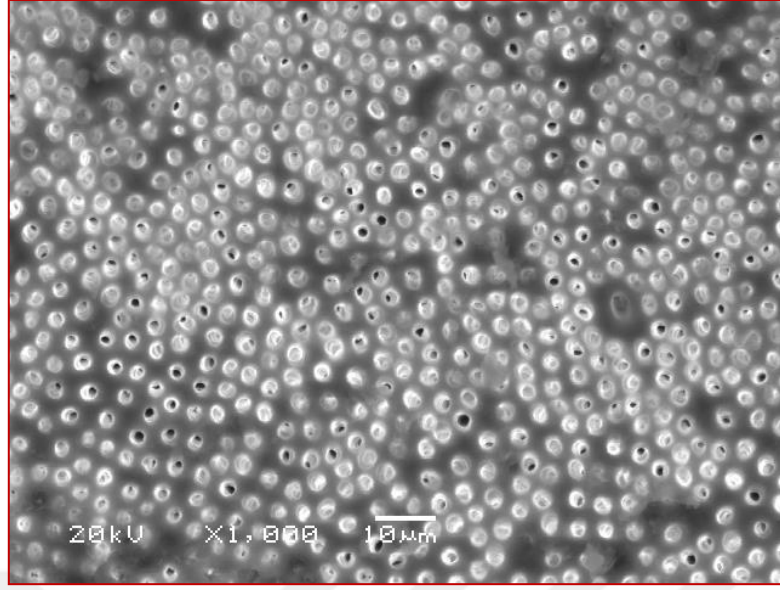
İrrigasyon solüsyonlarına ait verilerin istatistiksel analiz sonuçları, gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir ($p>0.05$). Aktivasyon tekniğine ait verilerin istatistiksel analiz sonuçları PUA ve KŞİ gruplar arasında anlamlı fark göstermiştir ($p<0.05$). PUA-SA ve SA-KŞİ gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Kökün farklı bölgelerine ait verilerin istatistiksel analiz sonuçları gruplar arasında anlamlı fark göstermiştir ($p<0.05$). Her gruptan alınan tipik örneklerin SEM görüntüleri Şekil 4.1-18'de verilmiştir. Örneklerin çoğunda koronal ve orta bölgede dentin tübüllerinin açık ve smear tabakasının uzaklaştırıldığı ancak, apikalde smear tabakasının varlığı ve dentin tübüllerinin çoğunlukla kapalı olduğu gözlenmiştir. (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17, Şekil 4.18)



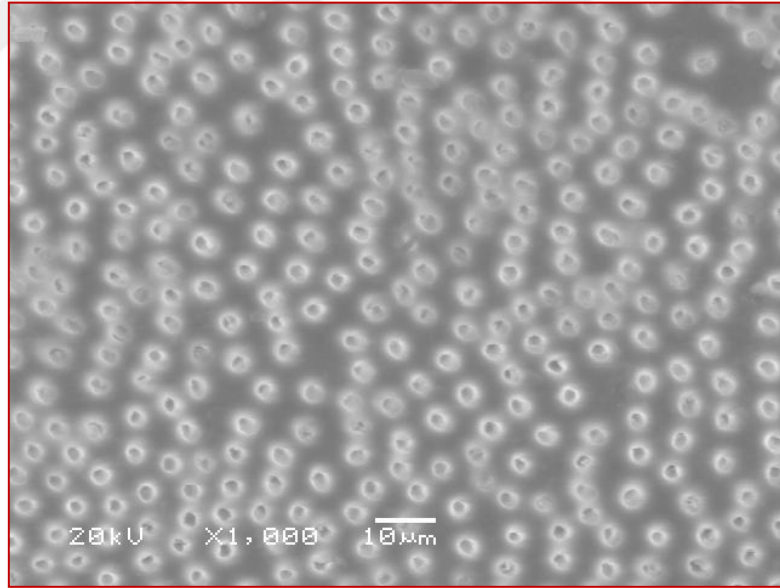
Şekil 4.1. Son irrigasyonda **SmearOFF** solüsyonunun **klasik şırınga** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **koronal** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



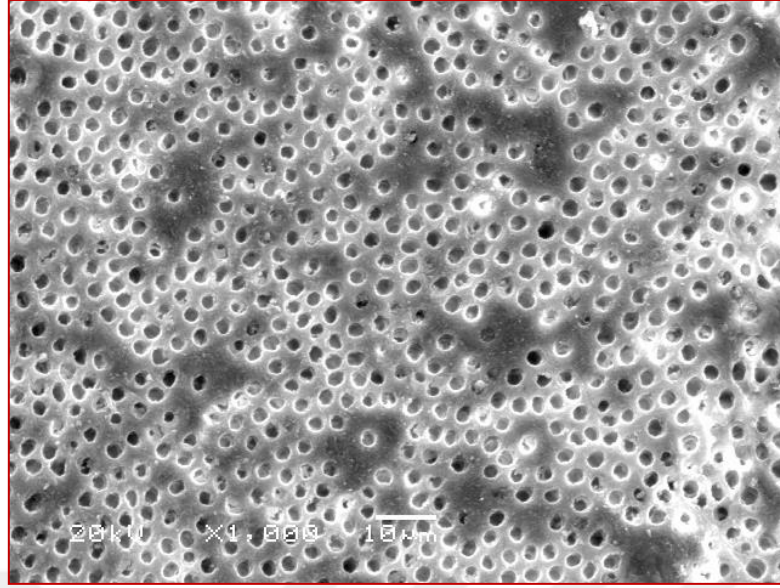
Şekil 4.2. Son irrigasyonda **%17'lik EDTA** solüsyonunun **klasik şırınga** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **koronal** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



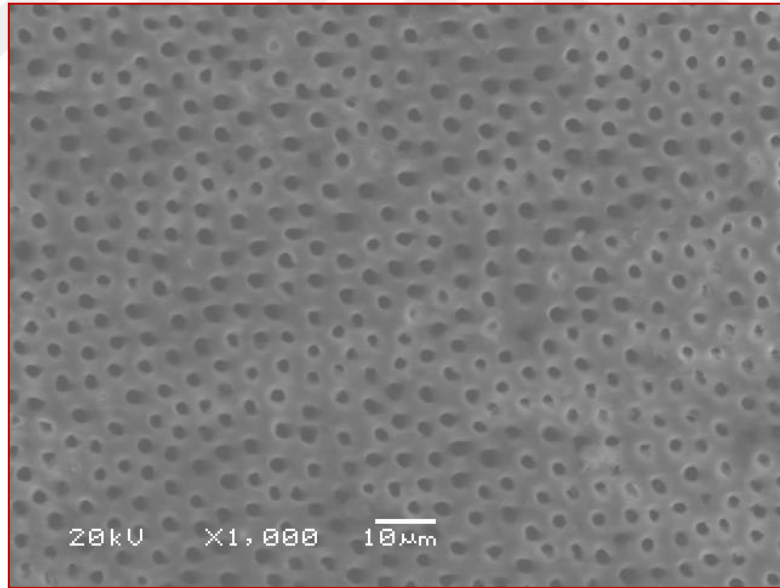
Şekil 4.3. Son irrigasyonda **SmearOFF** solüsyonunun **Sonik aktivasyon** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **kronal** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



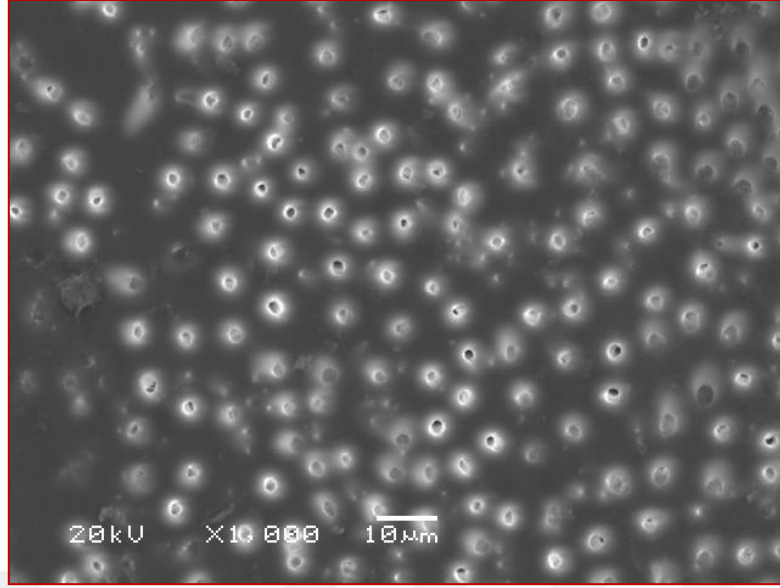
Şekil 4.4. Son irrigasyonda **%17'lik EDTA** solüsyonunun **Sonik aktivasyon** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **kronal** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



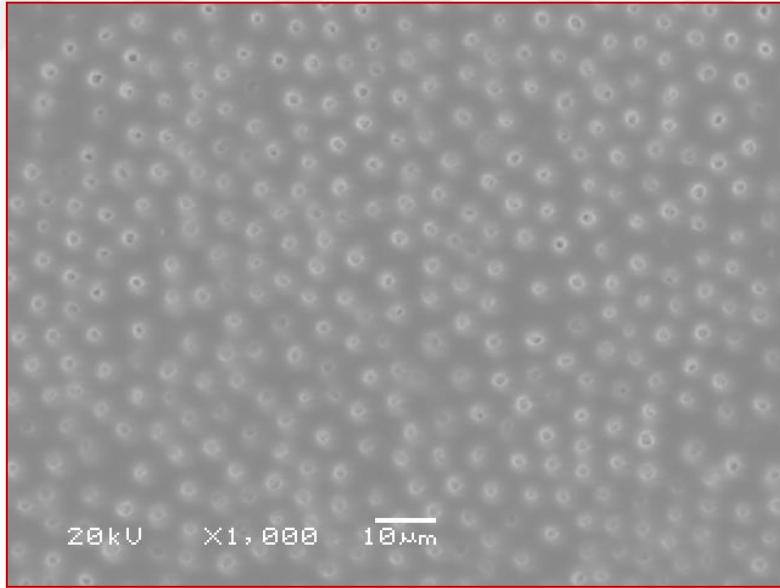
Şekil 4.5. Son irrigasyonda **SmearOFF** solüsyonunun **Pasif Ultrasonik Aktivasyon** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **koronal** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



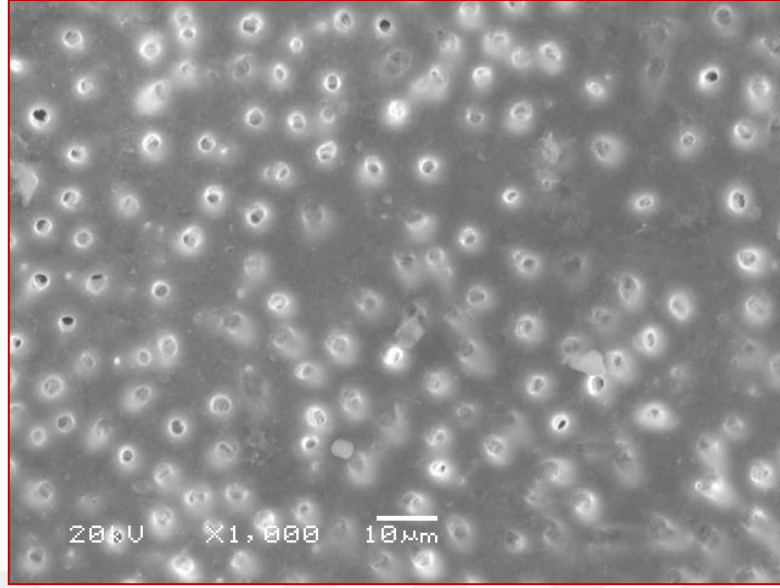
Şekil 4.6. Son irrigasyonda **%17'lik EDTA** solüsyonunun **Pasif Ultrasonik Aktivasyon** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **koronal** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



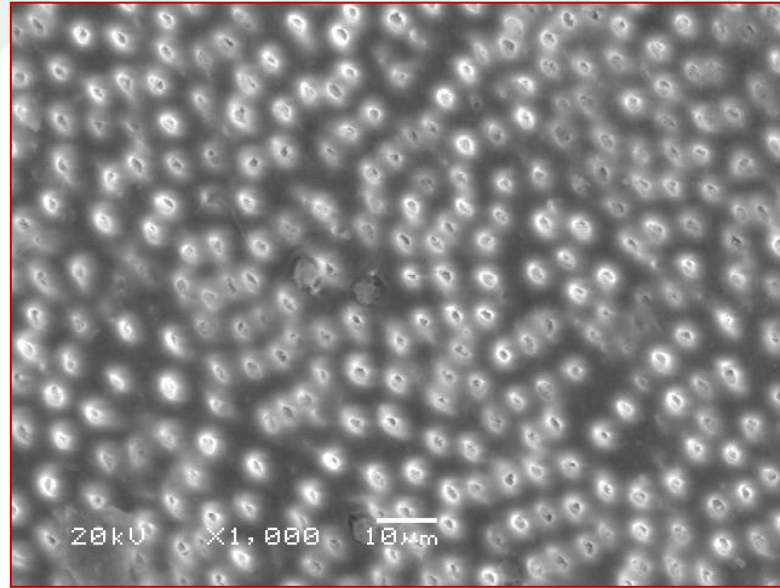
Şekil 4.7. Son irrigasyonda **SmearOFF** solüsyonunun **klasik şırınga** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **orta** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



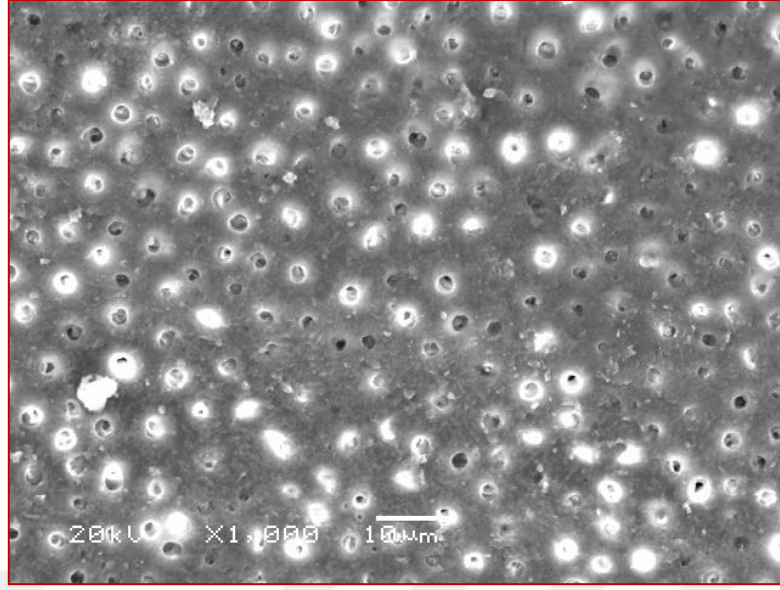
Şekil 4.8. Son irrigasyonda **%17'lik EDTA** solüsyonunun **klasik şırınga** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **orta** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



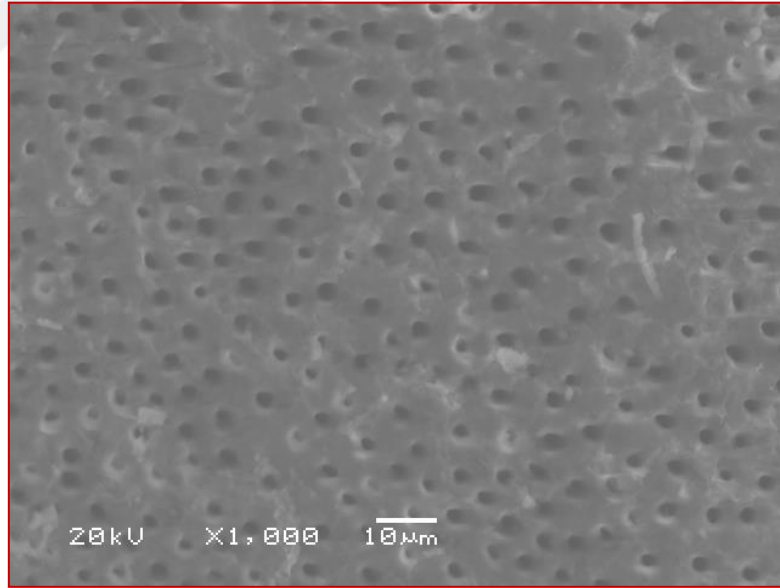
Şekil 4.9. Son irrigasyonda **SmearOFF** solüsyonunun **Sonik aktivasyon** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **orta** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



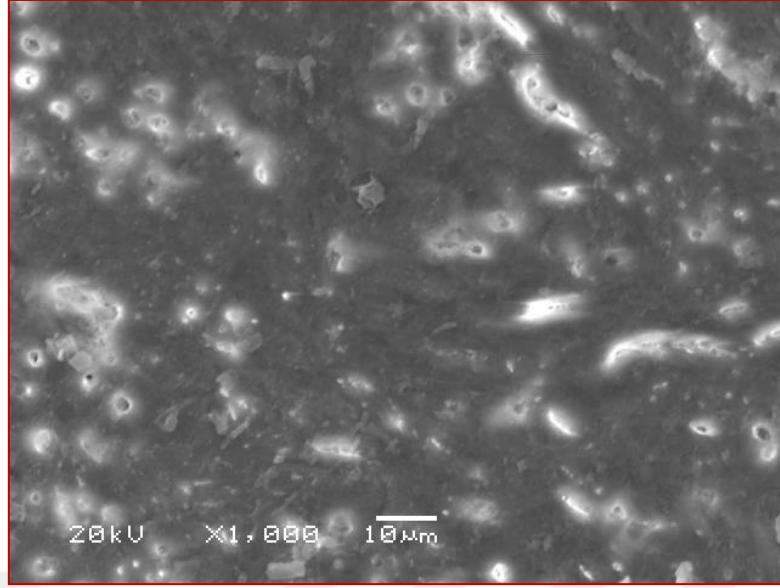
Şekil 4.10. Son irrigasyonda **%17'lik EDTA** solüsyonunun **Sonik aktivasyon** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **orta** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



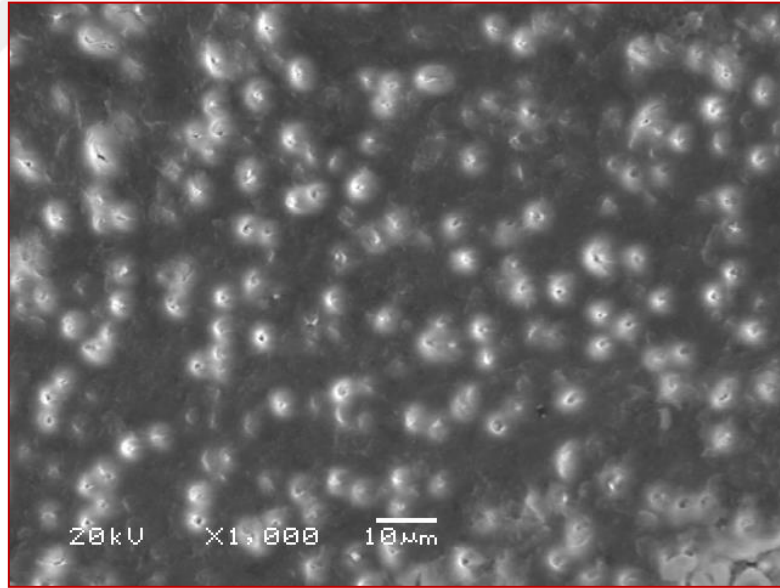
Şekil 4.11. Son irrigasyonda **SmearOFF** solüsyonunun **Pasif Ultrasonik Aktivasyon** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **orta** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



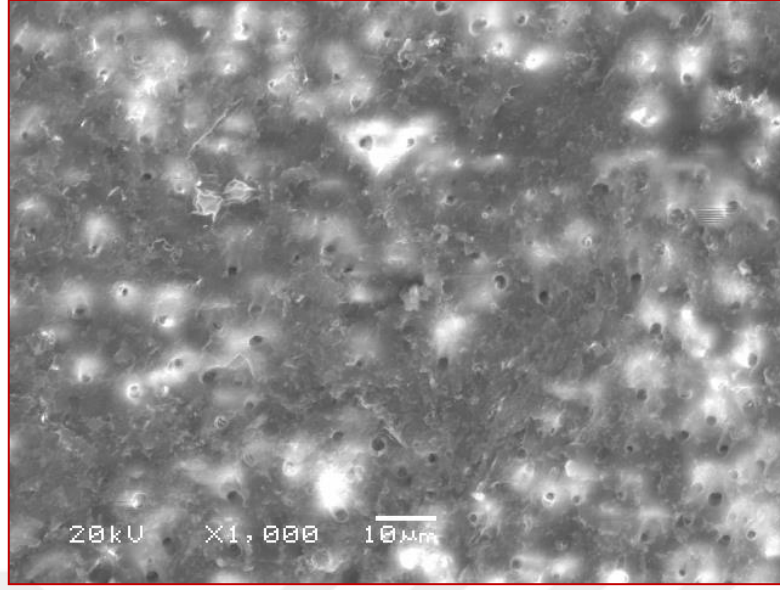
Şekil 4.12. Son irrigasyonda **%17'lik EDTA** solüsyonunun **Pasif Ultrasonik Aktivasyon** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **orta** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



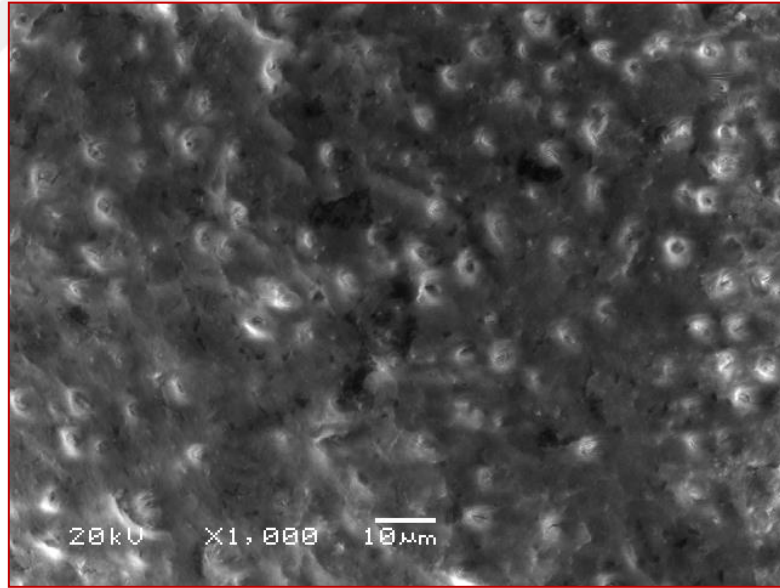
Şekil 4.13. Son irrigasyonda **SmearOFF** solüsyonunun **klasik şırınga** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **apikal** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



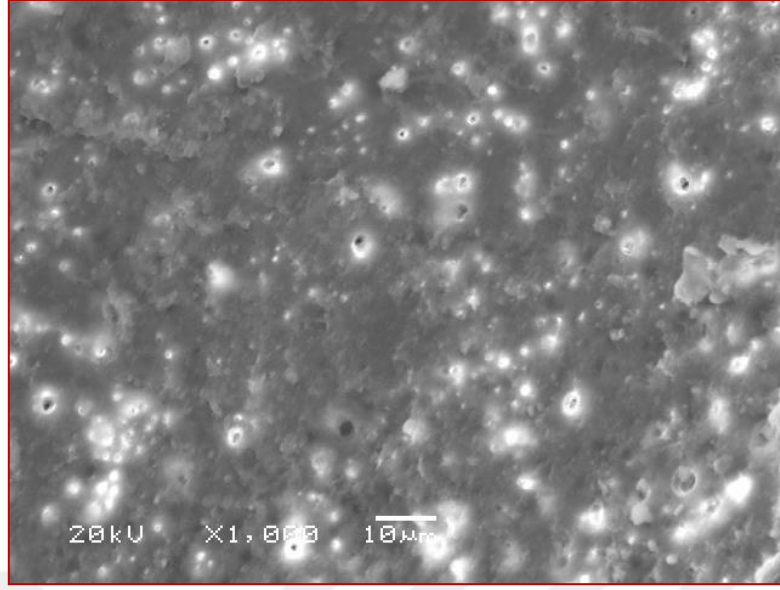
Şekil 4.14. Son irrigasyonda **%17'lik EDTA** solüsyonunun **klasik şırınga** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **apikal** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



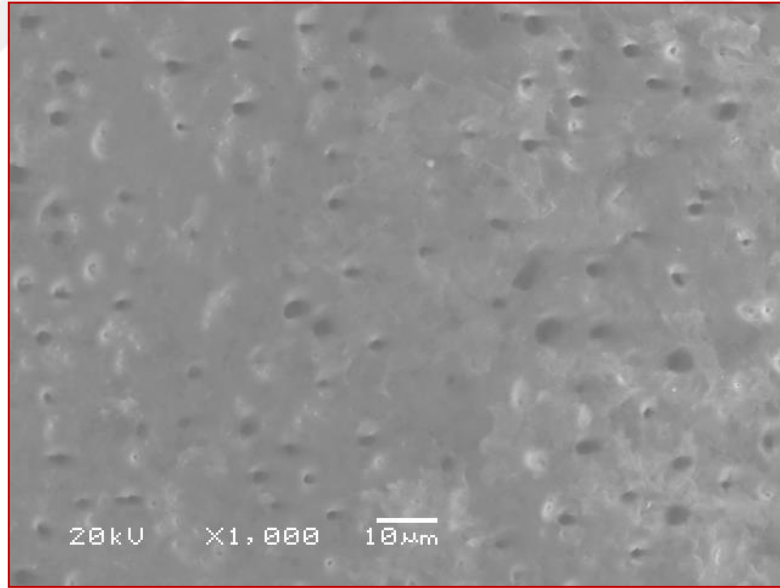
Şekil 4.15. Son irrigasyonda **SmearOFF** solüsyonunun **Sonik aktivasyon** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **apikal** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



Şekil 4.16. Son irrigasyonda **%17'lik EDTA** solüsyonunun **Sonik aktivasyon** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **apikal** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



Şekil 4.17. Son irrigasyonda **SmearOFF** solüsyonunun **Pasif Ultrasonik Aktivasyon** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **apikal** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)



Şekil 4.18. Son irrigasyonda **%17'lik EDTA** solüsyonunun **Pasif Ultrasonik Aktivasyon** tekniği ile kullanılması sonucu kök kanal dentinin **apikal** üçte birlik bölgesine ait SEM görüntüsü (x1000 büyütme)

5.TARTIŞMA

Kök kanal tedavisi; kök kanallarının el veya döner sistem eğeleri ile şekillendirilmesi, ardından irrigasyon solüsyonları kullanılarak kanal içi medikamentler ile dezenfeksiyonu sonrası sızdırmaz şekilde kök kanal dolununun yapılmasıdır.¹⁷⁸

Ni-Ti kanal aletleri, paslanmaz çelik olanlara kıyasla kök kanal preparasyonu sırasında 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 kök kanal yüzeyinde dokunulmayan alanlar kalabilir ve tam bir debridman elde edilemeyebilir.¹⁷⁹ Bu yüzden antibakteriyel irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinden yararlanılması amacıyla yeni irrigasyon solüsyonlarının geliştirilmesine ve farklı tekniklerle mevcut solüsyonların aktivasyonunun sağlanmasına yönelik araştırmalar devam etmektedir. Yapılan araştırmalarda irrigasyon solüsyonlarının etkili olabilmesi için kanal duvarlarının tümüne özellikle de apikal bölgedeki kök kanal duvarı yüzeyine temasının önemi bildirilmiştir.^{37,180}

Başarılı bir endodontik tedavi için kök kanallarının, pulpal ve periapikal enfeksiyonlara neden olan mikroorganizmaların ve toksik maddelerin tamamıyla ortadan kaldırılarak, optimum şekilde temizlenmesi gerekmektedir. Preparasyon sonucunda kök kanal yüzeylerinde oluşan smear tabakası ve debris, endodontik başarıyı olumsuz yönde etkileyen faktörlerdendir.^{18,21}

Kök kanallarının kompleks bir yapıya sahip olması nedeniyle doku artıklarının sadece mekanik olarak uzaklaştırılması mümkün değildir. Bu alanların etkili bir şekilde temizlenebilmesi sadece irrigasyon solüsyonları ve onların eritici özellikleriyle

mümkündür. Böylece yumuşak dokular çözülebilmekte ve mekanik preparasyon ile genişletilen kök kanalı yoluyla dışarıya çıkartılmaktadır.¹⁸¹

Peters ve ark.¹⁸², kanal aletlerinin kök kanal yüzeyinin %35 veya daha fazla kısmına asla değmediğini rapor etmişlerdir. Aletlerin temas etmediği bu alanların temizlenmesi sadece irrigasyon ile mümkündür. Kök kanal eğeleri ile mekanik olarak kanal içeriği uzaklaştırılmaya çalışılırken, mekanik olarak temizlenemeyen artıkları ve mikroorganizmaları uzaklaştırabilmek için irrigasyon işlemi uygulanmaktadır.

Final irrigasyonu, dişlerin mekanik preparasyonu ve temizlenmesini takiben kanal doldurulmasından önce diş köklerinin son kez irrigasyon solüsyonlarıyla yıkanması ve bu şekilde kalan bakteri, organik debris ve smear tabakasının uzaklaştırılması işlemidir. Final irrigasyonu işleminden sonra kanallar kağıt konularla kurulanıp doluma hazır hale gelmektedir. El aletleri veya döner sistem eğeleri ile yapılan kök kanal preparasyonları neticesinde her ne kadar eğeleme işlemi sırasında irrigasyon yapılsa da kanal doldurmadan önce, smear tabakası ve debrisini uzaklaştırmak amacıyla, kök kanallarının etkili bir şekilde final irrigasyonunun yapılması gerekmektedir. Çalışmamıza benzer şekilde, farklı irrigasyon aktivasyon yöntemleri ve farklı solüsyonların etkinliğinin araştırıldığı birçok çalışmada final irrigasyon prosedürünün etkinliği değerlendirilmiştir.^{112,134,183-187}

Smear tabakası, mine ve dentin dokularının el aletleri veya döner aletlerle kesilmesi sonucu doku yüzeyinde ortaya çıkarak dentin tübüllerini kapatan; organik yapısında nekrotik artıkları, yumuşak dokuları, proteinler, canlı veya dekompoze olmuş organik artıkları, mikroorganizmaları içeren, inorganik yapısında ise dentin parçacıkları içeren bir yapıdır.¹⁸⁸ Bugüne kadar smear tabakasının kök kanal duvarlarından uzaklaştırılması amacıyla pek çok materyal ve teknik kullanılmıştır.^{21,67,189} Fakat smear

tabakasının kaldırılıp kaldırılmaması gerekliliği ile ilgili genel bir ortak görüş yoktur.⁶⁴ Bazı araştırmacılar smear tabakasının uzaklaştırılmasının gerekliliğini savunurlarken^{188,190}, bazı araştırmacılar da uzaklaştırılmaması^{23,191,192} yönünde görüş beyan etmişlerdir. Ancak içerdiği bakterilerin kök kanal dolgusunda mikrosızıntıya sebep olması, yüzeyel olarak kök kanal duvarını örterek dentin tübüllerini bir tıkaç olarak kapatması, oluşan tübüler tıkaçın, kanal dolgu maddelerinin, kanallarda kullanılan çeşitli ilaçların ve irrigasyon solüsyonlarının dentin kanallarına penetrasyonunu önlemesi gibi nedenlerden dolayı smear tabakasının kaldırılması görüşü literatürde ağır basmaktadır.^{17,25,64,193}

Kök kanallarında smear tabakasının organik ve inorganik içeriğinin ikisini birden uzaklaştırabilen bir solüsyon bulunmadığından kök kanallarının irrigasyonunda organik ve inorganik çözücülerin birlikte kullanılması tavsiye edilmiştir.¹⁹⁴⁻¹⁹⁶

Ørstavik ve Haapasalo³², smear tabakasının uzaklaştırılmasının önemini bildirmişler ve dentin tübülleri açık olduğunda kullanılan kanal içi medikamentlerin etki göstermeleri için gerekli sürenin daha az olduğunu belirtmişlerdir.

Bystrom ve Sundqvist⁵⁸, smear tabakası varlığının kanal içi medikament ve irrigasyon solüsyonlarının dentin tübüllerine ulaşmasını önleyeceğini veya belirgin şekilde geciktireceğini rapor etmişlerdir.

Smear tabakasının varlığı bakterilerin kolay bir şekilde üremelerine, irrigasyon solüsyonunun etkinliğinin azalmasına ve kök kanal tedavisi sonrası mikrosızıntıya neden olmaktadır.²¹ Yapılan araştırmalar ışığında, başarılı bir kök kanal tedavisi için smear tabakasının kanal duvarlarından uzaklaştırılması gerektiği düşüncesindeyiz.

Bu çalışmanın amacı, %17 EDTA ve SmearOFF solüsyonlarının klasik şırınga, sonik ve pasif ultrasonik aktivasyon teknikleri ile uygulanmasının smear tabakasını uzaklaştırmaları üzerine etkinliklerinin değerlendirilmesidir.

Çalışmamızda 120 adet yeni çekilmiş insan mandibular premolar dişi kullanıldı. Daha sağlıklı veriler elde edebilmek için tek köklü ve kök yapıları birbirine yakın mandibular premolar dişler tercih edildi. Her bir grupta 20 adet diş kullanıldı. Fazla sayıda diş kullanmamızın nedeni dişlerin kök yüzey anatomilerinin potansiyel varyasyon göstermesidir. Böylelikle daha fazla veri elde edilerek daha sağlıklı sonuçlara ulaşılacak istenmiştir. Çalışkan ve ark.¹⁹⁷, Türk toplumunda kök kanal varyasyonlarını araştırdıkları çalışmalarında, üst çenede en çok varyasyon gösteren dişlerin ikinci premolarlar ve molarların mesiobukkal kökü olduğunu alt çenede ise mandibular premolar haricinde bütün dişlerin varyasyon gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda kullanılan mandibular premolar dişler, düz bir kök kanal morfolojisine sahip olması nedeniyle ve daha önce yapılmış benzer çalışmalarla kıyaslanabilirlik göz önünde bulundurulduğundan tercih edilmiştir. Eğimi olmayan ve sadece mandibular premolar dişlerin tercih edilmesinin nedeni hem deney düzeneğinin standardizasyonu hem de düzgün kalitede SEM görüntüleri elde edebilmektir.

İn vitro çalışmalarda kullanılan dişler farklı koşullarda bekletilebilmektedir. Bu konuda yapılan bir derleme çalışmasında, çalışmada kullanılacak dişlerin musluk suyu, distile su, timol veya serum fizyolojik içerisinde bekletilebileceği belirtilmiştir.¹⁹⁸ Goodis ve ark.¹⁹⁹, ethanol, formalin, timollü distile su, fosfatlı salinde bekletmişlerdir ve depolama solüsyon türü zaman içinde dentin geçirgenliğinin etkilediğini bildirmişlerdir. Bu bilgiler ışığında, bizim çalışmamızda kullanılan dişler oda sıcaklığında distile su içerisinde saklanmıştır.

Yaptığımız çalışmada deney gruplarında kullanılacak olan dişlere ait boyutsal farklılıkların çalışmayı etkilemesini ve standart sapmaya neden olmasını önlemek amacıyla, tek ve düz kanallı, kök kanalları kalsifiye olmayan, çürüksüz ve restorasyonsuz, kök rezorbsiyonu ve kök kırığı olmayan, kök uzunluğu ve anatomileri aynı tipte olan dişler çalışmaya dahil edildi.

Tüm deney gruplarındaki dişlerin kuronları, kök boylarının eşit olması amacıyla (16 ± 1 mm), elmas frezler yardımıyla su soğutması altında uzaklaştırılarak çalışmayı etkileyebilecek boyutsal farklılıklar elimine edilmeye çalışıldı.

Etkili 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 bildirilmiştir.²⁰⁰⁻²⁰² Yapılan çalışmalarda kökün apikal bölgesinin preparasyon boyutu arttıkça hem bölgeye daha fazla hacimde solüsyonun ulaştığı hem de solüsyonun değişimi daha fazla olduğu için irrigasyon etkinliğinin arttığı bildirilmiştir.^{109,178} Literatürde kök kanallarındaki irrigasyon solüsyonlarının akışının görüntülenmesinde kullanılan bir teknik olan bilgisayarlı akış dinamiği analizlerinde (CFD), genişletme açısının ve apikal preparasyonun artırılmasının, kök kanallarında irrigasyonun etkinliğini arttırdığı bildirilmiştir.²⁰³ Apikal periodontitisli dişlerde apikal preparasyon boyutu ne kadar büyük olursa kanal içi bakteri sayısının o kadar azaldığını ortaya koyan çalışmalar mevcuttur.^{201,204} Plotino ve ark.²⁰⁵ ile Usman ve ark.²⁰⁶ kök kanallarının apikal kısmının genişletilmesinde yapılan geniş preparasyonların daha dar yapılan preparasyonlara göre temizleme etkinliğini arttırdığını iddia etmektedirler. Salzgeber ve Brilliant^{207,208} apikal bölgeye irrigasyon solüsyonlarının ulaşması için gerekli preparasyon boyutunun en az #30

olması gerektiğini bildirmiştir. Ayrıca literatürde, iğnenin apikalden 1-2 mm geride yerleşimi için kökün apikal kısmının en az #35–40 boyutunda genişletilmesi gerektiği rapor edilmiştir.^{90,109,206-210} Araştırmalarımızda kullandığımız irrigasyon teknikleri arasındaki farklılıkları optimum seviyede karşılaştırmak, genişletme ve şekillendirme işlemindeki varyasyonların olmasını engellemek, çalışmamızla benzer çalışma metoduna sahip diğer araştırmalarla kıyaslanabilirlik ve kullanılan irrigasyon solüsyonlarının kök kanallarında yeterli derinliğe ulaşabilmesi amacıyla kök kanallarının genişletilmesinde Reciproc R50 kök kanal eğesi kullanılmıştır.^{211,212}

İrrigasyon aktivasyon sistemlerinin debridman etkinliği, irrigasyon solüsyonun apikal bölgeye ve kanal aletlerinin dokunmadığı kök kanal duvarlarına temasıyla etkili 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.^{6,213-216} İrrigasyon aktivasyon tekniklerinin değerlendirildiği çalışmalarda dişlerin apikal bölgesi mum, silikon ölçü maddesi, sıcak silikon, yapıştırıcı gibi materyallerle kapatılarak klinik ortam yansıtılmaya çalışılmaktadır.²¹⁷ Tay ve ark.⁶, açık ve kapalı deney düzeneklerini smear tabakası ve debris uzaklaştırma etkinliği açısından değerlendirmişlerdir ve kök kanalının herhangi bir seviyesinde smear tabakasının uzaklaştırılması açısından açık ve kapalı deney grupları arasında farklılık görülmemiştir. Fakat kapalı sistemde debris açısından değerlendirildiğinde, kök kanalının apikal üçlüsünde sıvı ve gaz değişimi önlenmiş olduğundan “vapor lock” denilen gaz birikimi, irrigasyon solüsyonuna etki edip daha fazla debris görüldüğü saptanmıştır. Bu tez çalışmasında sadece smear tabakası değerlendirildiğinden, açık sistem tercih edilmiştir.

Araştırmacılar kök kanallarındaki artıkların iyi bir şekilde temizlenebilmesi için farklı irrigasyon tekniklerinin yanı sıra farklı irrigasyon solüsyonları da kullanmaktadırlar.²¹⁸ Endodontik tedavide değişik ajanlar irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmıştır. Su, serum fizyolojik, oksitleyiciler, asitler, şelasyon ajanları, proteolitik enzimler, alkalin solüsyonları gibi materyaller geçmişten günümüze farklı konsantrasyonlarda kullanılmaktadırlar.²¹⁸

Endodontik tedavide kullanılan irrigasyon solüsyonlarında çeşitli özellikler aranmaktadır. Bunlar; geniş spektrumlu antibakteriyel etki göstermesi, smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırması, periapikal dokular tarafından tolere edilebilmesi, kayganlaştırıcı etkiye sahip olması, dokuları çözebilme özelliğine sahip olması ve periapiks alana taşması sonucu toksik etki göstermemesi gerekmektedir.^{37,48,219} Irrigasyon ajanlarında aranan tüm bu özelliklere sahip bir materyal halen günümüzde üretilmemiştir. Ancak, kök kanal tedavilerinde sık kullanılan ve en etkili olduğu düşünölen irrigasyon solüsyonu literatürde NaOCI olarak görölmektedir. Yapılan araştırmalarda NaOCI'nin antimikrobiyal etkinliği diğer irrigasyon solüsyonlarından belirgin derecede üstün bulunmuştur.^{201,220,221}

Vital ve nekrotik dokuları çözebilme ve yüksek antimikrobiyal etki gösterme özelliği, ucuz olması ve kolay bulunabilmesi nedeniyle yaygın olarak kullanılan NaOCI'nin kök kanal tedavisinde kullanım konsantrasyonu ile ilgili literatürde genel bir görüş bulunmamaktadır.⁹⁰ Literatürde %0.5 ila %5.25 arası kullanım konsantrasyonları sunulmuştur.⁷⁸ Yapılan çalışmalarda %5.25'lik NaOCI'nin %2.5 konsantrasyondaki NaOCI'ye nazaran organik doku çözme etkinliğinin çok daha fazla olduğu rapor edilmiştir.^{222,223}

İrrigasyon solüsyonunun konsantrasyonu arttıkça etkinliğinin de arttığı bilinmektedir,⁵⁴ ancak, irrigasyon solüsyonunun toksitesi de artmaktadır.²²⁴ Kök kanallarındaki NaOCl etkinliği, solüsyonun konsantrasyonuna ve dokularla kontakt süresine göre artmaktadır. NaOCl'in doku ile temas süresi ne kadar uzun olursa ve konsantrasyonu ne kadar çok olursa antimikrobiyal etkisinin de aynı oranda arttığı belirtilmektedir.²²⁵ Bununla birlikte, bu olumlu özelliklerinin yanında NaOCl vital dokular üzerinde çok toksik bir maddedir.⁹⁰ Özellikle yüksek konsantrasyonlarda antimikrobiyal etkisi artmakla beraber çevre dokular üzerindeki toksitesi de artmaktadır.^{90,224} NaOCl'in apikal foramenden, lateral kanallardan ve perforasyon bölgelerinden çevre vital dokulara geçmesi durumunda göstereceği toksik etkiler sebebiyle alternatif solüsyon arayışları devam etmektedir.

Abbott ve ark.¹³⁰, yaptıkları çalışmada, endodontik tedavide farklı konsantrasyonlardaki NaOCl'yi EDTAC solüsyon ile birlikte smear tabakası ve debris uzaklaştırmak için kullanmışlardır. Birçok araştırmada kök kanal tedavisinde smear tabakasını uzaklaştırmak için NaOCl'nin %5.25'lik konsantrasyonu kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.^{25,166,226}

Yamada ve ark.²⁵, kök kanallarındaki dentin tübüllerinin 10 ml %17'lik EDTA solüsyonu ve 10 ml %5.25'lik NaOCl solüsyonu ile yaptıkları irrigasyon işlemleri sonucunda çok iyi bir şekilde temizlendiğini SEM görüntülerinde gözlemlemişlerdir.

Çalışmamızda nekrotik dokuları eritebilme özelliği ve antibakteriyel etkiye sahip olan ve kök kanal duvarlarındaki smear tabakasının organik içeriğini etkili bir şekilde temizleyebilen sodyum hipokloriti (NaOCl) kullandık. Çalışmalarda en etkili olarak gösterilen konsantrasyon olan %5'lik NaOCl'yi tercih ettik.

Kök kanal yüzeylerinde oluşan smear tabakasını temizlemek için NaOCl'in tek başına etkili olmadığı söylenmiş¹ ve smear tabakasının inorganik içeriğini uzaklaştıran şelasyon ajanlarıyla beraber kullanımı önerilmiştir.⁹⁰ Bu amaçla dentinin organik yapısını çözmek için NaOCl solüsyonu önerilirken, dentinin inorganik yapısını demineralize etmek için irrigasyon ajanı olarak EDTA solüsyonunun kullanılması tavsiye edilmiştir. Niu ve ark.²²⁷, kök kanal dentininin organik matriksini çözmek için NaOCl solüsyonunun kullanılmasını tavsiye ederken, inorganik yapısındaki içeriklerin demineralizasyonu için EDTA irrigasyon solüsyonunu tavsiye etmektedirler.

Kök kanal tedavisinde EDTA en sık kullanılan şelasyon ajanıdır. Hem smear tabakasını uzaklaştırarak dentin tübüllerinin açılmasını sağlar hem de NaOCl gibi organik dokuları çözücü irrigasyon solüsyonlarının dentin tübüllerine nüfuzunu artırarak tübül derinliklerindeki bakterilere karşı antimikrobiyal etkinliğini artırır. Ancak apikal bölgede EDTA'nın etkinliğinin az olduğu belirtilmektedir.²²⁸

Literatürde kök kanal tedavisinde NaOCl ve EDTA'nın kombine kullanımı en sık kullanılan final irrigasyon rejimidir.⁹⁰ Sadece NaOCl kullanılması sonucunda inorganik madde artıklarının kök kanal yüzeyinde biriktiği gözlemlenirken, EDTA'nın tek başına kullanılması sonucunda da smear tabakasının tamamiyle çözülmediği saptanmıştır.^{66,227}

Tatsuda ve ark.¹⁹⁶, yaptıkları bir çalışmada, %15'lik konsantrasyonda EDTA ile %5.25'lik konsantrasyonda NaOCl'nin kombine kullanılmasıyla kök kanallarındaki smear tabakasının etkin bir şekilde uzaklaştırıldığını savunmuşlardır.

Takeda ve ark.²²⁹, kök kanallarındaki smear tabakasını uzaklaştırmak için %5.25'lik NaOCl solüsyonunu ve en son yıkama işleminde %17'lik EDTA solüsyonu

kullanmışlardır. Sonuç olarak smear tabakasının kök kanallarının orta bölgelerinde uzaklaştığını gözlemlerken, apikal bölgelerde varlığını saptamışlardır.

Dotto ve ark.²³⁰, EDTA'nın solüsyon ve jel formlarının smear tabakası uzaklaştırma etkinliğini araştırmışlardır. % 17'lik EDTA solüsyonu ve %24'lük jel formunu kullanmışlar ve her iki materyalin de NaOCl ile kombine kullanıldığında smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırdıklarını savunmuşlardır.

Yamashita ve ark.⁷⁹, %2'lik CHX, %2.5'lük NaOCl ve %2.5'lük NaOCl ile %17'lik EDTA'nın birlikte kullanımının kök kanallarındaki smear tabakası üzerinde etkinliklerini kıyasladıkları çalışmalarında en etkili sonuçların %2.5'lük NaOCl ve %17'lik EDTA solüsyonlarının birlikte kullanılmasıyla oluştuğunu rapor etmişlerdir.

NaOCl ve EDTA'nın kombine kullanımı organik ve inorganik dokuların çözülmesini sağlamaktadır ancak dentin tübüllerinde eroziv etkinin artma durumu da literatürde bildirilmiştir.³⁹ Bu sebeple, yeni irrigasyon solüsyonlarının ve bunların kombine kullanımlarının uygulanacağı irrigasyon rejimlerinin araştırılması gerekmektedir. Son zamanlarda Smear Clear^{231,232}, MTAD⁸⁵, QMix²³³ ve SmearOFF^{un}⁸⁹ endodontik tedavilerde kullanımı araştırılmaya başlanmıştır

Kök kanal preparasyonu sırasında NaOCl'in irrigasyon solüsyonu olarak kullanılması ve EDTA ile final irrigasyonun yapılmasının smear tabakasını uzaklaştırmak için "altın standart" olduğu belirtilmiştir.²³⁴ Bu nedenle çalışmamızda, SmearOFF ve %17 EDTA solüsyonlarının kök kanallarındaki smear tabakası üzerine etkisi karşılaştırılmıştır.

EDTA ve benzeri şelatörler temel olarak, dentindeki hidroksiapatit kristallerindeki kalsiyum iyonları ile bağlanarak dentinin inorganik yapısını bozmaktadır. Bu etki kök kanalının uzunluğuna, penetrasyon derinliğine, dentinin

sertliğine, uygulama süresine, ortamın pH değerine ve sıvının konsantrasyonuna bağlı olarak değişkenlik gösterir.²³⁵ EDTA'nın konsantrasyonu ve uygulama süresi hakkında literatürde genel bir görüş bulunmamakla beraber uzun süreli temas halinde dentinde eroziv etkisinin artacağı belirtilmektedir. Önceki çalışmalarda %15'lik konsantrasyonlar kullanılırken günümüzde %17'lik konsantrasyon kullanılarak daha etkili sonuçlar elde edilmiştir.²³⁰

Araştırmacılar, kullanılan solüsyonun etkinliğinde; konsantrasyonun dışında, solüsyonun uygulama hacmi, süresi, sıcaklığı, pH seviyesi ve yüzey geriliminin önemli olduğunu bildirmişlerdir.²³⁶⁻²⁴⁰ Literatürde kök kanal tedavisinde kullanılan farklı irrigasyon solüsyonlarının smear tabakası üzerinde hangi konsantrasyon, pH ve hacimde daha etkin olduklarını araştıran birçok çalışma bulunmaktadır.^{25,79,237,241,242} Son yıllarda yapılan çalışmalarda kullanılan irrigasyon solüsyonlarıyla beraber irrigasyon uygulama süresi ve miktarı da araştırılmaktadır.¹⁵ Fakat kök kanalına uygulanacak irrigasyon solüsyonlarının en etkin hacim ve süresi konusunda henüz bir fikir birliğine varılamamıştır.²⁴³ Ancak kanal içerisine gönderilen solüsyon miktarı ve uygulama süresinin artması durumunda irrigasyonun daha başarılı olacağı bildirilmektedir.¹⁵

Yapılan araştırmalarda NaOCl ve EDTA solüsyonlarının kök kanalında uygulama süresi arttıkça dentin yüzeyinde erozyon meydana getirme olasılığının da arttırdığı bildirilmiştir.^{227,244}

EDTA'nın, demineralizasyon sırasında pH'sı değişir ve dentinin tamponlayıcı özelliği etkisini azaltır. pH yükseldikçe, dentin demineralizasyon hızında düşüş olur ve buna bağlı olarak çözülen dentin miktarında azalma olur. Bu nedenle EDTA'nın kök kanalı içerisinde kısa uygulama süreleri ile uygulanması önerilmektedir.¹⁹⁰

Yapılan araştırmalarda %17'lik EDTA ile 3 dakika boyunca kök kanalların irrige edilmesi sonucunda smear tabakasının başarılı bir şekilde uzaklaştırıldığı gözlemlenmiştir.²⁴⁵ EDTA'nın uygulama süresi ile ilgili yapılan bir araştırmada kök kanallarının 1 dk. boyunca %17'lik EDTA ile yıkanması 15 saniye veya 30 sn. boyunca yıkanmasına oranla smear kaldırmada daha başarılı bulunmuştur.²⁴⁶ Bir diğer çalışmada kök kanalları EDTA ile 1 dk., 3 dk. ve 5 dk. boyunca irrige edilerek smear tabakasının uzaklaştırılması değerlendirilmiştir; sonuçlara göre NaOCl ile birlikte kullanılan %17'lik EDTA'nın smear tabakasının kaldırmasında sürenin etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir.²⁴⁷

Meryon ve ark.²⁴⁸, smear tabakasının tamamen uzaklaştırılabilmesi için %10 EDTA solüsyonunun kök kanalında 1 dakika süreyle kalması gerektiğini belirtmiş, bu uygulamanın tübüler açıklığı arttırdığını kaydetmiştir. Cergneux ve ark.²⁴⁹, benzer bulgulara %15'lik EDTA sıvısını 4 dakika kullanarak ulaşmışlardır.

Yamada ve ark.²⁵, %15'lik ve %8.5'lik EDTA solüsyonların kök kanalı ile birkaç saniyelik temasının yeterli olabileceğini bildirmişlerdir. Buna karşın Goldberg ve ark.¹²⁹, EDTAC için optimum çalışma zamanının 15 dakikayı bulduğunu bildirmektedir.

alt ve Serper²⁴⁴, kök kanallarında EDTA'nın 1 ve 10 dakika arasındaki temas süresini değerlendirmişlerdir ve 10 dk. uygulandığında aşırı intertübüler ve peritübüler dentin erozyonu oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Çalışmacılar EDTA'nın kullanılmasında 1 dakikanın smear tabakasını uzaklaştırmak için yeterli olduğunu ve daha uzun süre uygulamalarda dentin erozyonuna yol açtığını bildirmişlerdir.

Peters ve ark.¹⁵⁰, kök kanallarında uzun süreli irriyasyon aktivasyonunun solüsyonun kimyasal yapısında değerliğiğe neden olabileceğini bildirmişlerdir.

Ahmad M.²⁵⁰, kök kanallarında %2.5'lik NaOCl irrigasyon solüsyonunun 30-60 sn ultrasonik aktivasyonunun kanalların temizlenmesinde yeterli olduğunu belirtmiştir.

DiVito ve ark.¹⁴⁶, yaptıkları çalışmalarında 20 sn ve 40 sn boyunca %17'lik EDTA ve Er:YAG lazer uygulamasının kök kanallarında oldukça etkin bir temizleme oluşturduğunu ve SEM görüntülerinde açık dentin tübüllerinin görüldüğünü rapor etmişlerdir.

NaOCI ve EDTA solüsyonların daha büyük hacimlerde kullanımı, daha küçük hacimlere göre önemli derecede daha temiz kanal duvarları sağlamıştır. Piezon Master gibi bazı ultrasonik cihazlar, sürekli bir irrigant akışı sağlayabilmektedir. Bu, 20 mL min⁻¹'e kadar yüksek hacimli irrigasyon sağlar ve etkisi, 30 gauge iğne ile verilen EDTA ile karşılaştırılmaz.²⁵

Fairbourn ve ark.²⁵¹, yaptıkları çalışmada, dakikada 30 ml solüsyon verecek şekilde ultrasonik cihazlarını kullanmışlar ve etkili sonuçlar elde etmişlerdir.

Bu bilgiler ışığında çalışmamızda, irrigasyon tekniklerinden ultrasonik cihazı ile irrigasyon işlemi yapılırken kullanılan solüsyon miktarlarına dikkat ederek her bir diş için farklı olmamasını sağlamak için sürekli irrigasyon kaynağı kullanmayarak, irrigasyon hacminin tüm gruplarda aynı olması sağlanmıştır. Ayrıca kullanılan solüsyonların hepsi kök kanallarına oda sıcaklığında ve eşit miktarda uygulanmıştır. Araştırmamızda smear tabakasının inorganik kısmının kaldırılması için klasik şırınga irrigasyonu ve irrigasyon aktivasyon sistemleriyle yapılan final irrigasyon protokolünde %17'lik EDTA ve SmearOFF solüsyonu eşit miktarda (toplam 2.5 ml) her bir örnek için 3'er defa 20'şer saniyelik aktivasyon işlemleri arasında (toplam 60 sn), 3'er defa 10'ar saniye (toplam 30 sn) dinlendirme olacak şekilde tüm gruplarda solüsyon miktarı ve toplam uygulama süresi standardize edilmiştir. Klinik uygulama durumu, toplam kanal

tedavisi işlem süresi düşünüldüğünde uyguladığımız prosedürün literatürle benzerlik taşıdığı ve klinik durum açısından uygulanabilir olduğu düşüncesindeyiz.

Son yıllarda kök kanallarında solüsyonların aktive edilerek uygulanması irrigasyon konusundaki güncel yaklaşımlardan biridir. Temelde tüm irrigasyon teknikleri kök kanalında irrigasyon solüsyonunun aktive edilerek veya aktive edilmeden uygulanmasını içermektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda aktivasyon yöntemlerinin irrigasyon tekniklerinin etkinliğini artırdığı bildirilmiştir.¹⁴⁸ Jiang ve ark.⁸ yaptıkları araştırmalarında irrigasyon solüsyonunun aktivasyonu ile etkin akış dinamiği sağlanarak kök kanal sistemindeki mekanik temizleme etkinliğinin arttırıldığını bildirmişlerdir.

Klasik irrigasyon tekniğine ek olarak, kök kanal yüzeyinin her bölümünde smear ve debris artıklarını etkili bir şekilde temizleyebilmek için değişik irrigasyon teknikleri geliştirilmiştir. Bu geliştirilen irrigasyon teknikleri sayesinde kök kanal yüzeylerindeki smear ve debris artıkları etkili bir şekilde temizlenmek istenmiş ve endodontik tedavinin başarısı arttırılmaya çalışılmıştır.^{252,253}

Bu sebeplerden dolayı günümüzde üretilen ve geliştirilen irrigasyon teknikleri ile irrigasyon solüsyonlarının kök kanallarındaki smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri karşılaştırılarak en ideal olan tekniğin hangisi olduğu belirlenmeye çalışılmaktadır.

Çalışmamızda üç farklı irrigasyon tekniği kullanılmıştır. Bunlar sırasıyla; Klasik Şırınga İrrigasyon Tekniği, Sonik İrrigasyon Tekniği, Ultrasonik İrrigasyon Tekniği. Klasik şırınga irrigasyonu rutin endodontik tedavilerde en sık kullanılan irrigasyon yöntemidir.²⁵⁴ Genellikle klinik uygulamalarda 27 ve 30 gauge' luk şırıngalar kullanılır.¹⁸⁷ Basit ve kolay uygulanabilir bir yöntem olmasına rağmen klasik şırınga yönteminin başarısını kısıtlayan önemli dezavantajları mevcuttur. Klasik şırınga yöntemiyle uygulanan irrigasyon solüsyonlarının köklerin özellikle apikal bölgelerine

ve lateral kanallara yeterince nüfuz edemediği bildirilmiştir.¹⁸⁷ Ek olarak, pozitif basınçla uygulanan geleneksel yöntemde toksik özellikleri bulunan irrigasyon solüsyonlarının apikalden taşma riski yüksektir.²⁵⁴ Bu durumun üstesinden gelinmesi amacıyla kök kanalının apikal üçlüsüne kadar uzanabilen özel endodontik iğne uçları tasarlanmıştır ve bu uçların klasik iğnelere kıyasla daha etkili bir şekilde temizleme yaptığı iddia edilmektedir.¹⁸¹ Yaptığımız çalışmada irrigasyon işlemlerinin tamamı ucu kapalı 30 gauge'luk özel endodontik iğne uçları kullanılarak çalışma boyundan 1 ve 2 mm kısa aralıktaki mesafede ileri geri hareketlerle yapılmıştır.

Endodontide kullanılan irrigasyon solüsyonlarının etkin bir şekilde kök kanallarını temizleyebilmesi için periradiküler dokulara taşmadan basınçsız bir şekilde kök kanallarının apikal üçlüsüne kadar ulaşabilmelidir.²³⁶ Ancak klasik şırınga irrigasyon sisteminde daha çok koronal bölgeler temizlenebilmektedir, apikal üçlüde bu sistem zayıf kalmaktadır.²⁵⁵ Bu nedenlerle irrigasyon solüsyonlarının çevre vital dokulara taşmasını önleyen ve etkin bir şekilde irrigasyon solüsyonunun kök kanallarındaki ulaşılamayan bölgelere nüfuzunu sağlayan yeni irrigasyon yöntemleri araştırılmaktadır.²⁵⁴ Endodontik tedavinin başlamasından bu yana kullanılan klasik irrigasyon tekniğine ek olarak, günümüzde çok iyi sonuçlar veren ve halen geliştirilmekte olan sonik sistem ile ultrasonik sistem tercih edildi. Bu tekniklerle dişlerin kök kanal yüzeylerindeki smear ve debris artıkları temizlenmiş ve yüzeyin temizlenme oranları tespit edilmiştir. Böylece, temizlenebilen yüzeylerdeki smear tabakası uzaklaşmış ve endodontik tedavinin başarısı önemli ölçüde artmış olacaktır.

EndoActivator kök kanal duvarlarına zarar vermeyecek yapıda polimer uçlara sahip sonik sistem cihazıdır.²⁵⁶ Jiang ve ark.⁸ EndoActivator'un etkinliği ile ilgili yaptıkları çalışmalarında polimer uç tiplerinden 15.02 lik (sarı) ve 25.04'ün (kırmızı)

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. Çalışmamızda, EndoActivator'un ucunun kanal içerisinde sıkışmadan salınım yapabilmesi ve hidrodinamik akışın artması amacıyla 15.02 lik uç 10.000 cpm güç modunda çalışma boyundan 2 mm kısa mesafede uygulandı.

İlk defa Martin ve ark.²⁵⁷ tarafından irrigasyon etkinliğini arttırmak amacıyla irrigasyon solüsyonunun aktivasyonu ultrasoniklerle gerçekleştirilmiştir. Ultrasonik aktivasyon sistemlerinin sonik aktivasyon sistemleriyle karşılaştırıldığı çalışmalarda, debris ve smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri bakımından ultrasonik cihazların (30 kHz), sonik cihazlara göre (1-10 kHz) daha yüksek frekans ve amplitüde sahip olduğundan daha başarılı olduğu bildirilmiştir.^{8,11,13,258}

Roy ve ark.¹²⁵, irrigasyon solüsyonu içinde serbestçe titreşen ultrasonik ucun kök kanal duvarlarına temas eden ultrasonik uca göre daha fazla ultrasonik etki meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Ultrasonik ucun kırılmasını, kanalda perforasyon ve basamak oluşturmasını engellemek için düz yüzeyle olması önerilmektedir.¹¹ Malki ve ark.²⁵⁹ ultrasonik ucun yerleştirilme derinliğinin dentin debris uzaklaştırma üzerindeki etkisini değerlendirdikleri araştırmalarında çalışma boyundan 1 ve 2 mm kısa mesafede yerleştirilen ultrasonik ucun 3, 4 ve 5 mm kısa mesafede yerleştirilen ultrasonik uçlara göre daha etkin olduğunu rapor etmişlerdir. Literatürde yer alan bilgilere göre yaptığımız çalışmada ultrasonik uç, kök kanallarına paralel olacak şekilde ve kök kanal duvarlarına temasından kaçınılarak çalışma boyundan 2 mm kısa mesafede konumlandırılarak aktivasyon gerçekleştirilmiştir.

Endodontik uygulamalarda kök dentininde termal hasarın oluşmaması için kök kanallarında kullanılan irrigasyon yöntemlerinin uygun parametrelerde ve sürelerde kullanılması gerekmektedir.^{144,260} Kök yüzeyinde 47°C'nin üzerindeki sıcaklık artışının, periodontal ligament hücrelerinde ve kemikte yıkıcı etkilere neden olabileceği bildirilmiştir.²⁶¹ Literatürde yapılan araştırmalarda kök kanallarında termal hasarın oluşmaması için ultrasonik irrigasyonda orta düzeyde güç ayarları önerilmektedir.^{10,126} Cameron²⁶² kök kanallarında ultrasoniklerle aralıklı sıvı akışı ile kök yüzeyinde oluşabilecek maksimum sıcaklık artışının 45°C olduğunu belirtmiştir. Biz de yapmış olduğumuz bu çalışmada PUA'yı, klinikte uygulanabilirlik açısından, aralıklı olarak sıvı akışı sağlanacak şekilde uygulanmıştır.

Kök kanal duvarındaki smear tabakası miktarını değerlendirmek için çalışmalarda ışık mikroskobu¹⁸³, dijital optik mikroskobu, atomik elektron mikroskobu, TEM, SEM²⁶³, veya mikro bilgisayarlı tomografi (μ BT) kullanılmaktadır. Işık mikroskop ile sadece debris gözlemlenebilir.²⁶⁴ SEM kök kanal duvarlarındaki hem debris hem de smear tabakası varlığının görüntülenmesine olanak tanır.²⁶⁵ SEM'in yüksek ayırma ve büyütme gücüne sahip olması ve büyük alan derinliği nedeniyle, pürüzlü yüzeye sahip örneklerin yüksek büyütmelerde incelenmesindeki başarısından dolayı diğer mikroskopların yerine kullanılması tercih edilir.¹⁷⁰ SEM tekniklerinin kullanılması görüntülerde mükemmel alan derinliği sağlar ve morfolojiyi tanımlamak için çok uygundur.¹⁷² Örneğin x1000 büyütmede optik mikroskobun odak derinliği yalnızca 0.1 μ m iken SEM odak derinliği 30 μ m'dir.¹⁷³ μ BT ile üç boyutlu olarak görüntü alınabilse de SEM seviyesinde görüntü elde edilememektedir.²⁶⁶

Günümüze kadar birçok araştırmacı tarafından, kök kanal dentininin SEM cihazından elde edilen görüntüler üzerinden incelenmesinin güvenilir bir yöntem olduğu

gösterilmiştir.^{241,267-269} Bu yöntem ile kök kanallarında kullanılan preparasyon ve irrigasyon yöntemlerinin debris ve smear tabakasını uzaklaştırma yönünden etkinliklerinin değerlendirilmesi sıklıkla tercih edilen bir methodur. Bizim çalışmamızda da farklı irrigasyon tekniklerinin smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerinin değerlendirilmesi, diş hekimliği alanında deneyimli bir mikroskop operatörü tarafından, SEM cihazı kullanılarak yapıldı.

Smear tabakasının görüntülenmesi ve irrigasyon ajanlarının smear uzaklaştırma etkinliğinin değerlendirilmesi, niteliksel veya yarı niteliksel smear tabaka skorlama sistemleri kullanılarak tek veya birkaç araştırmacının, yüksek büyütme (x1000 – x5000) SEM'den alınan fotomikrografların değerlendirilmesi ile gerçekleşir. Açık dentin tübül skorlarının kalitatif analizi, araştırmalarda en çok kullanılan yöntemdir.²⁷⁰⁻²⁷² Güvenilir analizler yapılabilmesi için araştırmacılar tarafından birçok yöntem denenmiştir. Başarılı olan yöntemlerden bazıları; fotomikrografların üzerinden kopya kağıdı kullanılarak²⁷³ ve görüntülerdeki yüzeyin rezin replikaları hazırlanarak²⁷⁴ değerlendirmeler yapılmasıdır.

Gözlemci önyargısından kaçınmak ve kantitatif analize izin vermek için, dijital görüntü analizi programları kullanılarak otomatik değerlendirme daha önce bazı araştırmacı tarafından önerilmiştir.^{270,275} Günümüzde dijital görüntü analizi programları kullanılarak SEM görüntülerinden smear tabakasının analiz edilmesi mümkündür.^{234,276,277} Bu analiz açık dentin tübüllerinin sayısını, çapını ve açık dentin tübüllerin toplam alanının tanımlanmasını sağlar.^{278,279} George ve ark.²⁷⁵ yaptıkları çalışmada, birden fazla araştırmacının yaptıkları değerlendirmeler ile dijital görüntü analizi programında yaptıkları değerlendirmeleri kıyaslamıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, dijital analiz programı, dentin tübüllerinin özelliklerinin saptanması ve

görüntüdeki yüzeyin özellikleri hakkında daha fazla bilgi toplanmasını sağlamıştır. SEM görüntülerinin araştırmacılar tarafından değerlendirilmesi her zaman en objektif ve en güvenilir sonuçları veremeyebilir. Bu sebeple dijital analiz programları ile daha güvenilir ölçümler yapılabilmektedir. Bu tez çalışmasında, daha detaylı verilerin toplanabilmesi için ImageJ dijital analiz programı (Versiyon 2.0.0-rc-43 & 1.51h, NIH, Bethesda, MD, ABD) kullanılmıştır.^{234,276,277} Verilerin toplanmasında ve değerlendirilmesinde bu programdan yararlanılması ile daha hassas ve daha güvenilir sonuçlar elde edildiğini düşünmekteyiz.

Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde, test edilen sıfır hipotezin birinci bölümü ve ikinci bölümü kabul edilmiştir. SmearOFF ve %17 EDTA solüsyonun arasında smear tabakasının uzaklaştırmasında farklılıklar bulunmazken, farklı irrigasyon aktivasyon protokolleri kullanıldıktan sonra gruplar arasında smear tabakasının uzaklaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir.

Khedmat ve Shokouhinejad²³² tarafından kontrol grubu olarak %5.25 NaOCl ile % 17 EDTA, % 10 Sitrik Asit ve Smear Clear (Sybron Endo, Orange, CA) solüsyonlarının kök kanallarının koronal, orta ve apikal bölgesinde oluşan smear tabakasını uzaklaştırmadaki etkinliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada, kök kanallarının hiçbir bölgesinde kontrol grubu hariç gruplar arasında önemli bir fark olmadığı gösterilmiştir. Bu sonuç Lui ve ark.²³¹ tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur.

Takeda ve ark.²²⁹, yaptıkları çalışmalarında kök kanallarının biyomekanik preparasyonu sırasında NaOCl kullanımını takiben, son yıkamada beş dakika boyunca EDTA, sitrik asit ve fosforik asit kullanımının smear tabakasını kaldırması konusunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Torabinejad ve ark.⁸⁵, kök kanal sisteminin biyomekanik preparasyonunu tamamlandıktan sonra son irrigasyon solüsyonu olarak %5.25'lik NaOCl, distile su, %17'lik EDTA ve MTAD (a mixture of doxycycline, citric acid, and a detergent [Tween 80]; Dentsply, Tulsa, OK) solüsyonlarını kullanarak kök kanalının koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerindeki smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerini değerlendirmişler ve MTAD ile EDTA solüsyonlarının smear tabakasını bütün bölgelerde (koronal/orta/apikal) etkili bir şekilde uzaklaştırdıklarını ancak diğer solüsyonların smear tabakasını uzaklaştıramadıklarını belirtmişlerdir. Çalışmalarında %17'lik EDTA ve MTAD gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark bulmamışlardır.

QMix son yıllarda deneysel bir irrigant olarak üretilmiştir. İçeriğinde bisbiguanid antimikrobiyal ajan, poliaminokarboksilik asit kalsiyum şelatörü, salin ve sürfaktan bulunan modifikasyonları vardır. Ayrıca pulpal debris ve smear tabakasını kaldırdığı bildirilmiştir.²⁸⁰ Ballal ve ark.²³³ %17'lik EDTA, QMix ve %7'lik maleik asitin, smear tabakası ve dekalsifikasyon etkilerini SEM ile incelemişlerdir. Çalışma sonucunda QMix, maleik asit ve EDTA arasında, koronal ve orta kısımda smear tabakası kaldırma açısından fark bulunmamıştır. Ancak maleik asit apikal 3'lüde daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen veriler değerlendirildiğinde, kök kanallarının hiçbir bölgesinde EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid) ve SmearOFF (CHX gluconate <math><1 + tetrasodium ethylenediaminetetraacetate dihydrate $18)$ arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmadı. Bu yöndeki sonuçlarımızın diğer araştırmacıların sonuçları ile paralellik gösterdiği gözlenmiştir. Bu sonucun SmearOFF solüsyonun CHX ve EDTA'nın tetrasodyum tuzunun özel bir karışımı olarak EDTA ile içeriklerinin benzer olmasından kaynaklandığı inancındayız.⁸⁹

İrrigasyon aktivasyonunun smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği ile ilgili çelişkili sonuçlar da bulunmaktadır.^{189,254} Organik ve inorganik debrisin kök kanal sisteminden uzaklaştırılması amacıyla kullanılan aktivasyonun, irrigasyon solüsyonunun etkinliğini arttırdığı öne sürülmüştür.¹²² Jiang ve ark.⁸ irrigasyon solüsyonunun aktivasyonu ile etkin akış dinamiği sağlanarak kök kanal sistemindeki mekanik temizleme etkinliğinin arttırıldığını bildirmişlerdir.

Macedo ve ark.²⁸¹ NaOCl'in aktivasyon, uygulama süresi, konsantrasyon ve pH'sının sığır dentinindeki meydana getirdiği reaksiyonları değerlendirdikleri araştırmalarında aktivasyonun en güçlü etken olduğunu, irrigasyon solüsyonunun lazerle aktivasyonu ile, serbestleşen klorin miktarının önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir.

Munoz ve Camacho-Cuadra²⁸² irrigasyon solüsyonlarının çalışma boyuna ulaşma etkinliklerini farklı irrigasyon sistemlerinde değerlendirmişlerdir. İrrigasyon solüsyonlarının çalışma boyuna ulaşmasında PUA ve EndoVac sistemlerinin klasik şırınga ile irrigasyon yöntemine göre daha etkin olduğunu PUA ve EndoVac sistemleri arasında herhangi bir fark olmadığını rapor etmişlerdir.

De Gregorio ve ark.²⁸³, NaOCl'in lateral kanallara penetrasyon derinliği üzerine farklı irrigasyon aktivasyon tekniklerinin etkinliklerini inceledikleri araştırmalarında irrigasyon solüsyonunun lateral kanallara penetrasyonunda negatif basınçla irrigasyon sisteminin sınırlı etkinlik gösterdiğini, PUA'nın ise oldukça etkin olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Paragliola ve ark.²⁸⁴ da kök kanal duvarlarının apikal kısmında irrigasyon solüsyonunun lateral kanallara penetrasyonunda PUA'nın etkin bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Jensen ve ark.²⁸⁵, klasik yöntemle yapılan irrigasyon sistemi ile sonik ve ultrasonik cihazları karşılaştıran bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; sonik ve ultrasonik cihazların, klasik yöntem ile yapılan irrigasyona göre kök kanallarını daha etkili bir şekilde temizlediği rapor edilmiştir.

Ahmad ve ark.¹²⁰, kök kanallarında ultrasonik cihazlarla yapılan irrigasyon tekniği ile akustik bir akım meydana geldiğini ve kök kanallarının bu akım sayesinde diğer yöntemlere göre daha etkili bir şekilde temizlendiğini savunmuşlardır.

Blank-Gonçalves ve ark.²⁷² kurvatürlü kanalların apikal bölgelerinde klasik şırınga tekniği ile irrigasyon aktivasyon sistemlerinin smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğini karşılaştırmışlar, sonik ve ultrasonik sistemlerin klasik şırınga ile irrigasyona göre daha etkin olduğunu rapor etmişlerdir.

Malki ve ark.²⁵⁹ yaptıkları çalışmalarında ultrasonik ucun yerleştirilme derinliğinde düz ve eğimli kök kanallarında meydana getirdiği irrigasyon akışını görüntülemişler ve temizleme etkinliğini değerlendirmişlerdir. Ultrasonik ile aktive edilen gruplarda aktivasyonun olmadığı gruplara göre kök kanallarından dentin debrisinin daha etkin şekilde uzaklaştırıldığını rapor etmişlerdir.

Ribeiro ve ark.²⁶⁵ kök kanallarında, fırça kaplı NaviTip FX irrigasyon iğnesi, manuel dinamik (gutta-perka ile) aktivasyon (MDA), PUA ve EndoVac irrigasyon sistemlerinin debrıs uzaklaştırma etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, PUA ve EndoVac irrigasyon sistemlerinin diğer yöntemlere göre kök kanallarındaki debrisi daha etkin şekilde uzaklaştırdığını bildirmişlerdir.

Caron ve ark.⁷ farklı irrigasyon aktivasyon tekniklerinin smear tabakasına etkisini inceledikleri çalışmalarında EndoActivator ve MDA yöntemlerinin klasik şırınga irrigasyonuna göre daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

Ultrasonik aktivasyon sistemlerinin sonik aktivasyon sistemlerinin debris ve smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda ultrasonik cihazların (30 kHz), sonik cihazlara göre (1-10 kHz) daha yüksek frekans ve amplitüde sahip olduğundan dolayı daha başarılı olduğu bildirilmiştir.^{13,258}

Gonçalves ve ark.²⁷² eğri kanallarda PUA ve EndoActivator arasında apikal üçlüde smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğine baktıkları çalışmada smear tabakasını uzaklaştırması bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulmamışlar ve klasik irrigasyona oranla her iki sistemin de daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir.

Khaord ve ark.²⁸⁶ mandibular molarların eğri meziyal kanallarının apikal preparasyonunu F1 (#20.06) yaptıktan sonra final irrigasyon protokolünü uygulayıp smear tabakasını değerlendirdikleri çalışmada PUA, MDA ve EndoActivator arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulmamışlar ve her üçünde klasik irrigasyona oranla daha başarılı olduğunu rapor etmişlerdir.

Caron ve ark.⁷ yaptıkları çalışmada ultrasonik ucun kanal duvarlarına teması sonucunda istenmeyen yeni smear tabakası oluşmasına bağlı olarak etkinliğini kaybetme ve kök kanal duvarına aşırı temas sonucu iyatrojenik komplikasyonların oluşma riskinin her zaman göz önünde bulundurulması gerektiğine dikkat çekmişlerdir.

Mayer ve ark.¹⁸⁹ tarafından 2002 yılında yapılan bir çalışmada, kök kanallarındaki smear ve debris artıklarının uzaklaştırılmasında, pasif ultrasonik aktivasyon ile şiringa irrigasyonunun etkinliği değerlendirilmiştir ve her iki irrigasyon tekniği arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Araştırmacılar sonuçlarının nedenini yaptıkları apikal genişliğe, irrigasyon hacmine ve kullandıkları ultrasonik cihazın ucunun büyüklüğüne bağlamışlardır.

Walker ve Rio²⁸⁷ eğri kanallarda yaptıkları çalışmalarında klasik irrigasyon tekniği ile sonik ve ultrasonik irrigasyon cihazlarının smear tabakası üzerinde temizleyebilme kapasitesi bakımından farkları olmadığını belirtmişlerdir. Bu sonucun muhtemel nedenini, çalışmaya dahil ettikleri dişlerin kanallarındaki kurvatür farklılıklarına, kanal morfolojisindeki anatomik varyasyonlarına, kullanılan ultrasonik cihaz tipine, irrigasyon solüsyon tipi ve irrigasyon hacmindeki farklılıklar olarak açıklamışlardır.

Langeland ve ark.²⁸⁸ da yaptıkları çalışmalarında klasik irrigasyon tekniği ile sonik ve ultrasonik irrigasyon cihazlarının smear tabakası üzerinde temizleyebilme kapasitesi bakımından farkları olmadığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar sonuçlarının nedenini kök kanal anatomisindeki farklılıklara, klasik yöntemle yapılan irrigasyonun dokunma hassasiyetine, SEM'in görüntüleme sınırlamalarına bağlamışlardır.

Ciucchi ve ark.⁶⁷ yaptıkları in vitro çalışmada 3 farklı irrigasyon prosedürü kullanmışlardır. Kontrol grubu dışında; ultrasonik ve NaOCl, ultrasonik ve %15'lik EDTA ve sadece %15 EDTA grubuyla yaptıkları çalışmada SEM görüntülerini incelemiştir. EDTA kullanan grupların NaOCl grubuna kıyasla smear tabakasını uzaklaştırmada daha etkin olduğunu rapor etmişler ve ultrasonik aktivasyonun, NaOCl solüsyonunun etkinliğini arttırdığını fakat EDTA ile birlikte kullanılan ultrasonik aktivasyonun, bu maddenin şelasyon özelliğini arttırmadığını tespit etmişlerdir. Tüm araştırmacılar gruplarda smear tabakasının uzaklaştırılma etkisinin apikal 3'lüde azaldığını bildirmişlerdir.⁶⁷ EDTA kullanımına bağlı olarak, dentin yüzeyinin demineralizasyonu nedeniyle yumuşatılmış kanal duvarındaki dentin, ultrasonik ucun teması ile yeni bir smear tabakası meydana getirmiş olabilir. Bu, ultrasonik aktivasyon ile EDTA irrigasyonun kombine kullanımını sorgular.

Saber ve ark.¹⁸⁵ farklı irrigasyon aktivasyon tekniklerinin smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında Apikal Negatif Basınç (ANP) ve MDA tekniklerinin pasif irrigasyon (klasik şırınga irrigasyon) ve PUA tekniklerinden daha etkin şekilde smear tabakasını uzaklaştırdığını, pasif irrigasyon ve PUA teknikleri arasında fark olmadığını rapor etmişlerdir. Saber ve ark.¹⁸⁵ sonuçlarının nedenini PUA aktivasyonu yapılırken cihazın gücünün düşük tutulmasına^{289,290} ve büyük kanallar için (40/06), ultrasonik ucun (25/00) küçük çapta kullanılmış olmasına bağlamışlardır.

Gu, X-H ve ark.²⁹¹ yaptıkları çalışmalarında, ultrasonik aktivasyonun smear tabakasının uzaklaştırılmasını arttırmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar sonuçlarının nedenini kök kanallarının farklı çaplarına, ultrasonik aktivasyonun dentin yüzeyi üzerinde sınırlı etkiye sahip olabilmesine bağlamışlardır.

Abbott ve ark.¹³⁰ araştırmalarında ultrasonik aktivasyonun EDTA'nın temizleme etkisini arttırmadığını tespit etmişlerdir. Bu sonucun muhtemel nedenini, titreşen alet tarafından üretilen ultrason dalgalarının, çalışma süresini kısaltarak şelatörün demineralizasyon etkisini azaltması olarak açıklamışlardır.¹³⁰

Mancini ve ark.²⁹² yaptıkları çalışmada EndoActivator ve EndoVac ile yapılan final irrigasyon protokolünün apikal bölgede PUA'ya göre smear uzaklaştırmada daha başarılı olduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonucun muhtemel nedenini, kullanılan toplam irrigasyon hacmine ve süresine, PUA ucunun kanal duvarları ile temasına, kullanılan irrigasyon solüsyonlarının konsantrasyonuna, kök kanal morfolojisine ve apikal uçludaki "vapor lock" etkisine bağlamışlardır.

Howard ve ark.¹³⁴ ultrasonik (PiezoFlow), klasik şırınga (Max-i-Probe) ve EndoVac irrigasyon sistemleri ile uygulanan final irrigasyon işleminin kanal ve

isthmuslardaki debris uzaklaştırma etkisini apikalden 2 mm ve 4 mm olacak şekilde kesitler alarak araştırmışlardır. Her üç grupta da istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar sonuçlarının nedenini isthmus genişliğinde ve uzunluğundaki farklılıklara, çalışma boyuna ulaşan irrigasyon hacmine ve yapılan toplam irrigasyon süresine bağlamışlardır.

Rödig ve ark.¹¹⁷ yaptıkları çalışmalarında farklı irrigasyon aktivasyon tekniklerinin kurvatürlü kök kanallarında dentin debris uzaklaştırma etkinliğini değerlendirmişlerdir. Kontrol grubu dışında EndoActivator® irrigasyon sistemi, ultrasonik irrigasyon ve CanalBrush® arasında dentin debris uzaklaştırma etkinliği açısından herhangi bir fark olmadığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar sonuçlarının nedenini kök kanalındaki kurvatüre, preparasyon sonrası apikal genişliğe, toplam irrigasyon süresine ve hacmine bağlamışlardır.

PUA'nın smear tabakasını uzaklaştırması yeteneği geçmiş dönemde yapılan çalışmalarda^{293,294} gösterildiği gibi, bizim yaptığımız çalışmada da pasif ultrasonik ve klasik şırınga grupları arasında kök kanallarındaki smear tabakasını temizleyebilme kapasitesinde istatistiksel olarak anlamlı bir farka bulundu.

Ultrasonik irrigasyonunun;

- 1) Kanal içerisinde yüksek hız ve hacimde solüsyon salınımına neden olması ve kanal içerisinde ulaşılması zor alanların etkili bir şekilde temizlenmesi²⁹⁵,
- 2) PUA tekniği ile etkin akış dinamiği sağlanarak kök kanal sistemindeki mekanik temizleme etkinliğinin artması⁸,
- 3) İrrigasyon solüsyonunun penetrasyonunda PUA'nın oldukça etkin olması^{283,284},

- 4) Kök kanallarında ultrasonik cihazlarla yapılan irrigasyon tekniği ile akustik bir akım meydana gelmesi ve kök kanallarının bu akım sayesinde klasik şırınga yöntemine göre daha etkili bir şekilde temizlenmesi¹²⁰,
- 5) İrrigasyon solüsyonlarının çalışma boyuna ulaşmasında PUA sisteminin klasik şırınga ile irrigasyon yöntemine göre daha etkin olması²⁸²,

PUA ve KŞİ grupları arasındaki farkın muhtemel nedenleri arasında sayılabilir.

PUA-SA grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaması bazı diğer çalışmaların sonuçlarının aksine, çalışmamızın metodunun farkından kaynaklanmış olabilir.²⁷² Preparasyon boyutunun fazla olması ve ultrasonik aktivasyonda kullanılan uca (#20/.02) benzer olması için küçük boyutta Endoaktivatör polimer ucun (#15/.02 sarı uç) kullanımı, apikal bölgede serbest harekete izin vererek hidrodinamik akışta artış sağlamış olabilir.²⁷² Ultrasonik ve sonik sistemlerin karşılaştırılması için kullanılan uç ve aktivasyon süresi, ultrasonik aktivasyon için tanımlanmış standart bir protokol olmadığından sonik sistem için önerilen protokol ile aynıydı. Gelecekteki karşılaştırmalar için standart bir ultrasonik irrigasyon protokolüne ihtiyaç duyulmaktadır. PUA'in SA'ya kıyasla yüksek frekansından dolayı, EDTA ve SmearOFF solüsyonun çalışma süresini kısaltarak şelatörün demineralize etkisini azaltması¹³⁰, daha yüksek frekansa sahip titreşen metal alaşımdan oluşan ultrasonik ucun, kanal duvarına zarar vermeyen Endoaktivatörün polimer ucuna kıyasla dentin yüzeyinin demineralizasyonu nedeniyle yumuşatılmış kanal duvarındaki dentine zarar vermesi²⁵⁶, daha çok debris ekstrüzyonuna neden olması²⁹⁶ ve daha çok yeni smear tabakası meydana getirme ihtimali⁶⁷ de gruplar arasında benzer sonuçlar elde edilmiş olmasının nedenleri arasında sayılabilir.

SA-KŞİ grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaması klasik şırınganın etkinliğinden kaynaklanabilir. Şırınga kanal içerisine sokulup çalışma boyunca ileri geri hareket ettirildiğinde kanalın apikal bölgesindeki havanın, şırınga tarafından yer değiştirmesinin sağlanması, şırınga kanal içinde ileri hareket ettirildiğinde irrigasyon solüsyonunun dışarıya doğru ve şırınga geri çekilince solüsyonun içeriye doğru yer değiştirmesine izin veren konik kanal hazırlığı klasik şırınganın irrigasyonda etkili olmasının nedenleri olarak sayılabilir.²⁹⁷ Yaptığımız çalışmada 31 G yandan perforeli irrigasyon iğnesi (NaviTip Sideport; Ultradent, USA) kullanılmıştır. Uroz-Torres ve ark.²⁹⁸ tarafından yapılan irrigasyon aktivasyonu çalışmasında, diğer birçok çalışmanın^{7,120} aksine kapalı uçlu, yandan perforeli irrigasyon iğnesi kullanılmış ve çalışmamızın sonuçları ile uyumlu olarak, SA ile KŞİ benzer sonuçlar vermiştir. Bunun nedeninin, yandan perforeli irrigasyon iğnelerinin açık uçlulara göre kanal duvarlarında daha etkili irrigasyon sağlamış olması olduğunu kanaatindeyiz. Ancak literatürde bu konu ile ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Endodontik tedavide kullanılan irrigasyon teknikleri sayesinde kök kanallarının farklı bölgelerindeki smear tabakasının kaldırılması sağlanmıştır. Yapılan çalışmalarda, smear tabakasının kök kanallarının koronal ve orta üçte birlik bölgesinde apikal bölgeye oranla daha etkili bir şekilde kaldırıldığı ve %17'lik EDTA, %5'lik NaOCl kombinasyonunun apikal üçlü seviyesinde yetersiz kaldığı tespit edilmiştir.^{244,255,268} Bunun nedeni ise irrigasyon sırasında yeterli hacimde solüsyonun kök kanalının apikal bölgesine penetre olamamasından kaynaklanmaktadır.⁸⁵ Irrigasyon solüsyonlarının apikal bölgeye ulaşabilmesi ve etkinliğinin artırılması için irrigasyon aktivasyon yöntemleri geliştirilmektedir ancak hiçbiri apikal bölgeden smear tabakasını tamamen uzaklaştıramamaktadır.²⁵⁴ Kök kanallarının koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde

farklı irrigasyon yöntemlerinin smear tabakası uzaklaştırma etkinliğini değerlendiren birçok çalışmada apikal bölgeye doğru daha az etkili oldukları rapor edilmiştir .^{292,299,300}

Moodnik ve ark.³⁰¹ 1976 yılında yaptıkları bir SEM çalışmasında, klasik irrigasyon yöntemini kullanmışlar ve kök kanallarında smear tabakasının varlığını incelemişlerdir. Sonuç olarak, en fazla smear tabakasının temizlenebildiği alanın kök kanallarının koronal kısımları olduğunu belirtmişlerdir.

Baumgartner ve ark.⁶⁶ SEM üzerinde yaptıkları bir çalışmada, 4 farklı irrigasyon ajanının klasik irrigasyon tekniği ile smear tabakası üzerindeki etkinliğini araştırmışlar ve incelemelerde özellikle irrigasyon ajanlarının dişin orta ve koronal kısımlarında etkili sonuçlar verdiğini saptamışlardır.

Guidotti ve ark.³⁰² yaptıkları araştırmalarında kök kanalının apikal kısmının endodontik tedavi esnasında temizlenebilirliğinin oldukça düşük olduğunu rapor etmişlerdir.

Ciucchi ve ark.⁶⁷ ise yaptıkları çalışmada apikal bölgede irrigasyon solüsyonlarının etkisinin azaldığını bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızın sonuçları da yukarıda bahsedilen çalışmaların sonuçları ile uyumlu bulunmuştur. %17'lik EDTA ve SmearOFF solüsyonu smear tabakasının uzaklaştırılmasında kökün özellikle orta üçlü seviyelerinde ve sonra koronal üçlüsünde etkili olurken, apikal kök üçlüsünde etkisiz kalmıştır (orta>koronal>apikal), (p<0.05). Apikal bölgede irrigasyon sırasında yeterli hacimde solüsyonun kök kanalının bu bölgesine penetre olamaması⁸⁵, kök kanal morfolojisinin en komplike olarak apikalde yer alması, mekanik preparasyonda (bizim yaptığımız crown-down tekniği) apikalde daha fazla debrisin dentin tübülleri içerisine penetre olması, koronal ve orta bölgelerde görsel olarak daha kontrollü çalışılması, koronal ve orta üçte birlik bölgelerdeki kanal

çapının apikal bölgeden daha geniş olması ve yoğun irrigasyon ajanının kök kanallarının koronal ve orta bölgelerine daha fazla temas etmesi ve bu bölgelerdeki smear artıklarının kolay bir şekilde dışarı çıkması bu sonucun muhtemel nedenleri olarak sayılabilir.^{117,300,303-305} Ancak, kökün farklı bölgelerindeki sonuçlar değerlendirilirken, çalışmamızda kullanılan değerlendirme metodunun farklılığını ve koronalden apikale doğru tübül sayısının morfolojik olarak zaten azaldığını, buna bağlı olarak toplam açık dentin tübülü alanının apikalde az olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.³⁰⁶



6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu in vitro çalışmada, kök kanallarında meydana gelen smear tabakasını temizlemek için kullanılan SmearOFF ve klasik şelasyon ajanı olan %17'lik EDTA solüsyonları farklı irrigasyon teknikleriyle aktive edilerek karşılaştırıldı.

Klasik şırınga, Sonik ve Pasif Ultrasonik aktivasyon yöntemi kullanılarak farklı solüsyonlarla yapılan final irrigasyonun kök kanallarındaki smear tabakasına olan etkisinin karşılaştırılmasının yapıldığı bu çalışmada;

- 1) Kök kanallarındaki smear tabakasını uzaklaştırma kabiliyeti açısından irrigasyon solüsyonu olarak %17'lik EDTA ve SmearOFF arasında anlamlı bir fark görülmedi ($p>0.05$).
- 2) Tüm deney gruplarının, smear tabakasının uzaklaştırılmasında, apikal üçlüde, koronal ve orta üçlüye göre daha az etkili olduğu gözlemlendi.
- 3) Kök kanallarının koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde smear tabakası uzaklaştırmasında, her iki solüsyon grubunda da pasif ultrasonik aktivasyon yönteminin, klasik şırınga irrigasyonuna göre daha başarılı olduğu görüldü. Ancak klasik şırınga-sonik aktivasyon ve sonik aktivasyon-pasif ultrasonik aktivasyon sistemlerinin benzer etkiye sahip olduğu gözlemlendi.
- 4) Kök kanal tedavisi sonrasında smear tabakasının uzaklaştırılması için final irrigasyon protokolünde pasif ultrasonik aktivasyon kullanılması solüsyonun etkinliğini arttırmaktadır.
- 5) SmearOFF solüsyonunun hem smear tabakası uzaklaştırma açısından %17 EDTA ile benzerlik gösterdiği hem de antimikrobiyal etkinlik taşıdığından

kök kanal tedavilerinde irrigasyon solüsyonu olarak kullanımının etkili bir yöntem olabileceği ve alternatif bir irrigasyon solüsyonu olarak kullanılabilmesi düşüncesindeyiz.

Pasif Ultrasonik aktivasyonda irrigasyon solüsyonunun miktarı, aktivasyon süresi ve kök kanalının genişliğine göre kullanılacak uç boyutu için tanımlanmış standart ve en etkili ultrasonik irrigasyon protokolünü oluşturmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Kök kanal tedavisinde kullanılan SmearOFF solüsyonunun, kök kanal sisteminde meydana getirdiği olumlu ve olumsuz etkilerin daha iyi anlaşılması, kök kanal tedavisinde klinik kullanımdaki etkinliğinin değerlendirilmesi için daha fazla in vitro ve in vivo çalışmalar yapılmasına ihtiyaç vardır. Tüm bunlara ek olarak, SmearOFF solüsyonunun dentine temas sürelerinin ve bunların etkilerinin incelenmesi, solüsyonun dentinde yaptığı değişimlerin incelenmesi için yeni çalışmalar gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Lester K. Scanning electron microscopy of instrumented, irrigated and filled root canals. *Br Dent J* 1977;143:359-67.
2. 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.
3. Ekim ŞNA, Erdemir A. Endodontide Smear Tabakası ve Kaldırılması Teknikleri. *Türkiye Klinikleri-Special Topics* 2015;1(2):31-40.
4. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Dall'Asta L, Cianconi L. FESEM evaluation of smear layer removal using different irrigant activation methods (EndoActivator, EndoVac, PUI and LAI). An in vitro study. *Clin Oral Investig* 2018;22(2):993-99.
5. VillasBôas MH, Bernardineli N, Cavenago BC, Marciano M, del Carpio-Perochena A, de Moraes IG, Duarte MH, Bramante CM, OrdinolaZapata R. Micro-computed tomography study of the internal anatomy of mesial root canals of mandibular molars. *J Endod* 2011;37(12):1682-86.
6. Tay FR, Gu LS, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, Zhang K, Arun SN, Kim J, Looney SW, Pashley DH. 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.
7. 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):1361-66.
8. 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.
9. Walmsley A, Lumley P, Laird W. The oscillatory pattern of sonically powered endodontic files. *Int Endod J* 1989;22(3):125-32.
10. Cameron JA. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *J Endod* 1987;13(11):541-5.

11. 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.
12. Brito PR, Souza LC, de Oliveira JCM, Alves FR, DeDeus G, Lopes HP, Siqueira Jr JF. Comparison of the effectiveness of three irrigation techniques in reducing intracanal *Enterococcus faecalis* populations: an in vitro study. *J Endod* 2009;35(10):1422-27.
13. 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.
14. Çapar İD, Ari Aydinbelge H. Effectiveness of various irrigation activation protocols and the self-adjusting file system on smear layer and debris removal. *Scanning: The Journal of Scanning Microscopies* 2014;36(6):640-7.
15. Shen Y, Gao Y, Lin J, Ma J, Wang Z, Haapasalo M. Methods and models to study irrigation. *Endodontic Topics* 2012;27(1):3-34.
16. Seltzer S, Bender I. Cognitive dissonance in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1965;20(4):505-16.
17. Yang SE, Bae KS. Scanning electron microscopy study of the adhesion of *Prevotella nigrescens* to the dentin of prepared root canals. *J Endod* 2002;28(6):433-7.
18. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod* 1975;1(7):238-42.
19. Çalışkan MK. Kanal aletleri ve kök kanal genişletme yöntemleri. Çalışkan MK, editör. *Endodontide Tanı ve Tedaviler*. 1. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2006. p.273-313
20. Gezgin O. Karışık Dişlenme Dönemindeki Tek Taraflı Dudak Damak Yarıklı Hastaların Diş Gelişimlerinin Medikal Görüntü Kontrol Sistemleri İle İncelenmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Pedodonti Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi 2015.

21. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod* 1984;10(10):477-83.
22. Hargreaves KM, Berman LH. Cohen's pathways of the pulp. Elsevier Health Sciences: 2015.
23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. George S, Kishen A, Song P. The role of environmental changes on monospecies biofilm formation on root canal wall by *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2005;31(12):867-72.
27. Gençoğlu N, Samani S, Günday M. Evaluation of sealing properties of Thermanfil and Ultrafil techniques in the absence or presence of smear layer. *J Endod* 1993;19(12):599-603.
28. Michelich V, Schuster G, Pashley DH. Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J Dent Res* 1980;59(8):1398-403.
29. 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(2):83-6.
30. Williams S, Goldman M. Penetrability of the smeared layer by a strain of *Proteus vulgaris*. *J Endod* 1985;11(9):385-388.
31. Ørstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Dental Traumatology* 1990;6(4):142-9.
32. Haapasalo M, Ørstavik D. In vitro infection and of dentinal tubules. *J Dent Res* 1987;66(8):1375-79.

33. Ingle J, Beveridge E. Irrigation. In: Ingle J, Taintor JF, eds. Endodontics. 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1985. p. 178-80.
- Ingle JI, Mullaney TA, Grandich RA, Taintor JF, Fahid A. Endodontic cavity preparation. In: Ingle JI, Taintor F J, eds. Endodontics. 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1985:118-63.
34. Peters L, Wesselink P. Periapical healing of endodontically treated teeth in one and two visits obturated in the presence or absence of detectable microorganisms. *Int Endod J* 2002;35(8):660-7.
35. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981;52(2):197-204.
36. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2. *J Endod* 1982;8(11):487-92.
37. 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.
38. Urban K, Donnermeyer D, Schäfer E, Bürklein S. Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. *Clin Oral Investig* 2017;21(9):2681-87.
39. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* 2003;36(12):810-30.
40. Pawlicka H, Piatkowska D, Hajdukiewicz G. Effectiveness of cleansing agents in root canal preparation. A scanning electron microscopy study. *Stomatologie der DDR* 1981;31(9):684.
41. Goldberg F, Spielberg C. The effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;53(1):74-7.

42. Scelza MFZ, Antoniazzi JH, Scelza P. Efficacy of final irrigation—a scanning electron microscopic evaluation. *J Endod* 2000;26(6):355-8.
43. CruzFilho AM, SousaNeto MD, Saquy PC, Pécora JD. Evaluation of the effect of EDTAC, CDTA, and EGTA on radicular dentin microhardness. *J Endod* 2001;27(3):183-4.
44. Çalt S, Serper A. Smear layer removal by EGTA. *J Endod* 2000;26(8):459-61.
45. Scarfe WC, Fana CR, Farman AG. Radiographic detection of accessory/lateral canals: use of RadioVisioGraphy and Hypaque. *J Endod* 1995;21(4):185-90.
46. Kaufman AY, Binderman I, Tal M, Gedalia I, Peretz G. New chemotherapeutic agent for root canal treatment: A preliminary electron microscopic study on an in vivo and in vitro endodontically treated tooth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1978;46(2):283-95.
47. Stewart GG, Kapsimalas P, Rappaport H. EDTA and urea peroxide for root canal preparation. *J Am Dent Assoc* 1969;78(2):335-8.
48. Alaçam T. Kök Kanallarının İrrigasyonu. Alaçam T, editör. *Endodonti*. 1. Baskı. Ankara: Fakülteler Kitabevi; 2000. p.289-312.
49. Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J* 2012;45(4):363-71.
50. Dakin HD. On the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. *Br Med J* 1915;2(2852):318.
51. Tawakoli PN, Ragnarsson KT, Rechenberg DK, Mohn D, Zehnder M. Effect of endodontic irrigants on biofilm matrix polysaccharides. *Int Endod J* 2017;50(2):153-60.
52. Fedorowicz Z, Nasser M, SequeiraByron P, de Souza RF, Carter B, Heft M. Irrigants for non-surgical root canal treatment in mature permanent teeth. *The Cochrane Libr* 2012;9(9),CD008948.
53. Bozkurt M, Dağ C, Dağ M, Özalp N. Geniş periapikal lezyonlu dişlerin cerrahi olmayan yöntemle tedavisi: dört olgu sunumu. *Ankara Diş hekimleri Odası Klinik Bilimler Dergisi* 2012;5(4):1034-41

54. Siqueira Jr JF, Rôças 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.
55. Zehnder M, Lehnert B, Schönenberger K, Waltimo T. Irrigants and intracanal medicaments in endodontics. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2003;113(7):756-63.
56. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J* 2014;216(6):299.
57. Pashley DH, O'Meara JA, Williams EC, Kepler EE. Dentin permeability: effects of cavity varnishes and bases. *J Prosthet Dent* 1985;53(4):511-6.
58. Byström A, Sunqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985;18(1):35-40.
59. Homayouni H, Majd NM, Zohrehei H, Mosavari B, Adel M, Dajmar R, Homayouni A. The effect of root canal irrigation with combination of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate on the sealing ability of obturation materials. *Open Dent J* 2014;8:184.
60. Zamany A, Safavi K, Spångberg LS. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96(5):578-81.
61. Moorer W, Wesselink P. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J* 1982;15(4):187-96.
62. Doğan H, Çalt S. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *J Endod* 2001;27(9):578-80.
63. Buchanan L. The art of endodontics: cleaning and shaping the root canal system. The apical preparation. Part IV of a four-part series on cleaning and shaping root canals. *Dent today* 1994;13(1):50-2.
64. Violich D, Chandler N. The smear layer in endodontics—a review. *Int Endod J* 2010;43(1):2-15.
65. Yoshida T, Shibata T, Shinohara T, Gomyo S, Sekine I. Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant. *J Endod* 1995;21(12):592-3.

66. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 1987;13(4):147-57.
67. 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.
68. Fachin EVF, Scarparo RK, Massoni LIS. Influence of smear layer removal on the obturation of root canal ramifications. *J Appl Oral Sci* 2009;17(3):240-3.
69. Timpawat S, Vongsavan N, Messer HH. Effect of removal of the smear layer on apical microleakage. *J Endod* 2001;27(5):351-3.
70. Biesterfeld RC, Taintor JF. A comparison of periapical seals of root canals with RC-Prep or Salvizol. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980;49(6):532-7.
71. Ferguson DB, Marley JT, Hartwell, G. R., The effect of chlorhexidine gluconate as an endodontic irrigant on the apical seal: long-term results. *J Endod* 2003;29(2):91-4.
72. Sassone LM, Fidel RAS, Murad CF, Fidel SR, Hirata Jr R. Antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine by two different tests. *Aust Endod J* 2008;34(1):19-24.
73. Kuruvilla JR, Kamath MP. Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. *J Endod* 1998;24(7):472-6.
74. Mohammadi Z, Abbott P. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J* 2009;42(4):288-302.
75. Lima RKdP, Avaliação da difusão de íons hidroxila e da atividade antibacteriana de medicação intracanal á base de hidróxido de cálcio. Faculdade de Odontologia, Pós-Graduação em Odontologia. Doctoral thesis, São Paulo, Brazil: São Paulo State University (UNESP), 2010.
76. Okino L, Siqueira E, Santos M, Bombana A, Figueiredo J. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *Int Endod J* 2004;37(1):38-41.

77. Ferraz CCR, de Almeida Gomes BPF, Zaia AA, Teixeira FB, de SouzaFilho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. *J Endod* 2001;27(7):452-5.
78. White R, Hays G, Janer L. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *J Endod* 1997;23(4):229-31.
79. Yamashita J, Tanomaru Filho M, Leonardo M, Rossi M. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. *Int Endod J* 2003;36(6):391-4.
80. PérezHeredia M, FerrerLuque C, GonzálezRodríguez M, MartínPeinado F, GonzálezLópez S. Decalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2.5% sodium hypochlorite on root canal dentine. *Int Endod J* 2008;41(5):418-23.
81. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. Chelation in root canal therapy reconsidered. *J Endod* 2005;31(11):817-20.
82. Rasimick BJ, Nekich M, Hladek MM, Musikant BL, Deutsch AS. Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. *J Endod* 2008;34(12):1521-23.
83. Tuncer AK. Effect of QMix 2in1 on sealer penetration into the dentinal tubules. *J Endod* 2015;41(2):257-60.
84. Zhang W, Torabinejad M, Li Y. Evaluation of cytotoxicity of MTAD using the MTT-tetrazolium method. *J Endod* 2003;29(10):654-7.
85. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, Kim J, Shabahang S. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod* 2003;29(3):170-5.
86. Krause TA, Liewehr FR., Hahn CL. The antimicrobial effect of MTAD, sodium hypochlorite, doxycycline, and citric acid on *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2007;33(1):28-30.
87. Newberry BM, Shabahang S, Johnson N, Aprecio RM, Torabinejad M. The antimicrobial effect of biopure MTAD on eight strains of *Enterococcus faecalis*: an in vitro investigation. *J Endod* 2007;33(11):1352-4.

88. Tay FR, Mazzoni A, Pashley DH, Day TE, Ngoh EC, Breschi L. Potential iatrogenic tetracycline staining of endodontically treated teeth via NaOCl/MTAD irrigation: a preliminary report. *J Endod* 2006;32(4):354-8.
89. Krishnan U, Saji S, Clarkson R, Laloo R, Moule AJ. Free active chlorine in sodium hypochlorite solutions admixed with octenidine, smearoff, chlorhexidine, and EDTA. *J Endod* 2017;43(8):1354-9.
90. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32(5):389-98.
91. Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod* 2007;33(8):966-9.
92. Retamozo B, Shabahang S, Johnson N, Aprecio RM, Torabinejad M. Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2010;36(3):520-3.
93. 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):411-5.
94. 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.
95. 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.
96. 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.
97. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Eur J Oral Sci* 1981;89(4):321-8.
98. Dalton BC, Ørstavik D, Phillips C, Pettiette M, Trope M. Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. *J Endod* 1998;24(11):763-7.
99. Parris J, Wilcox L, Walton R. Effectiveness of apical clearing: histological and radiographical evaluation. *J Endod* 1994;20(5):219-24.

100. Schäfer E, Zapke K. A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *J Endod* 2000;26(11):660-4.
101. Tan BT, Messer HH. The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. *J Endod* 2002;28(9):658-64.
102. Wu MK, Wesselink PR. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79(4):492-6.
103. Goldman M, Kronman JH, Goldman LB, Clausen H, Grady J. New method of irrigation during endodontic treatment. *J Endod* 1976;2(9):257-60.
104. 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.
105. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. Scanning electron microscope study of a new irrigation method in endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 1979;48(1):79-83.
106. Keir DM, Senia ES, Montgomery S. Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. *J Endod* 1990;16(7):323-7.
107. AlHadlaq SM, AlTuraiki SA, AlSulami U, Saad AY. Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 2006;32(12):1181-4.
108. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo®) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J* 2008;41 (7):602-8.
109. 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.

110. Jiang LM, Lak B, Eijsvogels LM, Wesselink P, van der Sluis LW. Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. *J Endod* 2012;38(6):838-41.
111. Ruddle CJ (inventors). U.S. Patent and Trademark Office, Microbrush for endodontic use, US6,179,617B1, 2001
112. AlAli M, Sathorn C, Parashos P. Root canal debridement efficacy of different final irrigation protocols. *Int Endod J* 2012;45(10):898-906.
113. 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.
114. Walters MJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *J Endod* 2002;28(12):837-9.
115. Waplinton M, Lumley P, Walmsley A. Sonic instruments in root canal therapy. *Dental update* 1995;22(8):339-42.
116. Ricardo S, Nursasongko B. Comparison of Apical Third Cleanliness of Smear Layer Using Endoactivator® and Vibringe®. *J Int Dent Med Res* 2016;9(3).
117. Rödigg T, Döllmann S, Konietschke F, Drebenstedt S, Hülsmann M. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. *J Endod* 2010;36(12):1983-7.
118. Tronstad L, Barnett F, Schwartzben L, Frasca P. Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Dental Traumatology* 1985;1(2):69-76.
119. Richman MJ. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *J Dent Med* 1957;12:12-8.
120. Ahmad M, Ford TRP, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *J Endod* 1987;13(3):93-101.
121. Çiçek AGDE, Bodrumlu E. Endodontide ultrasonikler: derleme. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2012;22.

122. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod* 1980;6(9):740-3.
123. Lumley P, Walmsley A, Laird W. Streaming patterns produced around endosonic files. *Int Endod J* 1991;24(6):290-7.
124. Ahmad M. Effect of ultrasonic instrumentation on *Bacteroides intermedius*. *Dent Traumatol* 1989;5(2):83-6.
125. Roy R, Ahmad M, Crum L. Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file. *Int Endod J* 1994;27(4):197-207.
126. Cameron J. The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. *J Endod* 1983;9(7):289-92.
127. Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hoshino E. Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. *Int Endod J* 1998;31(4):242-50.
128. Baker P, Evans R, Coburn R, Genco R. Tetracycline and its derivatives strongly bind to and are released from the tooth surface in active form. *J Periodontol* 1983;54(10):580-5.
129. Goldberg F, Snares I, Massone EJ, Scares IM. Comparative debridement study between hand and sonic instrumentation of the root canal. *Dent Traumatol* 1988;4(5):229-34.
130. Abbott P, Heijkoop P, Cardaci S, Hume W, Heithersay G. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J* 1991;24(6):308-16.
131. Vivan RR, Bortolo MV, Duarte MAH, Moraes IGd, TanomaruFilho M, Bramante CM. Scanning electron microscopy analysis of RinsEndo system and conventional irrigation for debris removal. *Braz Dent J* 2010;21(4):305-9.
132. Nielsen BA, Baumgartner JC. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod* 2007;33(5):611-5.
133. Shin SJ, Kim HK, Jung IY, Lee CY, Lee SJ, Kim E. Comparison of the cleaning efficacy of a new apical negative pressure irrigating system with conventional irrigation

needles in the root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109(3):479-84.

134. Howard RK, Kirkpatrick TC, Rutledge RE, Yaccino JM. Comparison of debris removal with three different irrigation techniques. *J Endod* 2011;37(9):1301-5.

135. Miranda R, Santos E, Souto R, Gusman H, Colombo A. Ex vivo antimicrobial efficacy of the Endo Vac® system plus photodynamic therapy associated with calcium hydroxide against intracanal *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2013;46(6):499-505.

136. De Moor RJ, Meire M, Goharkhay K, Moritz A, Vanobbergen J. Efficacy of ultrasonic versus laser-activated irrigation to remove artificially placed dentin debris plugs. *J Endod* 2010;36(9):1580-3.

137. Myers ML. The effect of laser irradiation on oral tissues. *J Prosthet Dent* 1991;66(3):395-7.

138. Miller M, Truhe T. Lasers in dentistry: an overview. *J Am Dent Assoc* 1993;124(2):32-5.

139. Pick R, Powell G. Laser in dentistry. Soft-tissue procedures. *Dent Clin North Am* 1993;37(2):281-96.

140. Kutsch VK. Lasers in dentistry: comparing wavelengths. *J Am Dent Assoc* 1993;124(2):49-54.

141. Dederich DN. Laser/tissue interaction: what happens to laser light when it strikes tissue? *J Am Dent Assoc* 1993;124(2):57-61.

142. Koba K, Kimura Y, Matsumoto K, Takeuchi T, Ikarugi T, Shimizu T. A histopathological study of the morphological changes at the apical seat and in the periapical region after irradiation with a pulsed Nd: YAG laser. *Int Endod J* 1998;31(6):415-20.

143. Blanken J, De Moor RJG, Meire M, Verdaasdonk R. Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 1: a visualization study. *Lasers Surg Med* 2009;41(7):514-9.

144. Lee BS, Lin CP, Hung YL, Lan WH. Structural changes of Er: YAG laser-irradiated human dentin. *Photomed Laser Ther* 2004;22(4):330-4.

145. Barbakow F, Peters O, Havranek L. Effects of Nd: YAG lasers on root canal walls: a light and scanning electron microscopic study. *Quintessence Int* 1999;30(12): 837-45.
146. DiVito E, Peters OA, Olivi G. Effectiveness of the erbium: YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Laser Med Sci* 2012;27(2):273-80.
147. Ali Saghiri M, Asgar K, Gutmann JL, Garcia-Godoy F, Ahmadi K, Karamifar K, Asatorian A. Effect of laser irradiation on root canal walls after final irrigation with 17% EDTA or BioPure MTAD: X-ray diffraction and SEM analysis. *Quintessence Int* 2012;43(10):127-34.
148. De Groot S, Verhaagen B, Versluis M, Wu MK, Wesselink P, Van Der Sluis L. Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization. *Int Endod J* 2009;42(12):1077-83.
149. Takeda FH, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. Comparative study about the removal of smear layer by three types of laser devices. *J Clin Laser Med Surg* 1998;16(2):117-22.
150. Peters OA, Bardsley S, Fong J, Pandher G, DiVito E. Disinfection of root canals with photon-initiated photoacoustic streaming. *J Endod* 2011;37(7):1008-12.
151. DiVito E, Lloyd A. ER: YAG laser for 3-dimensional debridement of canal systems: use of photon-induced photoacoustic streaming. *Dentistry today* 2012;31(11):122-4.
152. Yildirim C, Karaarslan EŞ. Endodontide Lazer Uygulamaları. *Turkiye Klinikleri J Dental Sci* 2012;18(3):325-36.
153. Gutknecht N, Kaiser F, Hassan A, Lampert F. Long-term clinical evaluation of endodontically treated teeth by Nd: YAG lasers. *J Clin Laser Med Surg* 1996;14(1):7-11.
154. Moshonov J, Sion A, Kasirer J, Rotstein I, Stabholz A. Efficacy of argon laser irradiation in removing intracanal debris. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol and Endod* 1995;79(2):221-5.

155. Moritz A, Gutknecht N, Goharkhay K, Schoop U, Wernisch J, Sperr W. In vitro irradiation of infected root canals with a diode laser: results of microbiologic, infrared spectrometric, and stain penetration examinations. *Quintessence Int* 1997;28(3).
156. Kimura Y, WilderSmith P, Matsumoto K. Lasers in endodontics: a review. *Int Endod J* 2000;33(3):173-85.
157. Yasuda Y, Kawamorita T, Yamaguchi H, Saito T. Bactericidal effect of Nd: YAG and Er: YAG lasers in experimentally infected curved root canals. *Photomed Laser Surg* 2010;28(S2):S-75.
158. Cohen BI, Deutsch AS, Musikant BL. Effect of power settings on temperature change at the root surface when using a Holmium YAG laser in enlarging the root canal. *J Endod* 1996;22(11):596-9.
159. Matsuoka E, Yonaga K, Kinoshita JI, Kimura Y, Matsumoto K. Morphological study on the capability of Er: YAG laser irradiation for root canal preparation. *J Clin Laser Med Surg* 2000;18(4):215-9.
160. Shoji S, Hariu H, Horiuchi H. Canal enlargement by Er: YAG laser using a cone-shaped irradiation tip. *J Endod* 2000;26(8):454-8.
161. Depraet F, De Bruyne M, De Moor R. The sealing ability of an epoxy resin root canal sealer after Nd: YAG laser irradiation of the root canal. *Int Endod J* 2005;38(5):302-9.
162. Pirnat S, Lukac M, Ihan A. Study of the direct bactericidal effect of Nd: YAG and diode laser parameters used in endodontics on pigmented and nonpigmented bacteria. *Laser Med Sci* 2011;26(6):755-61.
163. Matsuoka E, Jayawardena JA, Matsumoto K. Morphological study of the Er, Cr: YSGG laser for root canal preparation in mandibular incisors with curved root canals. *Photomed Laser Ther* 2005;23(5):480-4.
164. George R, Walsh LJ. Thermal Effects from Modified Endodontic Laser Tips Used in the Apical Third of Root Canals with Erbium-Doped Yttrium Aluminium Garnet and Erbium, Chromium-Doped Yttrium Scandium Gallium Garnet Lasers. *Photomed Laser Surg* 2010;28(2):161-5.

165. Gordon W, Atabakhsh VA, Meza F, Doms A, Nissan R, RizoIU I, Stevens RH. The antimicrobial efficacy of the erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet laser with radial emitting tips on root canal dentin walls infected with *Enterococcus faecalis*. *J Am Dent Assoc* 2007;138(7):992-1002.
166. Takeda FH, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. Efficacy of Er: YAG laser irradiation in removing debris and smear layer on root canal walls. *J Endod* 1998;24(8):548-51.
167. Vieiraalves PR, Aranha N, Alfredo E, Marchesan M, Junior AB, SousaNeto MD. Evaluation of hollow fiberoptic tips for the conduction of Er: YAG laser. *Photomed Laser Ther* 2005;23(4):410-5.
168. Kesler G, Gal R, Kesler A, Koren R. Histological and scanning electron microscope examination of root canal after preparation with Er: YAG laser microprobe: a preliminary in vitro study. *J Clin Laser Med Surg* 2002;20(5):269-77.
169. Lee BS, Jeng JH, Lin CP, Shoji S, Lan WH. Thermal effect and morphological changes induced by Er: YAG laser with two kinds of fiber tips to enlarge the root canals. *Photomed Laser Surg* 2004;22(3):191-7.
170. Cireli E. Electron microscopic analysis of the pre-and postnatal differentiation of the epithelium of the upper respiratory tract of the rat. *Z Mikrosk Anat Forsch* 1966;74(2):132-78.
171. Bogner A, Jouneau PH, Thollet G, Basset D, Gauthier C. A history of scanning electron microscopy developments: towards “wet-STEM” imaging. *Micron* 2007;38(4):390-401.
172. Yañez MJ, Barbosa SE. Changes in particle area measurements due to SEM accelerating voltage and magnification. *Microsc Res Tech* 2003;61(5):463-8.
173. Hearle JWS, Sparrow JT, Cross PM. Scanning electron microscope. In: Hearle JWS eds. *The use of the scanning electron microscope*. 1st ed. New York: Pergamon Press; 1972. p.31-278
174. Chescoe D, Goodhew PJ. Transmission electron microscope. In: Royal Microscopical Society (Great Britain) eds. *The operation of the transmission electron microscope*. Oxford Univ. London: Oxford University Press; 1984.p.1-86

175. Ergün G, Yenisey M. Fiberle güçlendirilmiş kompozit (FGK) sabit protezlerin SEM ile değerlendirilmesi ve içeriklerinin element analizlerinin (EDS) yapılması. *Ondokuz Mayıs Univ Dis Hekim Fak Derg* 2006;7(2):73-81.
176. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol* 1971;32(2):271-5.
177. Wang X, Cheng X, Liu B, Liu X, Yu Q, He W. Effect of Laser-Activated Irrigations on Smear Layer Removal from the Root Canal Wall. *Photomed Laser Surg* 2017;35(12):688-94.
178. Park E, Shen Y, Haapasalo M. Irrigation of the apical root canal. *Endodontic Topics* 2012;27(1):54-73.
179. Siqueira Jr J, Perez A, MarcelianoAlves M, Provenzano J, Silva S, Pires F, Vieira G, Rocas I, Alves F. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *Int Endod J* 2018;51(5):501-8.
180. 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.
181. AbouRass M., Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol* 1982;54(3):323-8.
182. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J* 2001;34(3):221-30.
183. Susin L, Liu Y, Yoon J, Parente J, Loushine R, Ricucci D, Bryan T, Weller R, Pashley DH, Tay F. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J* 2010;43(12):1077-90.
184. Yoo YJ, Lee W, Kim HC, Shon WJ, Baek SH. Multivariate analysis of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques in the canal and isthmus of mandibular posterior teeth. *Restor Dent Endod* 2013;38(3):154-9.

185. Saber SED, Hashem AAR. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. *J Endod* 2011;37(9):1272-5.
186. Parente J, Loushine R., Susin L, Gu L, Looney SW, Weller R, Pashley DH, Tay F. 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.
187. Mitchell RP, Yang SE, Baumgartner JC. Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *J Endod* 2010;36(2):338-41.
188. Brännström M. Smear layer: pathological and treatment considerations. *Oper dent Suppl* 1984;3:35-42.
189. Mayer B, 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(7):582-9.
190. Garberoglio R., Becce C. Smear layer removal by root canal irrigants: a comparative scanning electron microscopic study. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol* 1994;78(3):359-67.
191. Pashley D, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent* 1981;46(5):531-7.
192. ElMa'aita AM, Qualtrough AJ, Watts DC. The effect of smear layer on the push-out bond strength of root canal calcium silicate cements. *Dent Mater* 2013;29(7):797-803.
193. Kokkas AB, Boutsoukis AC, Vassiliadis LP, Stavrianos CK. The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *J Endod* 2004;30(2):100-2.
194. Baumgartner JC, Brown CM, Mader CL, Peters DD, Shulman JD. A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid. *J Endod* 1984;10(11):525-31.

195. Cengiz T, Aktener B, Piskin B. The effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1990;23(3):163-71.
196. Tatsuta CT, Morgan LA, Baumgartner JC, Adey JD. Effect of calcium hydroxide and four irrigation regimens on instrumented and uninstrumented canal wall topography. *J Endod* 1999;25(2):93-8.
197. Çalışkan MK, Pehlivan Y, Sepetçioğlu F, Türkün M, Tuncer SŞ. Root canal morphology of human permanent teeth in a Turkish population. *J Endod* 1995;21(4):200-4.
198. Rueggeberg F. Substrate for adhesion testing to tooth structure—Review of the literature: A report of the ASC MD156 Task Group on Test methods for the adhesion of restorative materials Accredited standards committee MD156 for dental materials and devices. *Dent Mater* 1991;7(1):2-10.
199. Goodis H, Marshall G, White J. The effects of storage after extraction of the teeth on human dentine permeability in vitro. *Arch Oral Biol* 1991;36(8):561-6.
200. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am* 2010;54(2):291-312.
201. Rodrigues RCV, Zandi H, Kristoffersen AK, Enersen M, Mdala I, Ørstavik D, Rôças IN, Siqueira Jr JF. 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.
202. 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.
203. Boutsoukias C, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, van der Sluis LW. The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod* 2010;36(10):1664-8.

204. Silva E, Ferreira V, Silva C, Herrera D, DeDeus G, Gomes B. 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.
205. Plotino G, Özyürek T, Grande N, Gündoğar M. Influence of size and taper of basic root canal preparation on root canal cleanliness: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J* 2018;10.1111/iej.13002.
206. Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod* 2004;30(2):110-2.
207. 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.
208. 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.
209. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol* 1977;44(2):306-12.
210. Hsieh Y, Gau C, Kung Wu S, Shen E, Hsu P, Fu E. Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. *Int Endod J* 2007;40(1):11-7.
211. Vivan RR, Duque JA, Alcalde MP, Só MVR, Bramante CM, Duarte MAH. Evaluation of different passive ultrasonic irrigation protocols on the removal of dentinal debris from artificial grooves. *Braz Dent J* 2016;27(5):568-72.
212. De Gregorio C, Arias A, Navarrete N, Del Rio V, Oltra E, Cohenca N. Effect of apical size and taper on volume of irrigant delivered at working length with apical negative pressure at different root curvatures. *J Endod* 2013;39(1):119-24.
213. Boutsoukias 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.
214. Chow T. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod* 1983;9(11):475-9.

215. Sedgley C, Nagel A, 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.
216. Pesse AV, Warriar GR, Dhir VK. In Experimental study of the gas entrapment process in closed-end microchannels. *Int J Heat Mass Transf* 2005;48(25-26):5150-65.
217. Virdee S, Seymour D, 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* 2018;51(6):605-21.
218. Harrison J. Irrigation of the root canal system. *Dent Clin North Am* 1984;28(4):797-808.
219. ÇalıŖkan M. Endodontide tanı ve tedaviler. Endodontik materyallerin biyoyumluluğu ve kök kanallarının irrigasyonu. İstanbul, Nobel tıp kitabevleri 2006.
220. Kandaswamy D, Venkateshbabu N. Root canal irrigants. *J Conserv Dent* 2010;13(4):256-64.
221. AriasMoliz M, OrdinolaZapata R, Baca P, RuizLinares M, Garcia Garcia E, Hungaro Duarte M, Monteiro Bramante C, FerrerLuque C. Antimicrobial activity of chlorhexidine, peracetic acid and sodium hypochlorite/etidronate irrigant solutions against *Enterococcus faecalis* biofilms. *Int Endod J* 2015;48(12):1188-93.
222. Tartari T, Bachmann L, Maliza AGA, Andrade FB, Duarte MAH, Bramante CM. Tissue dissolution and modifications in dentin composition by different sodium hypochlorite concentrations. *J Appl Oral Sci* 2016;24(3):291-8.
223. 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.
224. Spangberg L, Engström 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.
225. Radcliffe C, Potouridou L, Qureshi R, Hababbeh N, Qualtrough A, Worthington H, Drucker D. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite

on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2004;37(7):438-46.

226. Sim T, Knowles J, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J* 2001;34(2):120-32.

227. Niu W, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Abstract. *Int Endod J* 2002;35(11):934-9.

228. Ballal NV, Kandian S, Mala K, Bhat KS, Acharya S. Comparison of the efficacy of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid in smear layer removal from instrumented human root canal: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 2009;35(11):1573-6.

229. Takeda F, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. *Int Endod J* 1999;32(1):32-9.

230. Dotto SR, Travassos RMC, De Oliveira EPM, de Lima Machado ME, Martins JL. Evaluation of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) solution and gel for smear layer removal. *Aust Endod J* 2007;33(2):62-5.

231. Lui JN, Kuah HG, Chen NN. Effect of EDTA with and without surfactants or ultrasonics on removal of smear layer. *J Endod* 2007;33(4):472-5.

232. Khedmat S, Shokouhinejad N. Comparison of the efficacy of three chelating agents in smear layer removal. *J Endod* 2008;34(5):599-602.

233. Ballal NV, Jain I, Tay FR. Evaluation of the smear layer removal and decalcification effect of QMix, maleic acid and EDTA on root canal dentine. *J Dent* 2016;51:62-8.

234. Saghiri MA, GarcíaGodoy F, Asgar K, Lotfi M. The effect of *Morinda Citrifolia* juice as an endodontic irrigant on smear layer and microhardness of root canal dentin. *Oral Science International* 2013;10(2):53-7.

235. Şen B, Wesselink P, Türkün M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J* 1995;28(3):141-8.

236. 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.
237. Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod* 2010;36(9):1558-62.
238. Van der Sluis L, Gambarini G, Wu M, Wesselink P. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J* 2006;39(6):472-6.
239. Delany GM, Patterson SS, Miller CH, Newton CW. The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted necrotic teeth. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol* 1982;53(5):518-23.
240. Safavi KE, Nichols FC. Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. *J Endod* 1993;19(2):76-8.
241. Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod* 1992;18(12):605-12.
242. Perez F, RouqueyrolPourcel N. Effect of a low-concentration EDTA solution on root canal walls: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol, and Endod* 2005;99(3):383-7.
243. Ahmed H. Anatomical challenges, electronic working length determination and current developments in root canal preparation of primary molar teeth. *Int Endod J* 2013;46(11):1011-22.
244. Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod* 2002;28(1):17-9.
245. Mello I, Kammerer BA, Yoshimoto D, Macedo MCS, Antoniazzi JH. Influence of final rinse technique on ability of ethylenediaminetetraacetic acid of removing smear layer. *J Endod* 2010;36(3):512-4.
246. 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.

247. Teixeira C, Felipe M, Felipe W. 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.
248. Meryon S, Tobias R, Jakeman K. Smear removal agents: a quantitative study in vivo and in vitro. *J Prosthet Dent* 1987;57(2):174-9.
249. Cergneux M, Ciucchi B, Dietschi J, Holz J. The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. *Int Endod J* 1987;20(5):228-32.
250. Ahmad M. Measurements of temperature generated by ultrasonic file in vitro. *Dental Traumatology* 1990;6(5):230-1.
251. Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod* 1987;13(3):102-8.
252. Van Der Sluis L, Wu MK, Wesselink P. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. *Int Endod J* 2005;38(9):593-6.
253. Hülsmann M, Rummelin C, Schäfers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *J Endod* 1997;23(5):301-6.
254. Gu LS, 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.
255. 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.
256. AlJadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M. Acoustic hypochlorite activation in simulated curved canals. *J Endod* 2009;35(10):1408-11.
257. Martin H. Ultrasonic disinfection of the root canal. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol* 1976;42(1):92-9.
258. Rödiger T, Bozkurt M, Konietschke F, Hülsmann 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.

259. Malki M, Verhaagen B, Jiang LM, Nehme W, Naaman A, Versluis M, Wesselink P, van der Sluis L. 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.
260. Laird W, Walmsley A. Ultrasound in dentistry. Part 1—biophysical interactions. *J Dent* 1991;19(1):14-7.
261. Eriksson A, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. *J Prosthet Dent* 1983;50(1):101-7.
262. Cameron JA. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *J Endod* 1988;14(11):554-9.
263. Onac A, Florescu A, Tudose AD, Manea S, Pangica AM, Ionescu TP, Biclesanu C. Comparative SEM Study on the Effect of Irrigating the Radicular Dentine with NaOCl and EDTA Through Conventional Techniques and Diode Laser. *Revista De Chimie* 2017;68(5):916-20.
264. Fornari V, SilvaSousa Y, Vanni J, Pécora J, Versiani M, SousaNeto M. 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.
265. Ribeiro EM, SilvaSousa YT, SouzaGabriel AE, SousaNeto MD, Lorencetti KT, Silva SRC. Debris and smear removal in flattened root canals after use of different irrigant agitation protocols. *Microsc Res Tech* 2012;75(6):781-90.
266. Paqué 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.
267. 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.
268. Bitter NC. Tannic acid for smear layer removal: pilot study with scanning electron microscope. *J Prosthet Dent* 1989;61(4):503-7.

269. Ram Z. Chelation in root canal therapy. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, and Oral Radiol* 1980;49(1):64-74.
270. DeDeus G, Reis C, Paciornik S. Critical appraisal of published smear layer-removal studies: methodological issues. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol, and Endod* 2011;112(4):531-43.
271. Chopra S, Murray PE, Namerow KN. A scanning electron microscopic evaluation of the effectiveness of the F-file versus ultrasonic activation of a K-file to remove smear layer. *J Endod* 2008;34(10):1243-5.
272. BlankGonçalves LM, Nabeshima CK, Martins GHR, de Lima 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.
273. Schilke R, Lisson JA, Bauß O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol* 2000;45(5):355-61.
274. Absi E, Addy M, Adams D. Dentine hypersensitivity: The development and evaluation of a replica technique to study sensitive and non-sensitive cervical dentine. *J Clin Periodontol* 1989;16(3):190-5.
275. George R, Rutley EB, Walsh LJ. Evaluation of smear layer: a comparison of automated image analysis versus expert observers. *J Endod* 2008;34(8):999-1002.
276. Schmidt TF, Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT, Pashley DH, Bortoluzzi EA. Effect of ultrasonic activation of irrigants on smear layer removal. *J Endod* 2015;41(8):1359-63.
277. Deari S, Mohn D, Zehnder M. Dentine decalcification and smear layer removal by different ethylenediaminetetraacetic acid and 1-hydroxyethane-1, 1-diphosphonic acid species. *Int Endod J* 2018;10.1111/iej.12987.
278. Di Lenarda R, Cadenaro M, Sbaizero O. Effectiveness of 1 mol L⁻¹ citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. *Int Endod J* 2000;33(1):46-52.

279. Reis C, DeDeus G, Leal F, Azevedo É, CoutinhoFilho T, Paciornik S. Strong effect on dentin after the use of high concentrations of citric acid: an assessment with co-site optical microscopy and ESEM. *Dent Mater* 2008;24(12):1608-15.
280. Dai L, Khechen K, Khan S, Gillen B, Loushine BA, Wimmer CE, Gutmann JL, Pashley D, Tay FR. 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.
281. Macedo R, Wesselink P, Zaccheo F, Fanali D, Van Der Sluis L. Reaction rate of NaOCl in contact with bovine dentine: effect of activation, exposure time, concentration and pH. *Int Endod J* 2010;43(12):1108-15.
282. Munoz HR, CamachoCuadra K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *J Endod* 2012;38(4):445-8.
283. De Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *J Endod* 2010;36(7):1216-21.
284. Paragliola R, Franco V, Fabiani C, Mazzoni A, Nato F, Tay FR, Breschi L, Grandini S. Final rinse optimization: influence of different agitation protocols. *J Endod* 2010;36(2):282-5.
285. 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.
286. Khaord P, Amin A, Shah MB, Uthappa R, Raj N, Kachalia T, Kharod H. 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.
287. Walker TL, Carlos E. Histological evaluation of ultrasonic and sonic instrumentation of curved root canals. *J Endod* 1989;15(2):49-59.
288. Langeland K, Pascon EA. Work-saving devices in endodontics: efficacy of sonic and ultrasonic techniques. *J Endod* 1985;11(11):499-510.

289. Heard F, Walton R. Scanning electron microscope study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. *Int Endod J* 1997;30(5):323-31.
290. 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.
291. Gu XH, Mao CY, Kern M. Effect of different irrigation on smear layer removal after post space preparation. *J Endod* 2009;35(4):583-6.
292. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Armellin E, Conte G, Cianconi L. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *J Endod* 2013;39(11):1456-60.
293. Guerisoli D, Marchesan M, Walmsley A, Lumley P, Pecora J. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *Int Endod J* 2002;35(5):418-21.
294. Van der Sluis L, Versluis M, Wu M, Wesselink P. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J* 2007;40(6):415-26.
295. Lee SJ, Wu MK, Wesselink P. 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.
296. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod* 2009;35(4):545-9.
297. Bronnec F, Bouillaguet S, Machtou P. Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the final irrigation regimen. *Int Endod J* 2010;43(8):663-72.
298. UrozTorres D, GonzálezRodríguez MP, FerrerLuque CM. Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. *J Endod* 2010;36(2):308-11.
299. Ahuja P, Nandini S, Ballal S, Velmurugan N. Effectiveness of four different final irrigation activation techniques on smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. *J Dent (Tehran)* 2014;11(1):1.

300. Akyuz Ekim SN, Erdemir A. Comparison of different irrigation activation techniques on smear layer removal: an in vitro study. *Microsc Res Tech* 2015;78(3):230-9.
301. Moodnik RM, Dorn SO, Feldman MJ, Levey M, Borden BG. Efficacy of biomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 1976;2(9):261-6.
302. Guidotti R, Merigo E, Fornaini C, Rocca JP, Medioni E, Vescovi P. Er: YAG 2,940-nm laser fiber in endodontic treatment: a help in removing smear layer. *Laser Med Sci* 2014;29(1):69-75.
303. Vincenzi V, Plotino G, Giansiracusa A, Pietrangeli E, Al Sudani D, Grande NM, Milana V. A SEM study of canal cleanliness after a new nickel-titanium rotary instrumentation technique. *Ann Stomatol (Roma)* 2011;2(1-2):19.
304. Berutti E, Marini R. A scanning electron microscopic evaluation of the debridement capability of sodium hypochlorite at different temperatures. *J Endod* 1996;22(9):467-70.
305. Panighi MM, Jacquot B. Scanning electron microscopic evaluation of ultrasonic debridement comparing sodium hypochlorite and Bardac-22. *J Endod* 1995;21(5):272-6.
306. Carrigan PJ, Morse DR, Furst ML, Sinai IH. A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. *J Endod* 1984;10(8):359-63.
307. Ekim ŞNA, Erdemir A. Endodontide İrrigasyon Aktivasyon Yöntemleri. *J Dent Fac Atatürk Uni* 2015;25:98-104.

EK-1

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında IRAN’da doğdum. İlk öğretime, ortaokul ve lise eğitimimi IRAN’da TABRIZ şehrinde tamamladım. 2008 yılında başladığım Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’ni 2014 yılında onur derecesi ile tamamladım. 2016 yılında, Diş Hekimliği Uzmanlık Eğitimi Giriş Sınavı (DUS) ile Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı’nda uzmanlık eğitimi almaya hak kazandım. Farsça, Azerice ve İngilizce bilmekteyim.

EK-2



T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı



Sayı : 25403353-050.99-E.64282
Konu : 2018 - 46 Karar

13/06/2018

Sayın Dr. Öğr. Üy. Kübra YEŞİLDAL YETER
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı

Sorumlu Araştırmacısı olduğunuz **“Farklı Solüsyonların ve İrrigasyon Aktivasyon Tekniklerinin Kök Kanalındaki Smear Tabakasının Uzaklaştırılmasına Etkisi”** başlıklı çalışma hakkında alınan karar ilişikte gönderilmiştir.
Bilgilerinizi ve gereğini saygı ile rica ederim.

Prof. Dr. Ömür ŞAYLIGİL
Etik Kurul Başkanı

Bu evrak 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na göre elektronik olarak imzalanmıştır. Evrak doğrulama adresi:
<https://cbysnetm.ogu.edu.tr/Home/Dogrulama/079862ac-7ab0-4fee-b007-5396efd637dc>

Adres	: Meselek Kampüsü PK:26480 Odunpazarı	Ayrıntılı Bilgi	: Aysun SERTTAŞ - Bilgisayar İşletmeni
Telefon	: 0222 2392979-4690	Faks	: 222 239 37 72
E-Posta	: aserttas@ogu.edu.tr	Elektronik Ağ	: http://girisimselolmayanetikkurul.ogu.edu.tr/
		KEP Adresi	: esk.osmangaziunirek@hs01.kep.tr



ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
BAŞKANLIĞI

Prof. Dr. Ömür ŞAYLIGİL
(Başkan)
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı

Doç. Dr. Uğur BİLGE
(Başkan Yardımcısı)
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Aile Hekimliği Anabilim Dalı

Doç. Dr. Özlem ÖRSAL
(Raporör)
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Eskişehir Sağlık Bilimleri Fakültesi
Halk Sağlığı Hemşireliği Anabilim
Dalı

Prof. Dr. Setenay DİNÇER
ÖNER
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyostatistik Anabilim Dalı

Prof. Dr. Hilmi ÖZDEN
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı

Prof. Dr. Varol ŞAHİNTÜRK
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Histoloji ve Embriyoloji Anabilim
Dalı

Prof. Dr. Timuçin KAŞİFOĞLU
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
İç Hastalıkları Anabilim Dalı /
Romatoloji Bilim Dalı

Doç. Dr. Altan EŞSİZOĞLU
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Ruh Sağlığı ve Hastalıkları
Anabilim Dalı

Doç. Dr. Ömer KILIÇ
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları
Anabilim Dalı /
Çocuk Enfeksiyon Hast. Bilim Dalı

Doç. Dr. Batu Can YAMAN
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi
Anabilim Dalı

Prof. Dr. Bekir YAŞAR
Genel Cerrahi Uzmanı

Av. Önder CAN
Avukat

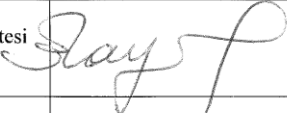
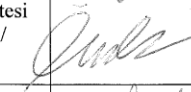



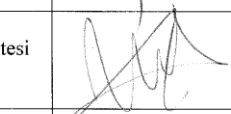

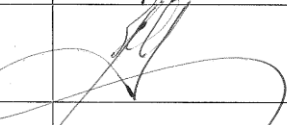
Etik Kurul Sekreterliği
Aysun SERTTAŞ
Makbule SARIÇİÇEK
Tel: 0 222 239 29 79 / 4690

KARAR FORMU

Başvuru Tarihi: 09.02.2018	Çalışmanın Başlığı: "Farklı Solüsyonların ve İrrigasyon Aktivasyon Tekniklerinin Kök Kanalındaki Smear Tabakasının Uzaklaştırılmasına Etkisi" Çalışmacılar: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı – Dr.Öğr.Üy.Kübra YEŞİLDAL YETER (Tez Danışmanı), Arş.Gör.Dt.Babak MOBARAKI (Tez Sahibi)
Çalışmanın değerlendirildiği ilk toplantı tarihi: 27.02.2018	Sonuç: 1. SEM ölçümleriniz ARUM'da yapılacağından; "13.04.2013 tarihli ve 28617 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelikte destekleyici klinik araştırmanın başlatılmasından, yürütülmesinden veya finanse edilmesinden sorumlu olan kişi kurum veya kuruluş olarak tanımlanmaktadır. Mezkur yönetmeliğin 23'üncü maddesinin 1'inci fıkrasında "Kurumca onaylanan araştırma protokolünde belirtilen ve araştırmada kullanılan her türlü araştırma ürününün, ürünlerin kullanılmasına mahsus cihaz ve malzemeler ile muayene, tetkik, tahlil ve tedavilerin bedeli destekleyici tarafından karşılanır. Bu bedel, gönüllüye veya sosyal güvenlik kurumuna ödetilmez." hükmü bulunmaktadır." Yukarıdaki maddeye istinaden; rutin dahi olsa, bakılacak tetkiklerin hasta arşivinden bakılması gereklidir. Aksi takdirde "bütçe" hazırlanması ilgili madde gereği zorunludur ve ilgili madde hükümleri tüm çalışmacılar için bağlayıcıdır. 2. ESOGÜ BAP başvurunuzun kurulumuza iletilmesi gerekmektedir.
Çalışmacılardan gelen düzeltme metni tarihi: 17.05.2018	Dr.Öğr.Üy.Kübra YEŞİLDAL YETER'in yazısı "Farklı Solüsyonların ve İrrigasyon Aktivasyon Tekniklerinin Kök Kanalındaki Smear Tabakasının Uzaklaştırılmasına Etkisi" başlıklı proje ile ilgili olarak etik kurulunuz tarafından bildirilen eksiklikler giderilmiştir. Proje için gereken beden ESOGÜ BAP birimi tarafından onaylanan B1 tipi proje ile sağlanacaktır. Proje onay formu ektedir. Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Çalışmanın değerlendirildiği ikinci toplantı tarihi: 05.06.2018	Sonuç: <ol style="list-style-type: none">1. Kişisel verileri gerçek kişilere ilişkin, bir hastalık dolayısıyla hekim veya diğer sağlık personeli tarafından edinilen her türlü bilgi olarak tanımlayabiliriz. Hastalığın türü, hastanın öyküsü, teşhis, tedavi, psikolojik belirtiler, bedeni eksiklikler ve özellikler hasta dosyası, röntgen filmleri, muayene sonuçları ile kişisel, ailevi, mesleki, ekonomik duruma ilişkin veriler hastanın kimliği ve adresi dahi kişisel veri olarak değerlendirilmelidir. Bu nedenle tıbbi kayıtların gizliliğine gerekli özenin gösterilmesi şarttır.2. Araştırmacılar İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu (2015), Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi (2013)'ni imzalamış bu imza ile sorumluluğu kabul ettiklerini beyan etmişlerdir.3. Ulusal ve uluslararası mevzuatta dile getirilen "Tıbbi verilerin gizliliğine azami dikkat esastır."4. Araştırmacıların yetkin ve bu araştırma için yeterli oldukları anlaşılmaktadır.
Karar Tarihi: 05.06.2018 Karar No: 04	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Yrd.Doç.Dr.Kübra YEŞİLDAL YETER (Tez Danışmanı) sorumluluğunda yürütülen " <i>Farklı Solüsyonların ve İrrigasyon Aktivasyon Tekniklerinin Kök Kanalındaki Smear Tabakasının Uzaklaştırılmasına Etkisi</i> " başlıklı çalışmanın yapılmasının etik açıdan uygun olduğuna oy birliğiyle karar verilmiştir. Araştırmacılara başarılar dileriz.

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

	Unvanı/Adı/Soyadı	Kurumu	İmza
1	Prof. Dr. Ömür ŞAYLIGİL (Başkan)	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı	
2	Doç. Dr. Ömer KILIÇ (Başkan Yardımcısı)	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı/ Çocuk Enfeksiyon Hastalıkları Bilim Dalı	
3	Doç. Dr. Özlem ÖRSAL (Raportör)	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eskişehir Sağlık Bilimleri Fakültesi Halk Sağlığı Hemşireliği Anabilim Dalı	
4	Doç. Dr. Uğur BİLGE	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği Anabilim Dalı	
5	Prof. Dr. Setenay DİNÇER ÖNER	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyostatistik Anabilim Dalı	
6	Prof. Dr. Hilmi ÖZDEN	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı	
7	Prof. Dr. Varol ŞAHİNTÜRK	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı	
8	Prof. Dr. Timuçin KAŞIFOĞLU	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı / Romatoloji Bilim Dalı	
9	Doç. Dr. Batu Can YAMAN	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı	
10	Prof. Dr. Bekir YAŞAR	Genel Cerrahi Uzmanı	
11	Av. Önder CAN	Hukuk	