



T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI



**FARKLI KONSANTRASYONLARDA KULLANILAN ETİDRONİK ASİTİN KÖK
KANALLARINDAN SMEAR TABAKASININ UZAKLAŞTIRILMASINDAKİ
ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Ezgi İlkay ZENGİN

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL

DİYARBAKIR

2022



T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI



**FARKLI KONSANTRASYONLARDA KULLANILAN ETİDRONİK ASİTİN KÖK
KANALLARINDAN SMEAR TABAKASININ UZAKLAŞTIRILMASINDAKİ
ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Ezgi İlkay ZENGİN

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL

DİYARBAKIR

2022

Bu tez Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünce desteklenmektedir.

Proje No: DİŞ.23.002

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Uzman Öğrencisi Ezgi İlkay ZENGİN'in "Farklı konsantrasyonlarda kullanılan etidronik asitin kök kanallarından smear tabakasının uzaklaştırılmasındaki etkinliklerinin karşılaştırılması" başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Diş Hekimliği Fakültesi Uzmanlık Bitirme Tezi olarak kabul edilmiştir.

DIYARBAKIR / 06.12.2022

Tez Danışmanı
Ünvanı Adı Soyadı

Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL

Anabilim Dalı Başkanı
Ünvanı Adı Soyadı

Prof. Dr. Sadullah KAYA

Yukarıdaki tez, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı tarafından 25.11.2022 tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Belgin GÜLSÜN
Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir 'Uzmanlık' tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

İmzası

JÜRİ 1

Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL

JÜRİ 2

Dr. Öğr. Üyesi Merve YENİÇERİ ÖZATA

JÜRİ 3

Dr. Öğr. Üyesi Celalettin TOPBAŞ

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve tezimi Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu standartlarına uygun bir şekilde hazırladığımı beyan ederim.

06.12.2022

Ezgi İlkay ZENGİN

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübesiyle yanımda olup tez çalışmamı hassasiyetle yönlendiren saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL'e

Klinik tecrübelerini esirgemeyerek meslek hayatıma ve uzmanlık eğitimime büyük katkıları olan değerli hocalarım Prof. Dr. Sadullah KAYA, Dr. Öğr. Üyesi Merve YENİÇERİ ÖZATA ve Dr. Öğr. Üyesi İbrahim UYSAL'a,

Her zaman desteklerini hissettiğim, mutluluğumu paylaştığım başta Dt. Elif Nur YOLCU, Dt. Merve DOĞAN, Dt. Muharrem BATUR, Dt. Nihal Firdevs ÖZFİDAN ARIKAN, Dt. Hasret KILIVAN olmak üzere sevgili çalışma arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca her koşulda yanımda olan canım aileme, tez çalışmamdaki emekleri ve sabrı için sevgili kardeşim Enes Miran ZENGİN'e,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ezgi İlkay ZENGİN

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
SEMBOLLER/KISALTMALAR.....	ix
RESİMLER DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xiii
ÖZET.....	1
ABSTRACT	3
1. GİRİŞ.....	5
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Smear Tabakası	7
2.2. Smear Tabakasının Önemi	8
2.3. Smear Tabakasının Uzaklaştırılması	9
2.4. Smear Tabakasının Uzaklaştırılma Yöntemleri.....	9
2.4.1. İrrigasyon Ajanları.....	9
2.4.1.1. Sodyum hipoklorit (NaOCl)	12
2.4.1.2. Asitler ve şelasyon ajanları.....	16
2.4.1.2.1. EDTA.....	16
2.4.1.2.2. Sitrik Asit (CA)	17
2.4.1.2.3. Etidronik Asit (HEDP).....	18
2.4.1.2.4. Fitik asit (IP6, Inositol Hekzafosfat).....	19
2.4.1.2.5. Maleik Asit (MA)	19
2.4.1.2.6. Perasetik asit (PAA).....	20
2.4.1.3. MTAD (Mixture of Tetracycline, Acid and Detergent)	20
2.4.1.4. Tetraclean	21
2.4.1.5. Klorheksidin (CHX).....	21
2.4.1.6. QMix.....	22
2.4.1.7. İyodin potasyum iyodit (IKI)	22
2.4.1.8. Hidrojen peroksit	23
2.4.1.9. Oksidatif potansiyel su	23

2.4.2. İrrigasyon Aktivasyon Yöntemleri	23
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	27
3.1. Örneklerin Seçilmesi ve Hazırlanması	27
3.2. Çalışma Boyu Belirlenmesi	27
3.3.1 Etidronik asit (HEDP) çözeltisinin hazırlanması.....	28
3.3.2. NaOCl Çözeltisinin Hazırlanması	29
3.3.3. EDTA Çözeltisinin Hazırlanması	31
3.4. Preparasyon ve İrrigasyon.....	31
3.5. Örneklerin Hazırlanması ve SEM Analizi	34
3.6. Smear Tabakasının Değerlendirilmesi.....	35
3.7. İstatistiksel Analiz.....	36
4. BULGULAR.....	38
4.1. SEM Görüntülerinin Değerlendirilmesi	38
4.2. İstatistiksel Değerlendirme	45
5. TARTIŞMA	50
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	59
7. KAYNAKÇA	60
8. EKLER.....	80
9. ORJİNALLİK RAPORU	81
10. ÖZGEÇMİŞ.....	82

SEMBOLLER/KISALTMALAR

%: yüzde

G: Gauge

ark.: arkadaşları

ml: Mililitre

mm: Milimetre

µm: mikrometre

NiTi: Nikel Titanyum

pH: Power of Hidrojen

sn: Saniye

dk: Dakika

Hz: Hertz

kHz: Kiloherzt

NaOCl: Sodyum hipoklorit

HEDP: Hidroksietiliden difosfonik asit (Etidronik Asit)

EDTA: Etilen diamin tetraasetik asit

IP6: Fitik asit

CA: Sitrik asit

MA: Maleik asit

PAA: Perasetik asit

IKI: İyodin potasyum iyodit

CHX: Klorheksidin

MTAD: Mixture of Tetracycline İsomer, Acid and Detergent

SEM: Scanning Electron Microscope

p: İstatistiksel anlamlılık

>: Büyüktür

<: Küçüktür

µm: Mikrometre

UI: Ultrasonik irrigasyon

PUI: Pasif ultrasonik irrigasyon

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Çalışmada kullanılan %60 HEDP solüsyonu	29
Resim 2. Çalışmada kullanılan %5 NaOCl solüsyonu	30
Resim 3. Çalışmada kullanılan distile su.....	30
Resim 4. Çalışmada kullanılan %17 EDTA solüsyonu.....	31
Resim 5. Çalışmada kullanılan endodontik motor.....	32
Resim 6. Çalışmada kullanılan Reciproc R40 döner eği sistemi	32
Resim 7. Çalışmada kullanılan irrigasyon iğnesi	33
Resim 8. Preparasyon sonrası ikiye ayrılmış örnekler.....	35
Resim 9. SEM görüntülemesi için hazırlanan kök yarımları.....	35
Resim 10. Örneklerin incelenmesi için kullanılan SEM görüntüleme cihazı.....	36
Resim 11. Grup 1 koronal bölge SEM görüntüsü.....	38
Resim 12. Grup 1 orta bölge SEM görüntüsü	39
Resim 13. Grup 1 apikal bölge SEM görüntüsü.....	39
Resim 14. Grup 2 koronal bölge SEM görüntüsü.....	40
Resim 15. Grup 2 orta bölge SEM görüntüsü	40
Resim 16. Grup 2 apikal bölge SEM görüntüsü.....	41
Resim 17. Grup 3 koronal bölge SEM görüntüsü.....	41
Resim 18. Grup 3 orta bölge SEM görüntüsü	42
Resim 19. Grup 3 apikal bölge SEM görüntüsü.....	42
Resim 20. Grup 4 koronal bölge SEM görüntüsü.....	43
Resim 21. Grup 4 orta bölge SEM görüntüsü	43
Resim 22. Grup 4 apikal bölge SEM görüntüsü.....	44
Resim 23. Grup 5 koronal bölge SEM görüntüsü.....	44
Resim 24. Grup 5 apikal bölge SEM görüntüsü.....	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Etidronik asitin kimyasal yapısı.	18
Şekil 2. Endodontide kullanılan irrigasyon aktivasyon teknikleri.....	24
Şekil 3. Gruplarda smear tabakası uzaklaştırma etkinliği değerleri bakımından farklılıklar.....	48
Şekil 4. Gruplarda smear tabakası uzaklaştırma etkinliği değerleri bakımından farklılıklar.....	49



TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 1. Smear tabakası uzaklaştırma etkinliği bakımından irrigasyon solüsyonlarının karşılaştırılması (n=45).....	45
Tablo 2. Smear tabakası uzaklaştırılmasının bölgelere göre karşılaştırılması (n=75)	46
Tablo 3. İrrigasyon solüsyonlarının smear kaldırma etkinliğinin bölgelere göre karşılaştırılması (n=15)	47



FARKLI KONSANTRASYONLARDA KULLANILAN ETİDRONİK ASİTİN KÖK KANALLARINDAN SMEAR TABAKASININ UZAKLAŞTIRILMASINDAKİ ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Ezgi İlkey ZENGİN

Danışman: Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL

Endodonti Anabilim Dalı

ÖZET

Amaç

Bu çalışmanın amacı etidronik asitin (HEDP) %5, %9 ve %18'lik konsantrasyonlarının NaOCl ile kombinasyonları ve %17 EDTA kullanılarak smear tabakasının kök kanalından uzaklaştırma etkinliğinin taramalı elektron mikroskopunda (SEM) değerlendirilmesi, HEDP'nin ideal konsantrasyonunun belirlenmesidir.

Gereç ve Yöntem

Çalışmamızda periodontal ya da ortodontik nedenlerle çekilmiş olan 75 adet tek kök ve kanala sahip mandibular premolar diş kullanıldı. Tüm dişler kanal boylarını standardize etmek amacıyla apikalden 15 mm olacak şekilde ölçülerek elmas frez yardımıyla su soğutması altında dekontamine edildi. Kök kanalları ISO #20 numaralı K ve H tipi eğelerle çalışma boyunda manuel olarak genişletildi ardından Reciproc R40 (VDW, Munich, Almanya) NiTi eğelerle apikal çap #40 olacak şekilde preparasyon tamamlandı. Dişler Grup 1: %2.5 NaOCl; %17 EDTA, Grup 2: %2.5 NaOCl + %5 HEDP, Grup 3: %2.5 NaOCl + %9 HEDP, Grup 4: %2.5 NaOCl + %18 HEDP, Grup 5: %2.5 NaOCl; deiyonize su (kontrol grubu) olmak üzere (n=15) rastgele 5 gruba ayrıldı. İrrigasyon enstrumantasyon esnasında 15 ml,663 sonrasında 5 ml standart solüsyon hacmiyle tamamlandı. Dişler son olarak 5 ml distile su ile irrigate edildi, kağıt konlar ile kurutuldu. Örneklerin bukkal ve lingual yüzeylerine ince bir alev uçlu frez ve aeratör yardımıyla uzun eksene paralel oluklar açıldı, kökler 2 eşit

parçaya ayrıldı. Dişlerin koronal, orta ve apikal görüntüleri SEM’de x2000 büyütme altında alındı ve smear tabakasının varlığı iki farklı gözlemci tarafından skorlandı. Elde edilen görüntülerin istatistiksel ölçümünde Kruskal Wallis H Testinden yararlanıldı. İki den fazla gruplu karşılaştırmalarda anlamlı farklılık görülmesi durumunda Post-Hoc testler (Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi) yardımıyla aralarında anlamlı farklılık bulunan gruplar belirlendi.

Bulgular

Smear tabakası uzaklaştırma etkinliği bakımından irrigasyon solüsyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). EDTA, %5 HEDP, %9 HEDP ve %18 HEDP gruplarının smear tabakası uzaklaştırma etkinliği kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). EDTA, %5 HEDP, %9 HEDP ve %18 HEDP grupları arasında ise smear uzaklaştırma etkinliği bakımından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Smear tabakası uzaklaştırma etkinliği bakımından bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Bütün irrigasyon solüsyonlarında koronal ve orta bölgede smear tabakası uzaklaştırma etkinliği apikal bölgeye göre anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0,05$).

Sonuç

Smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği bakımından %5, %9, %18 HEDP ve %17 EDTA arasında fark yoktur. Kök kanal yıkama solüsyonu olarak HEDP kullanımı ile ilgili ileri araştırmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: EDTA, HEDP, smear tabakası uzaklaştırma, devamlı şelasyon, taramalı elektron mikroskobu

COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF DIFFERENT CONCENTRATIONS OF ETIDRONIC ACID IN REMOVING THE SMEAR LAYER FROM ROOT CANALS

Ezgi İlkey ZENGİN

Adviser of Thesis: Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL

Department of Endodontics

ABSTRACT

Aim

This study aimed to evaluate the efficiency of 5%, 9%, and 18% concentrations of etidronic acid and EDTA in removing the smear layer from the root canal to determine the ideal concentration of etidronic acid.

Materials and Methods

In our study, 75 single root and canal mandibular premolar teeth, which were extracted for periodontal or orthodontic reasons, were used. To standardize the canal lengths of all teeth, they were measured 15 mm from the apical foramen and decorated under water cooling with the help of a diamond bur. The root canals were manually enlarged to the working length with ISO #20 K- and H-type files. Then, preparation was completed using Reciproc R40 (VDW, Munich, Germany) NiTi files with an apical diameter of #40. The teeth were randomly divided into 5 groups (n = 15) (Group 1: 2.5% NaOCl + 17% EDTA; Group 2: 2.5% NaOCl + 5% HEDP; Group 3: 2.5% NaOCl + 9% HEDP; Group 4: 2.5% NaOCl + 18% HEDP; and Group 5 [control group]: 2.5% NaOCl + deionized water). Irrigation was completed with 15 ml and 5 ml of the standard solution volume during instrumentation. The teeth were finally irrigated with 5 ml of distilled water and dried with paper cones. With the help of a thin flame-tipped bur and aerator, grooves parallel to the long axis were opened on the buccal and lingual surfaces of the specimens, and the roots were divided into two equal

parts. Coronal, middle, and apical images of the teeth were taken under x2000 magnification using a scanning electron microscope, and the presence of a smear layer was scored by two different observers. The Kruskal–Wallis H test was used for the statistical measurement of the obtained images. In the case of significant differences resulting from comparisons with more than two groups, the groups with significant differences between them were determined using post hoc tests (Mann–Whitney U test with Bonferroni correction).

Results

There was a statistically significant difference between irrigation solutions in terms of smear layer removal efficiency ($p < 0.05$). EDTA, 5% HEDP, 9% HEDP, and 18% HEDP were significantly more efficient than the control ($p < 0.05$). However, there was no significant difference between EDTA, 5% HEDP, 9% HEDP, and 18% HEDP ($p > 0.05$). There was a statistically significant difference between regions, as smear layer removal efficiency was significantly higher in the coronal and middle regions than in the apical region for all irrigation solutions ($p < 0.05$).

Conclusion

There was no difference between 5%, 9%, and 18% etidronic acid and 17% EDTA in terms of the effectiveness of smear layer removal. Further research on the use of etidronic acid as a root canal irrigation solution is needed.

Keywords: Continuous chelation, EDTA, HEDP, scanning electron microscope, smear layer removal

1. GİRİŞ

Endodontik tedavinin temel amacı, kök kanal sistemindeki mikroorganizmaların ve toksik ürünlerinin eliminasyonudur. Bu sayede kök kanalı ve çevre dokulardaki enfeksiyonun önüne geçilmiş olur. Kök kanal tedavisi sırasında kemomekanik preparasyon sonucu dentin tübülleri arasında ve dentin tübüllerinin uzantılarında smear tabakası oluşur. Smear tabakasının içeriğinde nekrotik doku artıkları, dentin talaşları, odontoblast hücreleri, mikroorganizmalar gibi organik ve inorganik komponentler bulunur (1). Yüzeyel ve dentin olmak üzere iki katmandan oluşur. Yüzeyel tabaka 1-5 µm kalınlığındadır. Derin tabaka dentin tübüllerinde 40 µm'ye kadar uzanmaktadır (2, 3).

Düzensiz bir yapıya sahip olan smear tabakasının varlığı; irrigasyon solüsyonlarının, medikamentlerin ve patların dentin tübüllerine penetrasyonunu engeller, mikrosızıntıyı artırır. Smear tabakasının avantaj ve dezavantajları ile ilgili farklı görüşler bulunsa da yapılan çalışmalar kök kanal duvarından uzaklaştırılması gerektiğini desteklemektedir (4, 5).

Smear tabakasının organik kısmını sodyum hipoklorit (NaOCl) uzaklaştırırken, inorganik kısmını uzaklaştırmak için farklı solüsyonlar kullanılmaktadır. Bu amaçla en sık kullanılan kimyasal ajan etilen diamin tetra asetik asit (EDTA)'tir (6). Crumpton ve ark. %17'lik EDTA'nın 1 dakika (dk) kullanılması sonucu smear tabakasını etkin bir şekilde uzaklaştırdığını göstermiştir. Bununla birlikte %17'lik EDTA'nın 1 dk'dan uzun süre radiküler dentinle teması; erozyona neden olmakta ve dentin mikrosertliğini azaltmaktadır (7). EDTA'nın bu gibi dezavantajları nedeniyle araştırmacılar yeni irrigasyon solüsyonlarına yönelmişlerdir.

Etidronik Asit (HEDP), dentin dokusunu daha az etkilediğinden geleneksel şelatörlere alternatif olarak düşünülmektedir (8). HEDP biyouyumludur. HEDP'nin smear tabakası uzaklaştırma etkinliği EDTA ve sitrik asite (CA) benzemekle birlikte NaOCl'nin antimikrobiyal etkinliğini değiştirmeden, NaOCl ile birlikte kullanılabilen tek şelatör olduğu düşünülmektedir (9). Zayıf bir şelatör olup, %2,5 NaOCl ve %9 HEDP kombinasyonu kök kanallarındaki debrisı uzaklaştırmak için önerilmiştir (10)

ve HEDP, NaOCl ile karıştırıldığında NaOCl'nin doku çözücü etkinliğinde azalma olmadığı görülmüştür (11). Sonuç olarak NaOCl ve HEDP karışımı final şelasyon ajanı yerine enstrümantasyon boyunca ve enstrümantasyondan sonra tek bir irrigant olarak kullanılabilir, böylece smear tabakası oluşmadan önlenmiş olur (12).

Bu çalışmada HEDP'nin %5, %9 ve %18'lik konsantrasyonları ve EDTA kullanılarak smear tabakasının kök kanallarından uzaklaştırma etkinliği karşılaştırılmış, ideal konsantrasyonun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın 2 sıfır hipotezi (H_0) vardır.

¹ H_0 : Kanalın apikal, orta ve koronal bölgesinden bağımsız olarak şelasyon ajanlarının smear tabakası uzaklaştırma etkinliği arasında fark yoktur.

² H_0 : Şelasyon ajanlarından bağımsız olarak kök kanalının apikal, orta ve koronal bölgesinde smear tabakası uzaklaştırma etkinliği bakımından fark yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Smear Tabakası

Smear tabakası kök kanal preparasyonu esnasında meydana gelen; pulpa dokusu artıkları, mikroorganizmalar ve metabolitleri, dentin talaşları gibi organik ve inorganik komponentlerden oluşan, kanal duvarını ve dentin tübüllerini kaplayan ince bir tabakadır (3).

Smear tabakası ilk kez 1970 yılında Eick ve ark. tarafından 0.5- 15 µm arasında değişen partikül boyutlarında tanımlanmıştır (13). Daha sonra yapılan çalışmalarda smear tabakasının 2-5 µm kalınlığında dentin tübüllerinin derinliklerine penetre olmayan bir yapı olduğu taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscope, SEM) ile tespit edilmiştir (14).

McComb ve Smith 1975 yılında enstrümente edilmiş kök kanalı yüzeyindeki smear tabakası varlığını incelemiştir. Bu çalışmada, endodontik tedavi sırasında oluşan smear tabakasının kavite preparasyonu sırasında oluşandan farklı olduğu; sadece dentin dokusundan değil, aynı zamanda pulpa, odontoblastik uzantı, bakteri ve yan ürünleri gibi organik ve inorganik komponentlerden oluştuğu belirlenmiştir (15). Smear tabakası inorganik dentin ile çevrelenmiş organik bir yapı olarak tarif edilmiştir (16).

Smear tabakası yüzeysel ve derin olmak üzere iki tabakadan oluşmaktadır. Yüzeysel tabaka; 1 - 5 µm kalınlığındadır, dentin yüzeyine zayıf bir şekilde bağlanır ve kolay uzaklaştırılır. Derin tabaka ise kuvvetli adaptasyon sağlar; 6 - 40 µm'ye kadar dentin tübüllerinin içine uzanır (17).

Smear tabakası kök kanal preparasyonu sırasında yüzeysel dentin duvarlarının kopması, kanaldaki artık materyallerle birleşmesi ve yüzeyde birikmesi sonucunda aşındırma ve kesme yapan aletlerin dentin duvarlarına temas ettiği bölgelerde izlenmektedir. Smear tabakasının dentin tübüllerine penetrasyonunun; kapiller etki kaynaklı adeziv bağlantının bir sonucu olabileceği düşünülmüştür. Tübüllerde birikme

olgusunu açıklayan bu kapiller etki hipotezi sonucunda; preparasyon esnasında kanalda yüzey aktif ajanlar kullanıldığında, penetrasyonun 110 µm'ye kadar artabileceği gösterilmiştir (18).

Smear tabakasının içeriğini ve kalınlığını; kullanılan kanal aletlerinin şekli, yapısı ve keskinliği, kanal duvarının ıslak ya da kuru preparasyonu, eğeleme sırasında uygulanan kuvvet, irrigasyon solüsyonunun çeşidi ve uygulama yöntemi gibi çeşitli faktörler etkileyebilmektedir (19).

2.2. Smear Tabakasının Önemi

Kök kanal preparasyonu esnasında oluşan smear tabakasının uzaklaştırılması veya uzaklaştırılmaması gerekliliği kesin sonuca ulaştırılamamış bir konudur (5, 20). Bazı araştırmacılar smear tabakasının dentin tübüllerini tıkadığı, fiziksel bir bariyer oluşturduğu; apikal ve koronal mikrosızıntıyı önlediği (21, 22), böylece bakterilerin ve diğer iritanların penetrasyonunu engellediği (23, 24) için uzaklaştırılmaması gerektiğini savunmuşlardır. Aynı zamanda smear tabakasının kök kanal materyali adaptasyonu üzerinde olumlu etkilere sahip olduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (25, 26).

Smear tıkaçları bakterilere karşı fiziksel bir bariyer oluşturup tübüllere diğer mikroorganizmaların penetrasyonunu engelleyebilir. Ancak *Treponema denticola*, *Porphyromonas gingivalis* gibi bakteriler proteolitik enzimler oluşturur. Bu enzimlerin smear tabakasını parçalamasıyla dentin duvarı ile kanal dolgu materyali arasında diğer mikroorganizmaların çoğalabileceği mikrosızıntı aralıkları meydana gelebildiği bildirilmiştir (27).

Bazı araştırmacılar ise smear tabakasının kaldırılması gerektiğine odaklanmıştır (28, 29). Smear tabakası büyük oranda sudan oluştuğu için öngörülemeyen hacim ve çapa sahiptir. Bakteri ve nekrotik dokular içerir. Bakterilere karşı tam bir bariyer oluşturmadığı, penetrasyonlarını geciktirdiği ve kaldırıldığı takdirde tübüllerin dezenfekte edilebileceği bildirilmiştir (30, 31). Mikroorganizmalar için doğal besiyeri oluşturduğundan kolonizasyonlarını destekler (32). Tübüllere penetre olur; penetrasyon derinliği 40 µm'ye kadar ulaşabildiğinden dezenfeksiyon

solüsyonlarının penetrasyonunu sınırlandırarak irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini geciktirir veya engelleyebilir (30, 33). Smear tabakası zayıf bağlanan bir yapı olarak dentin duvarı ve dolum materyali arasında bırakıldığında bariyer oluşturur; apikal ve koronal mikrosızıntı potansiyeli meydana gelir (28, 29). Smear tabakası uzaklaştırıldıktan sonra kanal patının dentin duvarına adaptasyonunun arttığı da çalışmalarca desteklenmiştir (2, 34). Bu sebeple günümüzde birçok araştırmacı smear tabakasının kök kanalından uzaklaştırılması gerektiğini savunmaktadır (2).

2.3. Smear Tabakasının Uzaklaştırılması

Endodontik tedavi esnasında uygulanan bütün preparasyon işlemleri smear tabakası oluşumu ile sonuçlanmaktadır. Bu tabakanın uzaklaştırılmasıyla dentin tübülleri açılır ve irrigasyon solüsyonlarının penetrasyonu sağlanmış olur (35). İdeal olarak irrigasyon solüsyonları dentin erozyonuna neden olmadan kök kanalındaki organik ve inorganik komponentleri elimine etmelidir (36). Yapılan çalışmalarda smear tabakasının; irrigasyon ajanları, mekanik aktivasyon ve lazer uygulamaları ile uzaklaştırılabileceği gösterilmiştir (37-39).

2.4. Smear Tabakasının Uzaklaştırılma Yöntemleri

2.4.1. İrrigasyon Ajanları

İrrigasyon; bir yıkama mekanizması aracılığıyla uygun bir irrigasyon solüsyonu kullanılarak kök kanallarının preparasyon esnasında ve sonrasında yıkanması yoluyla mikroorganizma, dentin talaşları, doku artıkları gibi etkenlerin uzaklaştırılmasını sağlamaktadır (40).

Kök kanal sistemi isthmus, lateral ve aksesuar kanallar, ramifikasyon içeren karmaşık bir anatomiye sahiptir (41). Bu sebeple özellikle apikal üçlüden smear tabakasını tamamen uzaklaştırmak, sadece mekanik yöntemlerle mümkün olmamaktadır (42, 43). Kanallardaki debrisin elimine edilmesi ve dezenfeksiyonun artırılması amacıyla irrigasyon solüsyonları kullanılmalıdır (44). Yapılan bir çalışmada kök kanallarında kullanılan tüm enstrümantasyon teknikleri mikrobilgisayarlı tomografi ile incelenmiş kanal duvarlarının %35'ten fazlasının hiç şekillendirilmediği tespit edilmiştir (45). Yapılan çalışmalar kök kanal dezenfeksiyonunda irrigasyonun en önemli aşama olduğunu göstermektedir (46).

Kök kanallarında irrigasyon; mekanik, kimyasal ve biyolojik amaçlar içerir. Irrigasyon solüsyonları lubrikant etkiyle enstrümantasyon esnasında kanal aletlerinin sürtünmesini azaltarak hareketlerini kolaylaştırır. Böylece komplikasyon riski azalmış olur (47). Irrigasyon ajanlarının kimyasal etkileri sayesinde kök kanallarındaki organik ve inorganik dokular çözünür (48). Solüsyonun temas süresi, temas alanı, konsantrasyonu etkinlik düzeyini etkileyen faktörlerdir (49). Kök kanallarından debris uzaklaştırılmış olur, smear tabakasının oluşumu engellenir, oluşan smear tabakası uzaklaştırılır (50). Mikroorganizma sayısı azalır, endotoksin nötralizasyonu sağlanır (47).

Irrigasyon solüsyonunun sahip olduğu özellikler kök kanal tedavisinin başarısında önemli bir faktördür. İdeal irrigasyon solüsyonu şu özelliklere sahip olmalıdır (40, 48, 51):

1. Biyouyumlu olmalı, periradiküler dokularda alerjik ve karsinojenik etki göstermemelidir,
2. İnorganik ve organik dokuları çözebilmeli, kanal boşluğundan uzaklaştırabilmelidir,
3. Dentin yapısına zarar vermemelidir,
4. Smear tabakasını çözüp uzaklaştırabilmelidir,
5. Düşük yüzey gerilimine sahip olmalıdır,
6. Lubrikant etkili olmalıdır,
7. Antibakteriyel olmalı, endotoksinleri nötralize edebilmeli, aynı zamanda germisid, fungisid etkilere de sahip olmalıdır,
8. Kanal dolgu materyalinin dentin duvarına adaptasyonunu olumsuz etkilememelidir,
9. Stabil olmalıdır,
10. Tat ve kokusu rahatsız edici olmamalıdır,

11. Dişte renk değişikliğine sebep olmamalıdır,
12. Kök kanalında etkinliğini kısa sürede yitirmemelidir,
13. Ekonomik olmalıdır,
14. Uygulaması kolay ve pratik olmalıdır,
15. Raf ömrü uzun olmalıdır.

Endodontide mevcut irrigasyon solüsyonları istenilen bütün özelliklere sahip değildir. Bu nedenle iki ya da daha fazla irrigasyon solüsyonunun beraber kullanımıyla ideal etkinin sağlanması amaçlanmaktadır (40, 52). Bugüne kadar kök kanallarında irrigasyon amacıyla pek çok solüsyon kullanılmıştır. Bu solüsyonlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (53):

1. Distile su
2. Elektrokimyasal yöntemlerle aktive edilmiş sular: Oksitadif potansiyel su
3. Alkalın solüsyonlar: Sodyum hipoklorit (NaOCl), kalsiyum hidroksit [Ca(OH)₂]
4. Katyonik biguanidler: Klorheksidin (CHX), QMix
5. Oksitleyici özellikteki solüsyonlar: İyodin potasyum iyodit (IKI), hidrojen peroksit (H₂O₂), karbamid peroksit
6. Tetrasiklin içeren solüsyonlar: Tetraclean ve MTAD
7. Asitler ve şelasyon ajanları: Etilendiamin tetraasetik asit (EDTA), sitrik asit (CA), hidroksietiliden difosfonik asit (HEDP), fitik asit, maleik asit
8. Endogram: Ruddle solüsyonu

Birçok irrigasyon ajanı smear tabakasını uzaklaştırmak amacıyla kullanılabilir. Bu solüsyonlar kanal preparasyonu esnasında oluşan debris ve smear tabakasını uzaklaştırırken kanal duvarlarını temizlemeyi amaçlamaktadır (54). Kullanılan irrigasyon solüsyonunun pH'ı ve temas süresi uzaklaştırılan smear tabakası miktarını etkilemektedir (55). Smear organik ve inorganik artıklardan oluştuğu için yumuşak doku çözücüler ve şelatörlerin birlikte kullanımı ile uzaklaşır. Sözelimi final irrigasyon ajanı olarak sık kullanılan klorheksidin organik materyali çözmediği için smear tabakası uzaklaştırma amacıyla kullanılmaz. Bu amaçla başvurulabilecek kimyasal ajanlar; sodyum hipoklorit (NaOCl), şelasyon ajanları ve organik asitler olarak rapor edilmiştir (47).

2.4.1.1. Sodyum hipoklorit (NaOCl)

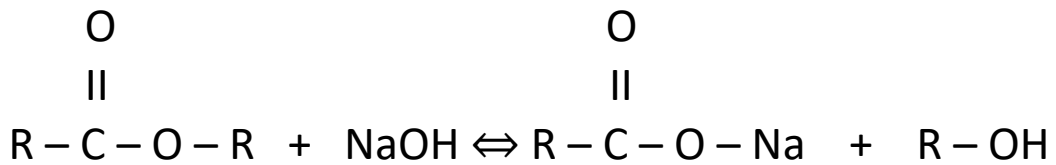
Hipoklorit solüsyonları ilk olarak 18. yüzyılda geliştirilmiştir ve beyazlatma ajanı olarak kullanılmaya başlanmıştır. 19. yüzyılda enfeksiyon hastalıkları tedavisi amacıyla kullanılmıştır. 1. Dünya savaşında Dakin adlı araştırmacı NaOCl' nin sporlar ve virüslerle beraber bütün mikroorganizmalara karşı etkili olduğu; aynı zamanda vital ve nekrotik dokularda çözücü etkisi olduğu sonucuna varmıştır (56). Coolidge adlı araştırmacı endodontik tedavide kullanılabileceğini bildirmiştir (52). 1920 yılında ilk kez endodontik tedavide yer almıştır (57). 2012 yılında irrigasyon solüsyonları ile ilgili yapılan bir araştırma sonucuna göre en sık tercih edilen solüsyonun NaOCl olduğu bildirilmiştir (58). NaOCl iyi bir organik doku çözücüdür, yüzey gerilimi düşüktür ve antiseptik olup kanal duvarlarına kolayca penetre olabilmektedir (47). Kolay ulaşılabilir bir materyal olması ve maliyetinin düşük olması sık tercih edilmesinin sebeplerindendir (59). Endodontik irrigasyonda %0,5 ile %6 arasında değişen konsantrasyonlarda kullanılmaktadır (48, 60-62) fakat endodontik tedavi için ideal bir konsantrasyon tanımlanmamıştır (63). Yapılan bir çalışmada NaOCl konsantrasyonu arttıkça *Enterococcus faecalis* üzerindeki etkinliğinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır (61). *Candida albicans*'ın da konsantrasyona bağlı olarak etkilendiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (64). Bunun yanı sıra bazı araştırmacılar NaOCl konsantrasyonunun kök kanalındaki antibakteriyel özellik açısından belirgin bir fark oluşturmadığını savunmaktadır (65, 66). Bir çalışmada; %0,5 ve %5'lik NaOCl solüsyonlarının antimikrobiyal etkinlikleri kıyaslanmış, belirgin bir fark

bulunamamıştır (67), buna karşın başka bir çalışmada %5,25'lik NaOCl konsantrasyonunun, %0,25'ten daha yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (68).

NaOCl solüsyonunun düşük konsantrasyon ve yüksek hacimde, sürekli yenilenerek kullanılması sonucunda doku çözücü özelliği yüksek konsantrasyonla benzer etki oluşturur (69, 70). Ancak konsantrasyon düştükçe nekrotik dokular üzerindeki çözücü etkisinin azaldığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (70, 71). Yüksek konsantrasyonun bir dezavantajı periapikal dokularda toksisite riskini arttırmasıdır (72). Ancak düşük konsantrasyon tercih edildiğinde solüsyonun etkinliğini koruyabilmesi amacıyla sıklıkla yenilenmesi gerektiği savunulmaktadır (52, 69, 73).

Sodyum hipokloritin etki mekanizması üç temel reaksiyona dayanır. Bunlar; sabunlaştırma, aminoasit nötralizasyonu, hipokloröz asit oluşumu ve kloraminasyon reaksiyonudur (74).

1. Sabunlaştırma: Sodyum hipoklorit yağlı asitleri çözerek sabun ve gliserole dönüştürür. Bu şekilde organik doku ve yağları çözer; kalan solüsyonun yüzey gerilimini düşürür.



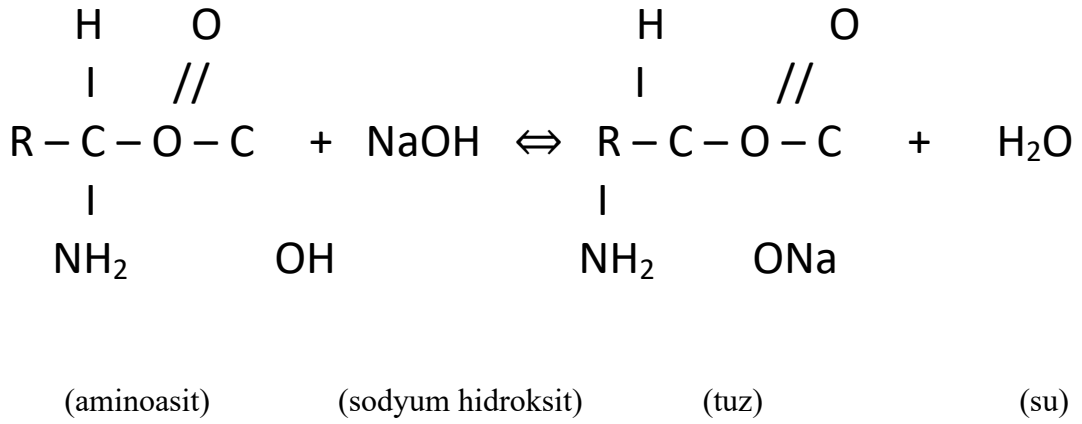
(Yağlı asit)

(sodyum hidroksit)

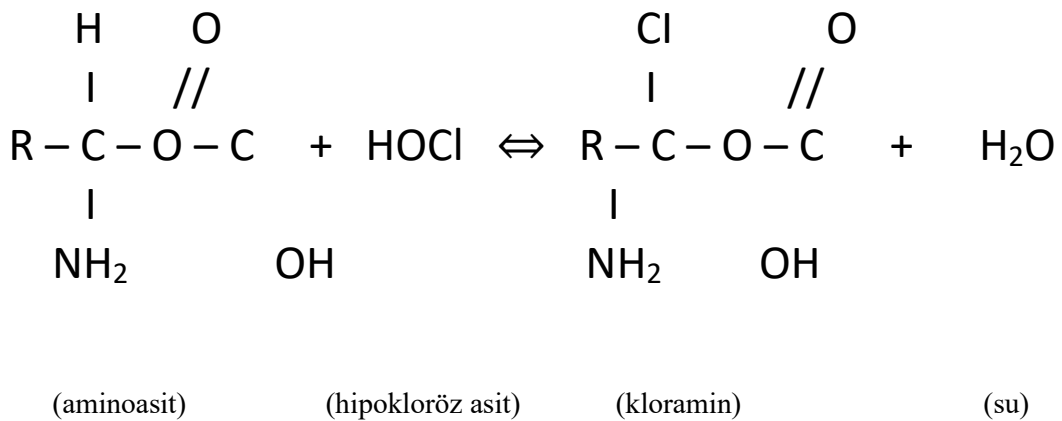
(Sabun)

(Gliserol)

2. Aminoasit nötralizasyonu: NaOCl proteolitik etkilidir.



3. Kloraminasyon reaksiyonu: Hipokloröz asit sodyum hipokloritin aktif komponentidir, organik yapıyı çözer. Klorin açığa çıkar. Klorin proteinlerin amino gruplarına bağlanır, kloramin oluşur. Klorin aynı zamanda antimikrobiyal etki gösterir.



NaOCl, su ile karıştırıldığında sodyum (Na^+) ve hipoklorit (OCl^-) iyonlarına ayrılır ve hipokloröz asit (HOCl) oluşur. Hipokloröz asit güçlü oksidasyon özelliğine sahiptir ve aminoasitleri hidrolize eder. Sodyum hipokloritin antibakteriyel etkinliği bu sayede oluşur (75, 76). Hipoklorit iyonu da hücre proteinlerinde nonspesifik bozulmalara sebep olur, ancak hipokloröz asit; hipoklorite oranla daha güçlü antibakteriyel etki göstermektedir (74, 77, 78).

NaOCl doku proteinlerine temas ettiğinde nitrojen, formaldehit ve asetaldehit oluşur. Bunlar peptit bağlarını parçalar ve proteinler çözülür (82). Amino gruplarındaki hidrojen ($-\text{NH}-$) ve klorin ($-\text{NCl}-$) yer değiştirir. Bu şekilde kloramin oluşur. Kloramin enzim oksidasyonu sayesinde antibakteriyel etkide rol oynar (51, 75).

NaOCl güçlü bazik özelliğe sahiptir ($\text{pH} > 11$). Yüksek pH yani hidroksil iyonları antimikrobiyal etkinliği sağlar. Solüsyonun stabilizasyonu için önerilen pH 9'dur, ancak antimikrobiyal etkiyi arttırmak amacıyla günümüzde kullanılan solüsyonların pH değerleri 11-12'dir (79, 80).

NaOCl uzun süre stabil kalmaz. Konsantrasyon, havadaki karbondioksit, ısı, ışık stabiliteyi etkileyen parametrelerdir (48). 500 nm'nin altındaki dalga boyuna sahip ışık, solüsyonun aktif klor içeriğinde kayba neden olur. Bu sebeple ışık geçirmeyen opak beyaz plastik veya koyu renkli şişelerde saklanmalı ve taze hazırlanmalıdır (81).

NaOCl'nin etkinliği çeşitli yöntemlerle arttırılabilir. Bunlardan ilki solüsyonun ısıtılmasıdır (82). Düşük konsantrasyondaki NaOCl'nin ısıtılması ile doku çözücü ve antimikrobiyal etkisi artar. Bir diğer yöntem yüksek hacimde sık yıkamadır (83). Doku çözücü özelliği sağlayan klorin unstabildir ve sürekli etki gösterebilmesi için sıklıkla solüsyonun tazelenmesi gerekmektedir. Ancak NaOCl'nin optimum uygulama süresi ile ilgili net bir sonuca varılamamıştır. Isıtılmanın yanı sıra solüsyonun mekanik olarak aktive edilmesi de etkinliğini arttıran faktörler arasındadır (84).

NaOCl; dentin kollajeni, pulpa artıkları gibi organik yapıları kolayca çözer, ancak smear tabakasını tek başına uzaklaştıramaz (30, 85). EDTA, sitrik asit gibi inorganik doku çözücülerle beraber kullanılması gerekir (86). Sodyum hipokloritin

EDTA gibi şelatörlerle teması sonucu klor inaktive olur. Doku çözme kapasitesi ve antimikrobiyal etkinliği azalır (87).

Sodyum hipokloritin, kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında apikal bölgeye taşması periapikal dokularda irritasyona, çevre dokularda hasara sebep olabilmektedir (69, 88, 89). Bu gibi dezavantajları nedeniyle alternatif irrigasyon solüsyonları araştırılmış, çeşitli solüsyonların kullanımı gündeme gelmiştir (90).

2.4.1.2. Asitler ve şelasyon ajanları

Alfred Werner 1893 yılında; bugün şelatlar olarak adlandırılan koordinasyon bileşikleri teorisini geliştirmiştir. Bu araştırma inorganik kimyasal bileşiklerin yeniden sınıflandırılmasında dönüm noktası olmuş ve Werner 1913'te Nobel Ödülü almıştır. Werner; şelasyon kimyasının temelini metallerin organik moleküllere bağlanma süreci olarak açıklamıştır (91). Şelatörler ilk kez 1957 yılında Nygaard-Østby tarafından %15'lik EDTA çözeltisinin (pH 7,3) tanıtılmasıyla endodontik irrigasyonda kullanılmaya başlanmıştır (92).

2.4.1.2.1. EDTA

Günümüzde EDTA esas olarak etilendiamin (1,2-diaminoetan), formaldehit (metanal) ve sodyum siyanürden sentezlenmektedir (93). Endodontik tedavide en çok tercih edilen ve en etkili şelasyon ajanlarından biridir. Klinik kullanımda jel ve likit formları mevcuttur (94). Şelasyon ajanları kök kanalında dentin duvarı ve smear tabakasında kalsifiye yapılarla reaksiyona girer ve kalsiyum şelatları oluşturur. Her şelat molekülü bir kalsiyumla bağlanır ve tüm şelatörler bağlandığında reaksiyon durur. Bu nedenle kanalda yeterli aktif maddenin yeterli süre bulunabilmesi için sık tazelenmelidir (95).

EDTA smear tabakasındaki inorganik artıkları uzaklaştırır. Organik doku çözemediği için proteolitik etkili ajanlarla birlikte kullanılması gerekmektedir (96). EDTA; NaOCl ile karıştırılırsa kloru inaktif hale getirir ve NaOCl'nin doku çözücü etkinliği azalır. Bu sebeple ayrı kullanılmalı ve EDTA artıkları NaOCl ile yıkanarak

uzaklaştırılmalıdır. EDTA'nın en aktif konsantrasyonları %15 ve %17'lik konsantrasyonlarıdır (97). Smear tabakasının uzaklaştırılması amacıyla genellikle %17'lik konsantrasyonu final irrigasyon solüsyonu olarak 1 dk süreyle uygulanmaktadır (98). EDTA'nın smear tabakasına etkisinin sonucu olarak irrigasyon solüsyonlarının tübüllere ulaşımı ve etkinliği artar, kanal dolum materyallerinin adaptasyonu güçlenir (99).

EDTA; konsantrasyon, kullanım süresi, pH gibi değişkenlerle orantılı olarak dentinde demineralizasyon ve erozyon etkisi gösterir. Dentin geçirgenliğini artırır (100). Şelatlar dentin sertliğini değiştirebilir ve bu durum kırılabilirliği artırır (101).

EDTA bakteri hücre zarındaki metal iyonlarıyla bağlanarak hücre ölümüne sebep olabilir. Bu sebeple pH ve konsantrasyona bağlı sınırlı düzeyde antibakteriyel etkinlik gösterir (40). Ancak şelatörler biyofilmleri kanal duvarından koparabildiğinden salinle kıyaslandığında mikrobiyaya uzaklaştırılmasında daha etkilidir (102).

EDTA hafif irritandır ve toksisitesi oldukça düşüktür ancak periapikal dokulara taşması halinde irritasyon oluşturabildiğinden dikkatli çalışılmalıdır (103).

Günümüzde EDTA'nın çeşitli kimyasallarla modifiye edilmiş preparatları mevcuttur. Bunlara EDTAC, Rc-Prep, REDTA örnek verilebilir. EDTAC; EDTA'ya quarterner amonyum bileşiği eklenerek oluşturulmuştur. Yüzey geriliminin düşmesi ve antimikrobiyal etkinliğin artırılması amaçlanmıştır. Rc-Prep; EDTA'nın üre peroksitle karışımıdır. Yüzey dentininde erozyon oluşturmaz. REDTA ise tamponlanmış EDTA'dır. EDTA ve sodyum hidroksit karışımından oluşmaktadır (104).

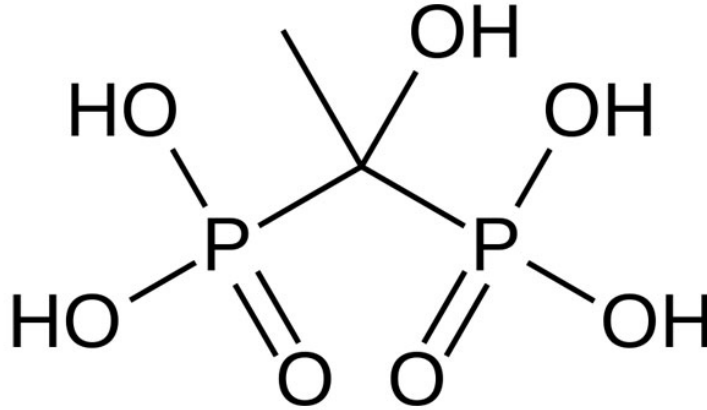
2.4.1.2.2. Sitrik Asit (CA)

Sitrik asit de EDTA gibi smear tabakasının inorganik bileşenlerini uzaklaştıran bir şelasyon ajanıdır. %10, %25 ve %50'lik konsantrasyonlarda kullanılmaktadır (97). Yapısal olarak bir organik asittir. %10 CA; %17 EDTA ile benzer etki göstermektedir (105).

2.4.1.2.3. Etidronik Asit (HEDP)

Etidronik asit; 1 hidroksietiliden-1,1-difosfonik asit kimyasal formülüne sahip (şekil 1) herhangi bir toksik etkisi bulunmayan, antimikrobiyal özelliğinden dolayı kişisel temizlik ürünlerinde ve dezenfektan olarak yüzme havuzlarında kullanılabilen bir bifosfonattır. Aynı zamanda tıpta kemik hastalıklarının tedavisinde de kullanılır. Neoplastik hastalıklarda sistemik olarak uygulanabilmektedir (106).

Diş hekimliğinde güncel bir şelasyon ajanı olarak kullanıma sunulmuştur. pH değeri yaklaşık 10.7 olup, zayıf bir şelasyon ajanıdır. Diğer şelatörlerle kıyaslandığında dentin dokusunu daha az etkiler (8). NaOCl ile kısa dönemde reaksiyona girmez ve antimikrobiyal ve proteolitik etkisini baskılamaz. Yapılan çalışmalar HEDP'nin NaOCl'nin *E. faecalis* üzerindeki etkinliğini değiştirmediğini göstermektedir (12). HEDP'nin biyofilm üzerindeki etkinliğini araştıran bir başka çalışmada; EDTA ile final irrigasyonu yapılan dişlere kıyasla HEDP irrigasyonunun daha iyi dentin tübül dezenfeksiyonu sağladığı sonucuna ulaşılmıştır (107).



Şekil 1. Etidronik asitin kimyasal yapısı.

HEDP tek başına final irrigasyon solüsyonu olarak veya NaOCl ile kombine edilerek kullanılmaktadır. Ulusoy ve ark. çalışmalarında HEDP'nin NaOCl ile kombine edilmesinin dentin erozyonunu artırdığı sonucuna ulaşmışlardır (108).

Yapılan güncel bir çalışmada HEDP'nin istatistiksel olarak anlamlı olmasa da NaOCl'nin antimikrobiyal etkinliğini artırdığı gösterilmektedir (109).

HEDP, NaOCl ile etkileşime girmez, antimikrobiyal özelliğini değiştirmez ve doku çözücü özelliğinde azalmaya sebep olmaz (110). Bu nedenle kombine kullanılabilir (10). Böylece yalnızca final irrigasyon ajanı olarak değil, preparasyon boyunca uygulanarak smear tabakasını oluşmadan önleyebilir. Bu protokol 2005 yılında Zehnder tarafından devamlı şelasyon olarak tanıtılmıştır (8).

Yapılan çalışmalar rotary enstrümantasyon sırasında HEDP irrigasyonunun kök kanalında dentin artıkları birikimini azalttığını göstermektedir (111). Biyouyumlu bir materyaldir, toksik değildir. Bütün bu özellikleri EDTA'ya alternatif bir şelasyon ajanı olabileceği fikrini gündeme getirmiştir. Günümüzde sıklıkla %9 ve %18'lik konsantrasyonları kullanılmakla birlikte etkin bir optimum konsantrasyon henüz belirlenmemiştir (9, 108, 112).

2.4.1.2.4. Fitik asit (IP6, Inositol Hekzafosfat)

Fitik asit (IP6) ilk olarak 1855 yılında tanımlanmıştır. IP6, gıda sektöründe oldukça yaygın olarak kullanılan doğal bir bitki birleşenidir (113). Antioksidan özelliğe sahiptir ve günümüzde medikal amaçla sıklıkla kullanılmaktadır. pH değeri 1.6'dır. Yapılan çalışmalar koronal dentin yüzeyinden ve kök kanalından smear tabakası uzaklaştırmada etkili olduğunu; dentin mikrosetliğine diğer şelasyon ajanlarına kıyasla daha az etki gösterdiğini desteklemektedir. EDTA'nın dezavantajları göz önünde bulundurulduğunda alternatif bir doğal şelasyon ajanı olarak kullanımı gündeme gelmiştir (114).

2.4.1.2.5. Maleik Asit (MA)

Maleik asit dikarboksilik asit yapısında zayıf bir organik asittir. Smear tabakasını uzaklaştırmak amacıyla final irrigasyon ajanı olarak kullanılabilir. Yapılan

araştırmalar %7'den daha yüksek konsantrasyonda kullanıldığında, intertübüler dentine zarar verdiğini göstermektedir (115).

2.4.1.2.6. Perasetik asit (PAA)

Perasetik asit, antimikrobiyal etkiye sahip, EDTA'ya alternatif bir şelasyon ajanıdır. PAA, %0,5'ten daha düşük konsantrasyonlarda bile bakteri sporları, mantar ve virüslere karşı etki gösteren bir peroksijendir. Yumuşak doku çözücü etkisi yoktur. PAA; asetik asit ve oksijen gibi güvenli yan ürünlere ayrırır. Yapılan alışmalar smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğinin EDTA'ya benzer olduğunu göstermektedir (116).

2.4.1.3. MTAD (Mixture of Tetracycline, Acid and Detergent)

MTAD; Torabinejad ve ark. tarafından smear tabakasını uzaklaştırmak amacıyla EDTA'ya alternatif olarak %3 doksisisiklin, %4.25 CA ve deterjan (%0.05 polysorbate) karışımı olarak tanıtılmıştır. Bu karışım hem şelatör görevi görür hem de antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. Organik doku çözücü etkisi olmadığı için NaOCl ile kemomekanik preparasyonun ardından son yıkama solüsyonu olarak kullanılması önerilmektedir (117).

Smear tabakasını dentin erozyonu oluşturmadan kaldırması ve antimikrobiyal etki sağlaması amacıyla geliştirilmiştir. Polysorbate yüzey gerilimini düşürür. CA, smear tabakası uzaklaştırılmasında etkilidir. Doksisisiklin antibakteriyel etki gösterir. Gram negatif ve gram pozitif mikroorganizmalara karşı etkilidir, ancak biyofilm oluşturan mikroorganizmalara ve mantarlara karşı etkili değildir (47).

MTAD'nin antibakteriyel etkinliği üzerine yapılan çalışmalarda, *E. faecalis* zerine etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (118, 119). Smear tabakasını kaldırmada son yıkama solüsyonu olarak EDTA ile kıyaslanmış; özellikle apikal üçlüde daha başarılı bulunmuştur. Ayrıca EDTA'nın koronal ve orta üçlüde daha fazla erozyona sebep olduğu bildirilmiştir (120, 121).

2.4.1.4. Tetraclean

MTAD gibi Tetraclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Milano, İtalya) de CA, doksisisiklin ve deterjan karışımıdır. Antibiyotik konsantrasyonu (doksisisiklin-50 mg/ml) ve deterjan tipi (propilen glikol) MTAD'den farklıdır. Organik doku çözücü etkisi olmadığı için NaOCl ile kemomekanik preparasyonun ardından kullanılması önerilmektedir (117, 122).

Tetraclean, anaerobik ve fakültatif anaerobik bakterilere karşı yüksek oranda etkilidir. MTAD ile karşılaştırıldığında Tetraclean, *E.faecalis*'in planktonik kültürlerine ve karışık türlerden oluşan in vitro biyofilmlere karşı daha etkilidir (123).

2.4.1.5. Klorheksidin (CHX)

Klorheksidin güçlü bazik karakterde katyonik bis-biguaniddir. Geniş spektrumlu antibakteriyel etkinliğe sahiptir (124). Antibakteriyel etkinliği konsantrasyona bağlı olarak değişmektedir. Düşük konsantrasyonda bakteristatik, yüksek konsantrasyonda bakterisit etkilidir. Biyouyumludur, iritan ve allerjen değildir (50).

CHX molekülü katyonik yapısı nedeniyle oral mukoza gibi anyonik substratlar tarafından absorbe edilebilir (125, 126). Klorheksidin, serum veya tükürükte bulunan albümin, diş yüzeyinde bulunan pelikül, tükürük glikoproteinleri ve mukoza zarları gibi proteinlere, diş yapısındaki hidroksiapatit kristallerine bağlanma yeteneğine sahiptir (127, 128). Bu reaksiyon geri dönüşümlüdür (129). CHX'in absorbe edilip geri salınmasının bu geri dönüşümlü reaksiyonu “substantivite” olarak adlandırılır. Substantif etkisi konsantrasyona bağlı olarak değişir. Substantif etkisi sayesinde uzun süreli antibakteriyel etki gösterir. Antibakteriyel etkinliğinin 12 haftaya kadar devam ettiği bildirilmiştir. Yapılan çalışmalar klorheksidin *E. faecalis* üzerindeki etkinliğinin kalsiyum hidroksitten daha yüksek ve daha başarılı antimikrobiyal etkinliğe sahip olduğunu göstermiştir (130).

Klorheksidin doku çözücü özelliğe sahip değildir. Smear tabakası uzaklaştırmada kullanılmaz (131).

İrrigasyon solüsyonu olarak %2'lik konsantrasyonu tercih edilmektedir. Antimikrobiyal etkinliğini uzun süre devam ettirmesi nedeniyle %2'lik konsantrasyonun son yıkama solüsyonu olarak kullanılması önerilmektedir (132, 133).

NaOCl ile teması sonucunda parakloroanilin olarak adlandırılan çözünmeyen toksik bir çökelti oluşur. EDTA ile etkileşimi ise beyaz bir tuz çökeltisi oluşumu ile sonuçlanır (134, 135).

2.4.1.6. QMix

QMix (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, ABD) smear tabakasının organik ve inorganik içeriğine etki edebilmesi amacıyla kombine bir ajan olarak üretilmiştir. İçeriğinde Triclosan, EDTA ve CHX bulunmaktadır (136). Debrisi ve smear tabakasını uzaklaştırır. Antimikrobiyal özellik gösterir. Endodontik irrigasyonda son yıkama solüsyonu olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar QMix'in smear tabakası kaldırma yeteneğinin %17'lik EDTA ile eşdeğer olduğunu, antimikrobiyal etkinliğinin de NaOCl ve CHX ile benzer olduğunu göstermiştir (137).

2.4.1.7. İyodin potasyum iyodit (IKI)

IKI endodontik irrigasyon solüsyonu olarak yaygın kullanılan bir iyot bileşiğidir. %2-5 konsantrasyon aralığında kullanılır. Okside edici bir ajandır, bakteriyel enzimlerin sülfidril grupları ile reaksiyona girer, yüksek antibakteriyel etkinliğe sahiptir. Yapılan çalışmalar 15 dk temasla *E. faecalis*'i elimine ettiğini göstermektedir (138). CHX ile kombinasyonu, tek başına kullanımına kıyasla *E. faecalis*'e karşı daha etkilidir. Kalsiyum hidroksit tek başına *E. faecalis*'e karşı etkili değilken CHX veya IKI ile karıştırıldığında etkili olabilmektedir (139). Yumuşak doku çözücü etkinliği yoktur. Alerjik reaksiyon gösterebilmesi ve kuronda renklenmeye sebep olması dezavantajları arasındadır (140).

2.4.1.8. Hidrojen peroksit

Hidrojen peroksit, endodontik irrigasyon solüsyonu olarak %3 ile %5 arasında değişen konsantrasyonlarda uzun süredir kullanılmaktadır. Bakteri, virüs ve mayalara karşı etkilidir. Serbest hidroksil iyonları proteinleri ve DNA'yı yok eder. Hidrojen peroksitin doku çözme kapasitesi, NaOCl'den belirgin olarak daha düşüktür; ayrıca antibakteriyel etkisi zayıf olarak kabul edilir. NaOCl ile birlikte kullanılması sonucu oksijen çıkışı olur. Oluşan köpürme etkisinin debris atılımına katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Artık rutin bir irrigasyon maddesi olarak önerilmese de, bazı ülkelerde hala kullanımı bulunmaktadır (50).

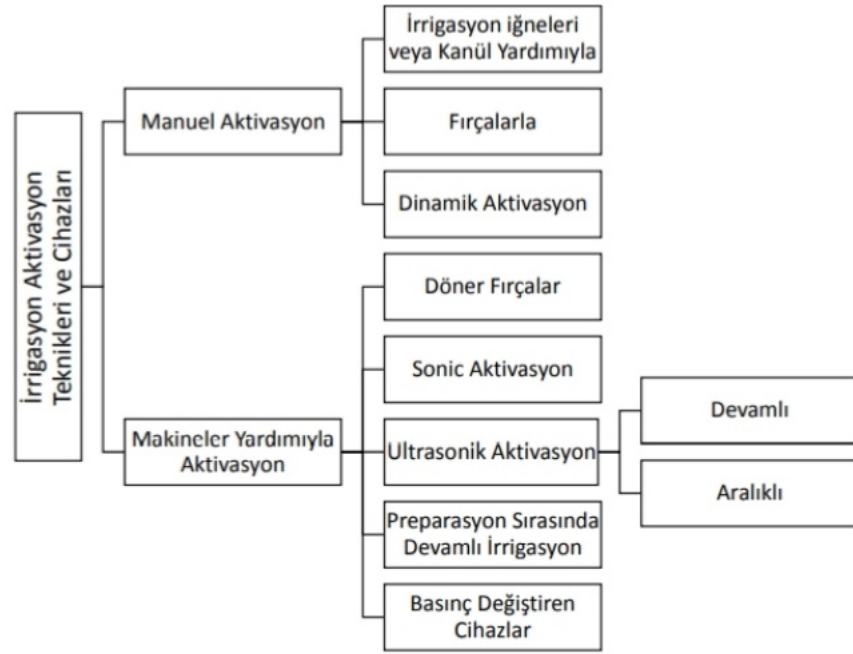
2.4.1.9. Oksidatif potansiyel su

Oksidatif potansiyel su, diğer adıyla elektrokimyasal olarak aktive edilmiş çözeltiler, musluk suyu ve düşük konsantrasyonlu tuz çözeltilerinden üretilir. Bakterilere karşı ve smear tabakasını uzaklaştırmada etkilidir. Biyolojik olarak dokulara zarar vermez, toksik değildir. Elektrokimyasal aktivasyon etkili kök kanal irrigasyonu açısından umut verici sonuçlar ortaya çıkarmıştır (141, 142).

2.4.2. İrrigasyon Aktivasyon Yöntemleri

Kök kanallarının tam anlamıyla mikroorganizmalardan arındırılması ve smear tabakasının uzaklaştırılması amacıyla farklı irrigasyon solüsyonları, sıcaklık, pH gibi çeşitli kimyasal özellikleri değiştirilerek kullanılmaktadır. Ancak günümüzde ideal bir irrigasyon solüsyonu bulunmamaktadır (143).Yapılan çalışmalar; mevcut irrigasyon solüsyonlarının özellikle kök kanalının ulaşılması zor bölgelerinde yetersiz kalması sebebiyle çeşitli yöntemlerle aktive edilerek kullanılması gerektiğini savunmaktadır (144, 145).

İrrigasyon aktivasyonu şekil 2'de gösterildiği gibi manuel olarak, makineler yardımıyla veya son yıllarda geliştirilmiş olan lazerler yardımıyla yapılabilmektedir (40, 146).



Şekil 2. Endodontide kullanılan irrigasyon aktivasyon teknikleri (147)

Diş hekimliğinde kullanılan geleneksel iğne irrigasyonu; irrigasyon solüsyonunun kök kanalına, değişken ölçülerdeki iğneler/kanüller yoluyla, pasif olarak veya çalkalanarak verilmesini içerir. Bu teknik günümüz klinik pratiğinde hala geniş çapta kabul görmektedir. Yapılan çalışmalar konvansiyonel irrigasyon iğnelerinin irrigasyon solüsyonunu iğne ucundan yalnızca bir mm uzağa gönderebildiğini göstermiştir (148). Günümüzde endodontik irrigasyon esnasında solüsyonun apikalden taşma riskini önlemek ve daha etkili irrigasyon sağlamak amacıyla çeşitli boy ve kalınlıklarda ucu kapalı ve yandan delikli irrigasyon iğneleri tasarlanmıştır (96). Çift yandan delikli irrigasyon iğneleri kanal duvarlarında basınç oluşturarak irrigasyonun hidrodinamik aktivasyonunu artırır, solüsyonun koronal akışına izin verir ve debris atılımını kolaylaştırır. Aynı zamanda eğri kanallarda apikale ulaşımı kolaylaştırmak amacıyla esnek olarak da üretilebilmektedirler. İğne ucu tasarımı üzerine yapılan çalışmalar, yandan delikli iğnelerin kök kanallarındaki bakterileri mekanik uzaklaştırmada daha etkili olduğunu göstermiştir (149). İrrigasyon iğnesinin, kanal boşluğunda aşağı yukarı hareket ettirilmesi ile irrigasyon solüsyonu aktive edilir (147). Şırınga irrigasyonunun avantajlarından biri, kanal içindeki iğne

penetrasyonu derinliğinin ve kanaldan akan irrigasyon maddesinin hacminin nispeten kolay kontrol edilebilmesidir (150). Bununla birlikte, geleneksel şırınga iğneli irrigasyon tarafından oluşturulan mekanik yıkama nispeten daha zayıftır. İrrigasyon solüsyonunun penetrasyon derinliği ve dentin tübüllerini dezenfekte etme yeteneği sınırlıdır. İrrigasyonun etkinliği kanalın apikal bölgesinde yetersiz kalmaktadır. Günümüzde irrigasyon aktivasyonu amacıyla farklı teknikler ve cihazlar üzerinde çalışmalar yapılmış, umut vadeden sonuçlara ulaşılmıştır (147, 151).

Fırçalar; kanal duvarlarındaki debrisı uzaklaştırmak ve irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini artırmak amacıyla kullanılır. Endobrush (C&S Microinstruments Limited, Markham, Ontario, Kanada), NaviTip FX (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, ABD) endodontik fırçalara örnek verilebilir. Kök kanal duvarlarının koronal bölgesini irrigasyon iğnesine kıyasla daha iyi temizleyebilmektedir, ancak fırça kılları ile kanal düzensizlikleri arasında oluşan sürtünme, cerrahi mikroskop kullanımında dahi klinisyenler tarafından farkedilemeyen radyolüsent kılların kopmasına neden olabilir (147).

Manuel dinamik aktivasyon; kök kanal şekillendirmesi tamamlandıktan sonra apikal çapla uyumlu bir gütta perka ana konun kanalda kısa vuruşlarla ileri geri hareket ettirilmesi prensibiyle uygulanır. Bu hareket solüsyonda hidrodinamik etki oluşturur (152, 153). Solüsyonun apikale ulaşmasını sağlar ve statik irrigasyondan önemli ölçüde daha etkili bulunmuştur. Ekstra cihaz kullanmayı gerektirmediği için maliyeti uygundur, ancak kanalda solüsyonun tazelenmesi imkanına sahip olmaması ve zahmetli olması gibi dezavantajları sebebiyle rutin klinik kullanıma girememiştir (154).

Sonik aktivasyonun endodontik tedavide kullanımı ilk kez 1985 yılında bildirilmiştir. 1-6 kHz aralığında salınım hareketi ile çalışır. Kök kanallarını dezenfekte etmek için etkili bir yöntemdir (155). EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, ABD), Vibringe (Vibringe B.V. Corp. Amsterdam, Hollanda) ve EDDY (VDW, Münih, Almanya) sonik aktivasyon amacıyla geliştirilmiş cihazlara örnek verilebilir.

Ultrasonik aktivasyon 1980 yılında Martin ve ark. tarafından endodontik amaçla kullanıma sunulmuştur (156). 25-30 kHz'lik ultrasonik frekanslarda salınım

yapacak şekilde tasarlanmıştır. Sonik aktivasyon ile karşılaştırıldığında daha yüksek frekansta ve daha düşük genlikte enerji üreten oldukça etkili bir aktivasyon sistemidir. Literatürde iki tip ultrasonik irrigasyon tanımlanmıştır. Birinci tip, eşzamanlı ultrasonik enstrümantasyon ve irrigasyon (Uİ) kombinasyonudur. İkinci tip pasif ultrasonik irrigasyon olarak adlandırılır ve dentinde preparasyon yapmaz. Kök kanal şekillendirilmesi tamamlanmış dişlerde yalnızca irrigasyon aktivasyonu amacıyla kullanılır. Uİ sırasında dentinin preparasyonunu ve dolayısıyla hazırlanan kök kanalının şeklini kontrol etmek zordur. Oldukça düzensiz şekilli kanallar, perforasyonlar meydana gelebilmektedir. Bu nedenle endodontik literatürde pasif ultrasonik irrigasyonun (PUI) daha avantajlı olduğu desteklenmektedir (52).

PUI, kanal boşluğunu dolduran irrigasyon sıvısında dairesel akustik akım ve kavitasyonlar oluşturur. Bu aktivasyon etkisi solüsyonun kök kanalındaki düzensiz alanlara, isthmus, lateral kanallar ve dentin tübüllerine ulaşmasını sağlar. PUI ile debris, organik ve inorganik artıklar, planktonik veya biyofilm halindeki mikroorganizmalar uzaklaştırılabilir (157, 158).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalında gerçekleştirildi. Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulunun 30.05.2022 tarih ve 2022/30 sayılı kararı ile onaylandı. Örneklerin elektron mikroskobu (scanning electron microscope-SEM) görüntüleme işlemi Dicle Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (DÜBTAM), SEM Laboratuvarında gerçekleştirildi.

3.1. Örneklerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Çalışmamızda apikal gelişimini tamamlamış, çatlak, kırık ve çürük bulunmayan, daha önce restore edilmemiş; ortodontik veya periodontal nedenlerle çekilmiş 75 adet tek köklü, tek kanallı, kalsifikasyon göstermeyen mandibular premolar dişler kullanıldı. Çalışmaya dahil edilen dişler üzerindeki sert ve yumuşak doku artıkları ile debrisler periodontal küret kullanılarak uzaklaştırıldı. Hazırlanan dişler çalışmanın yapılacağı zamana kadar serum fizyolojik solüsyonunda oda sıcaklığında bekletildi.

3.2. Çalışma Boyu Belirlenmesi

Tüm dişler kanal boylarını standardize etmek amacıyla apikalden 15 mm olacak şekilde ölçülerek elmas frez yardımıyla su soğutması altında dekoronize edildi. Çalışma uzunluğu ISO boyutu 15 olan K tipi eğenin (Mani Inc, Tochigi, Japonya) ucunun apikal foramenden görüldüğü uzunluktan 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi.

3.3. İrrigasyon Solüsyonlarının Hazırlanması

3.3.1 Etidronik asit (HEDP) çözeltisinin hazırlanması

Bu çalışmada kullanılan HEDP solüsyonu (Akbel Kimya, Bursa, Türkiye) %60 Aqueous solüsyon halinde üretici firmadan temin edildi (Resim 1). Çalışmamızda HEDP; %5'lik sodyum hipoklorit ile 1:1 karışım halinde kullanıldığından elde edilen %5, %9 ve %18'lik konsantrasyonlar için %10, %18 ve %36'lık solüsyonlar Dicle Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü Laboratuvarında aşağıdaki gibi hazırlandı:

1. %10'luk HEDP konsantrasyonu için; 57,4 ml %60'lık HEDP Aqueous solüsyonu 442,6 ml saf su (Botafarma, Üçel medikal, Ankara, Türkiye) ile karıştırılarak 500 ml %10'luk HEDP solüsyonu elde edildi.
2. %18'lik HEDP konsantrasyonu için; 103,4 ml %60'lık HEDP Aqueous solüsyonu 396,6 ml saf su ile karıştırılarak 500 ml %18'lik HEDP solüsyonu elde edildi.
3. %36'lık HEDP konsantrasyonu için; 206,8 ml %60'lık HEDP Aqueous solüsyonu 293,2 ml saf su ile karıştırılarak 500 ml %36'lık HEDP solüsyonu elde edildi.



Resim 1. Çalışmada kullanılan %60 HEDP solüsyonu

3.3.2. NaOCl Çözeltisinin Hazırlanması

Bu tez çalışmasında kullanılacak bir diğer ajan olan NaOCl, %5'lik hazır solüsyon (Microvem, İstanbul, Türkiye) olarak temin edildi (Resim 2). HEDP ile beraber kullanıldığı çalışma gruplarında işlemten önce 1:1 taze karışım hazırlandı, böylece hem HEDP hem %2,5 NaOCl içeren bir çözelti elde edildi. Tek başına kullanıldığı gruplarda 1000 ml'lik beher (Medikal lab., İstanbul, Türkiye) içerisinde 500 ml %5 NaOCl solüsyonu, 500 ml distile su ile karıştırılarak %2,5'lik NaOCl solüsyonu hazırlandı.

Solüsyonlar hazırlandıktan sonra koyu renkli, ışık geçirmez, kapaklı cam şişelerde oda sıcaklığında muhafaza edildi.

Çalışmamızda negatif kontrol grubu olarak kullanılan distile su hazır solüsyon olarak (Botafarma, Üçel medikal, Ankara, Türkiye) temin edilmiştir (Resim 3).



Resim 2. Çalışmada kullanılan %5 NaOCl solüsyonu



Resim 3. Çalışmada kullanılan distile su

3.3.3. EDTA Çözeltisinin Hazırlanması

Çalışmamızda kullanılan EDTA çözeltisi %17'lik hazır solüsyon olarak (Saver, Prime Dental Products PVT Ltd., Maharashtra, Hindistan) temin edildi (Resim 4).



Resim 4. Çalışmada kullanılan %17 EDTA solüsyonu

3.4. Preparasyon ve İrrigasyon

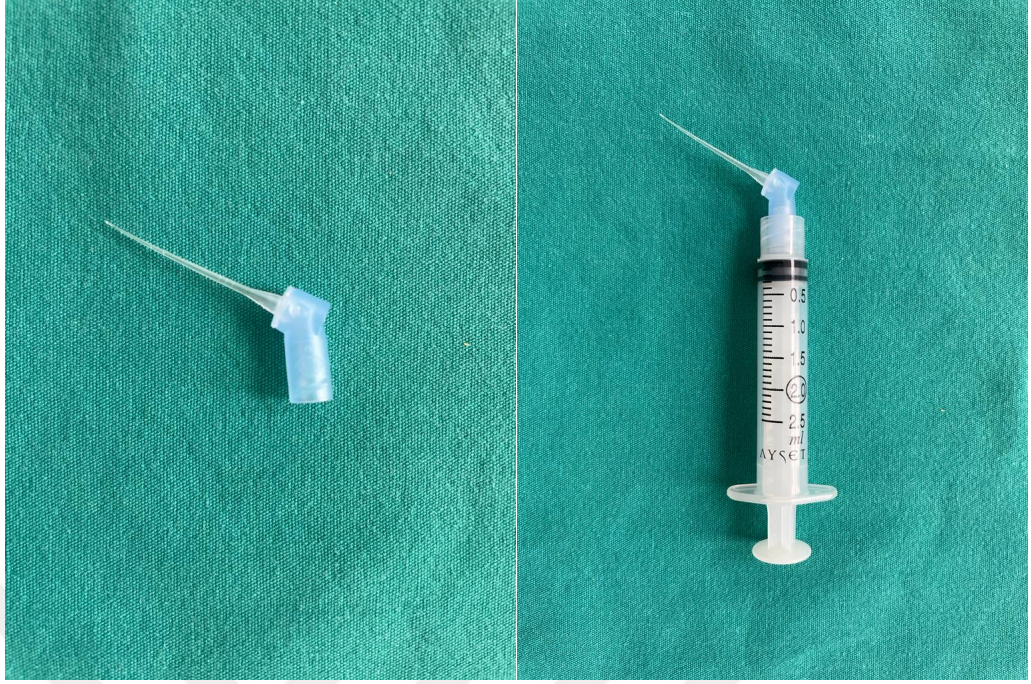
Kök kanalları ISO #20 numaralı H tipi eğelerle çalışma boyunda manuel olarak genişletildi. Ardından X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) endodontik motor kullanılarak Reciproc R40 (VDW, Munich, Almanya) Ni-Ti eğelerle apikal çap #40 olacak şekilde preparasyon tamamlandı (Resim 5, 6). Her 4 örnekte bir, kanal aletleri yenilendi. Çalışma boyuna 3 gagalama hareketi (pecking) yapılarak ulaşıldı. Enstrümantasyon esnasında her grup için toplamda 15 ml hacminde solüsyon kullanıldı. İrrigasyon işlemi için 30 gauge, çift yandan delikli TruNatomy (Dentsply Sirona, Konstanz, Almanya) irrigasyon iğnesi kullanıldı (Resim 7). Enjektör korono-apikal yönde hareket ettirilirken, solüsyon pasif ve basınçsız bir şekilde kök kanalları içerisine uygulandı.



Resim 5. Çalışmada kullanılan endodontik motor



Resim 6. Çalışmada kullanılan Reciproc R40 döner eğe sistemi



Resim 7. Çalışmada kullanılan irrigasyon iğnesi

Dişler her grupta 15 diş olacak şekilde rastgele 5 gruba ayrıldı.

Grup 1: Enstrümantasyon esnasında %2.5 NaOCl; enstrümantasyon sonrası %17 EDTA

Grup 2: Enstrümantasyon esnasında ve sonrasında %2.5 NaOCl + %5 HEDP

Grup 3: Enstrümantasyon esnasında ve sonrasında %2.5 NaOCl + %9 HEDP

Grup 4: Enstrümantasyon esnasında ve sonrasında %2.5 NaOCl + %18 HEDP

Grup 5: Enstrümantasyon esnasında %2.5 NaOCl; enstrümantasyon sonrası distile su (kontrol grubu)

Grup 1: Kök kanalı #20 H tipi eğelerle, ardından Reciproc R40 döner alet sistemiyle prepare edilerek %2.5 NaOCl ile çalışma boyundan 1 mm kısa olacak şekilde TruNatomy irrigasyon iğnesiyle irrigate edildi.

Final irrigasyon ajanı olarak %17 EDTA solüsyonu 5 ml ve 1 dk süre ile uygulandı. Ardından %2.5 NaOCl ile irrigasyon toplamda 20 ml solüsyon uygulanarak tamamlandı. Final irrigasyon ajanının devam edecek etkinliğini nötralize etmek amacıyla kanallar 5 ml distile su ile yıkandı ve kağıt konlar ile kurutuldu.

Grup 2: İşlem öncesi %5 NaOCl ve %10 HEDP 1:1 taze karışımı hazırlandı. Böylece hacim olarak %2.5 NaOCl ve %5 HEDP karışım solüsyonu hazırlanmış oldu. Kanallar

enstrümantasyon esnasında 15 ml, sonrasında 5 ml olmak üzere 20 ml bu solüsyon ile irrigate edildi. Final irrigasyon ajanının devam edecek etkinliğini nötralize etmek amacıyla kanallar 5 ml distile su ile yıkandı ve kağıt konlar ile kurutuldu.

Grup 3 : İşlem öncesi %5 NaOCl ve %18 HEDP 1:1 taze karışımı hazırlandı. Böylece hacim olarak %2.5 NaOCl ve %9 HEDP karışım solüsyonu hazırlanmış oldu. Kanallar enstrümantasyon esnasında 15 ml sonrasında 5 ml olmak üzere 20 ml bu solüsyon ile irrigate edildi. Final irrigasyon ajanının devam edecek etkinliğini nötralize etmek amacıyla kanallar 5 ml distile su ile yıkandı ve kağıt konlar ile kurutuldu.

Grup 4: İşlem öncesi %5 NaOCl ve %36 HEDP 1:1 taze karışımı hazırlandı. Böylece hacim olarak %2.5 NaOCl ve %18 HEDP karışım solüsyonu hazırlanmış oldu. Kanallar enstrümantasyon esnasında 15 ml , sonrasında 5 ml olmak üzere toplam 20 ml bu solüsyon ile irrigate edildi. Final irrigasyon ajanının devam edecek etkinliğini nötralize etmek amacıyla kanallar 5 ml distile su ile yıkandı ve kağıt konlar ile kurutuldu.

Grup 5 (Kontrol Grubu): Kök kanalları enstrümantasyon esnasında 15 ml %2.5 NaOCl; sonrasında 5 ml distile su ile toplamda 20 ml hacimde irrigate edildi. 5 ml distile su ile durulandı ve kağıt konlar ile kurutuldu.

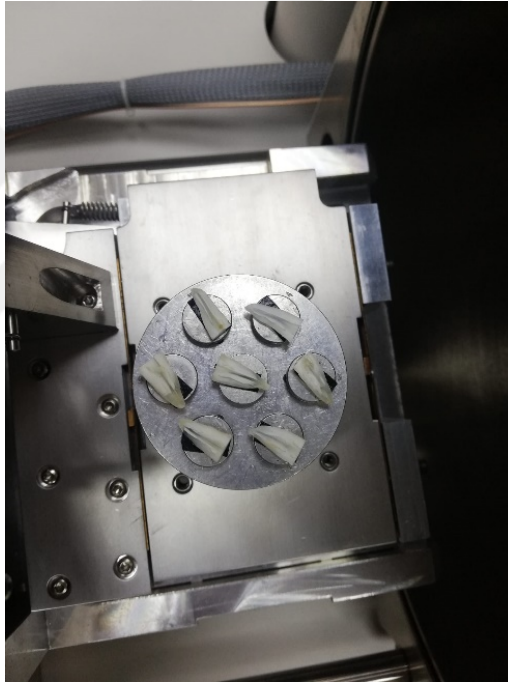
3.5. Örneklerin Hazırlanması ve SEM Analizi

Görüntüleme işlemi için hazırlanmış örneklerin bukkal ve lingual yüzeylerine ince bir alev uçlu frez ve aeratör yardımıyla su soğutması altında uzun eksene paralel oluklar açıldı. İnce bir siman spatülü yardımıyla oluklara uygulanan kuvvet sonucunda kökler 2 eşit parçaya ayrıldı (Resim 8). Elde edilen yarımlardan birer tanesi uygun çalışma protokollerine göre hazırlandı ve SEM cihazına yerleştirildi (Resim 9).

İncelenecek bölgeler Al-Haqfad ve ark. ile Schafer ve Zapke'nin önerdiği teknikle standardize edildi. Her örneğin koronal, orta ve apikal üçlüsündeki belirlenen noktalardan üçer SEM görüntüsü alındı (159, 160).



Resim 8. Preparasyon sonrası ikiye ayrılmış örnekler



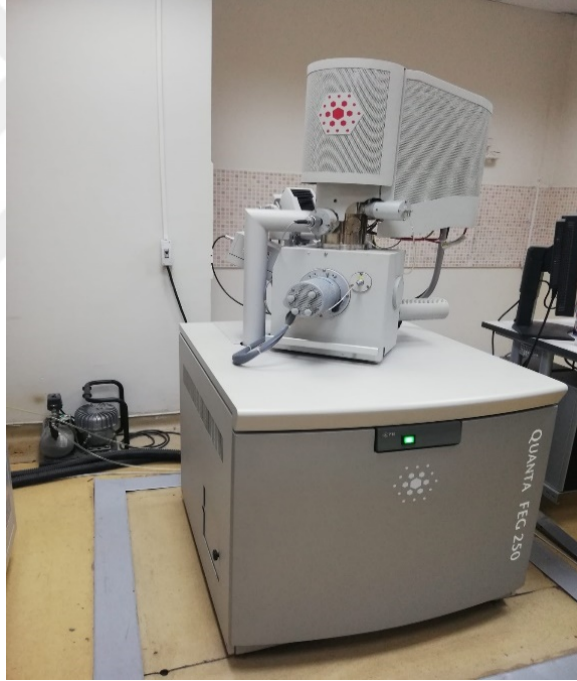
Resim 9. SEM görüntülemesi için hazırlanan kök yarımları

3.6. Smear Tabakasının Değerlendirilmesi

SEM (Quanta FEG 250, FEI Ltd., Oregon, A.B.D) görüntülemesi, Dicle Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (DÜBTAM), SEM Laboratuvarında yapıldı (Resim 10). Örneklerin koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinden 2000X büyütme, 20.000 kW ayarında 225 adet görüntü elde edildi. Görüntüler smear tabakası varlığı ve açık dentin tübülü sayısı açısından Adobe Photoshop CS6 (Adobe Systems, San Jose, CA, USA) programı kullanılarak değerlendirildi ve skorlandı. Skorlama Hülsmann'ın sınıflandırmasına göre bağımsız

2 klinisyen tarafından yapıldı (161). Her iki klinisyenin yaptığı skorlamalar arasındaki uyum ve kalibrasyon Cohen kappa analizi kullanılarak belirlendi ve istatistiksel veriler oluşturuldu.

- Skor 1: Smear tabakası yok, dentin tübülleri açık.
- Skor 2: Az miktarda smear tabakası mevcut, bir çok dentin tübülü açık.
- Skor 3: Kök kanal duvarını örten homojen smear tabakası, yalnızca birkaç dentin tübülü açık.
- Skor 4: Homojen bir smear tabakası ile komple kaplanmış kök kanal duvarı, açık dentin tübülü yok.
- Skor 5: Bütün kanal duvarını örten ağır, homojen olmayan smear tabakası



Resim 10. Örneklerin incelenmesi için kullanılan SEM görüntüleme cihazı

3.7. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada elde edilen veriler lisanslı SPSS (v.21 IBM Corp, SPSS; Armonk, NY, ABD) paket programı ile analiz edilmiştir. Değişkenlerin normal dağılımdan gelme durumları araştırılırken birim sayıları nedeniyle Shapiro Wilk' den yararlanılmıştır. Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kullanılmış

olup; $p < 0,05$ olması durumunda değişkenlerin normal dağılımdan gelmediği, $p > 0,05$ olması durumunda ise değişkenlerin normal dağılımdan geldikleri belirlenmiştir.

Gruplar arasındaki farklılıklar incelenirken değişkenlerin normal dağılımdan gelmemesi durumunda Kruskal-Wallis H testinden yararlanılmıştır. İki den fazla gruplu karşılaştırmalarda anlamlı farklılık görölmesi durumunda Post-Hoc testler (Bonferroni düzeltilmeli Mann Whitney U testi) yardımıyla aralarında anlamlı farklılık bulunan gruplar belirlenmiştir.

Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kullanılmış olup; $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı bir farklılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda ise anlamlı bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir.

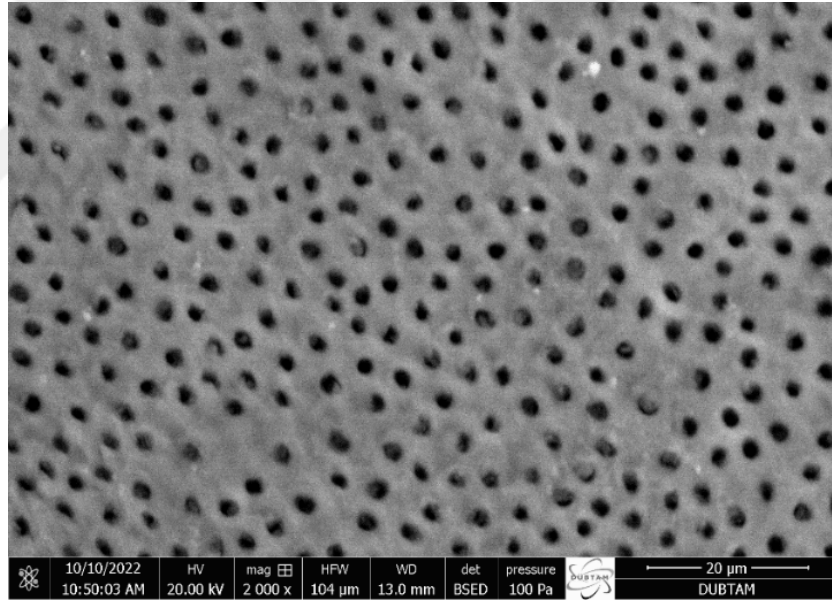
Smear tabakası uzaklaştırma etkinliği için 5 grup ile %5 hata payı, %95 güven düzeyinde, etki büyüklüğü 0,47 ve power değeri %80 alınarak; her bir grupta 15 gözlem olmak üzere 5 grupta toplamda en az 75 gözlem ile çalışma hedeflenmiştir.

4. BULGULAR

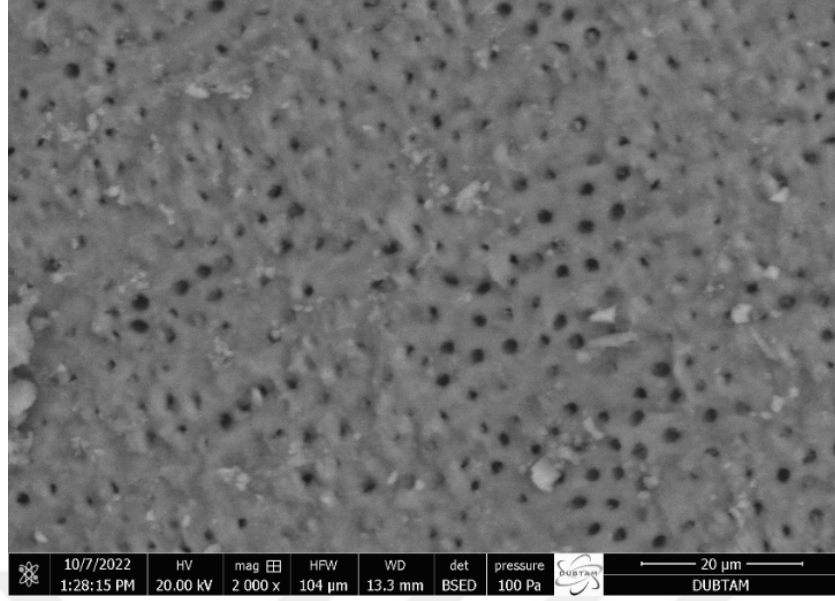
Bu çalışmada HEDP'nin 3 farklı konsantrasyonu ve %17 EDTA'nın kök kanalının koronal orta ve apikal bölgesinden smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği SEM cihazı ile incelendi.

4.1. SEM Görüntülerinin Değerlendirilmesi

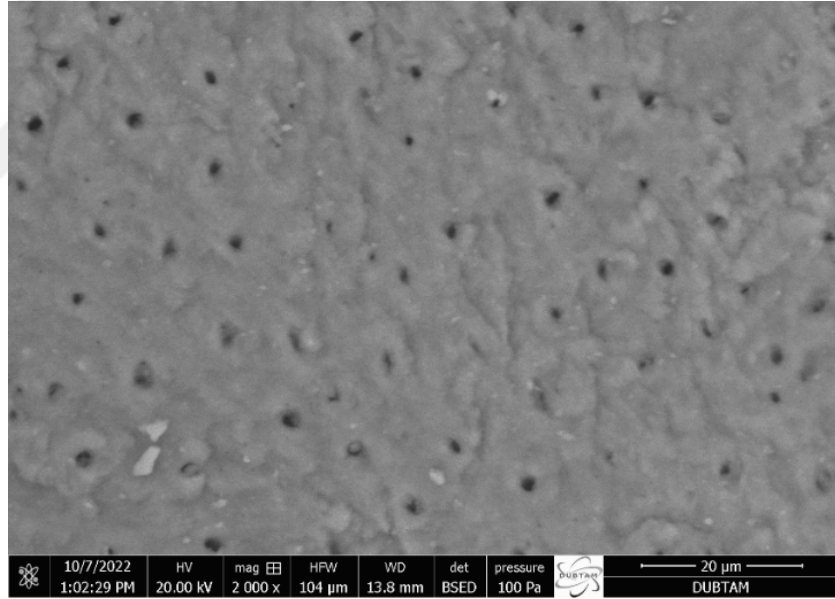
Grup 1: Şelasyon ajanı olarak 5 ml EDTA 1 dk süre ile uygulandı. Örneklerin SEM görüntüsü incelendiğinde koronal bölgede smear tabakası yok, dentin tübülleri açıktı (skor 1), orta bölgede az miktarda smear tabakası mevcut, birçok dentin tübülü açıktı (skor 2), apikal bölgede kök kanal duvarını örten homojen smear tabakası mevcut olup yalnızca birkaç dentin tübülü açıktı (skor 3).



Resim 11. Grup 1 koronal bölge SEM görüntüsü

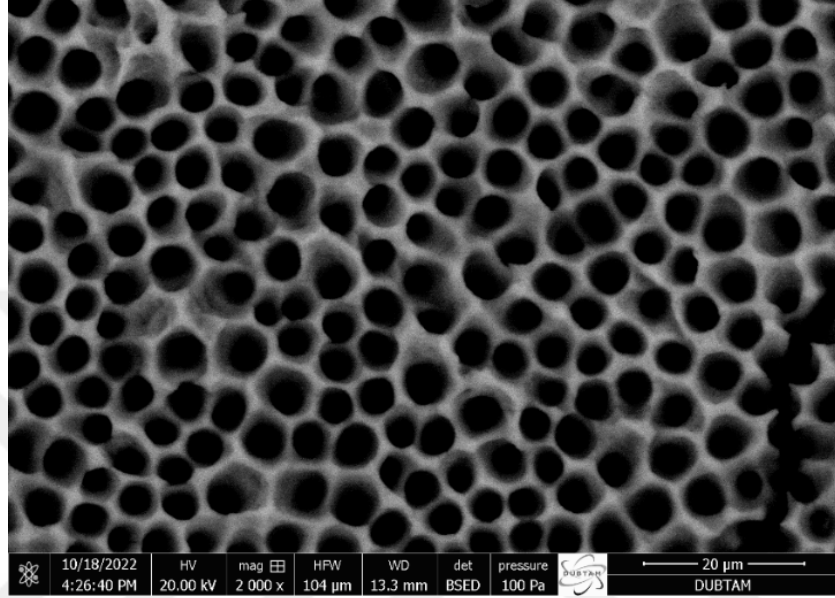


Resim 12. Grup 1 orta bölge SEM görüntüsü

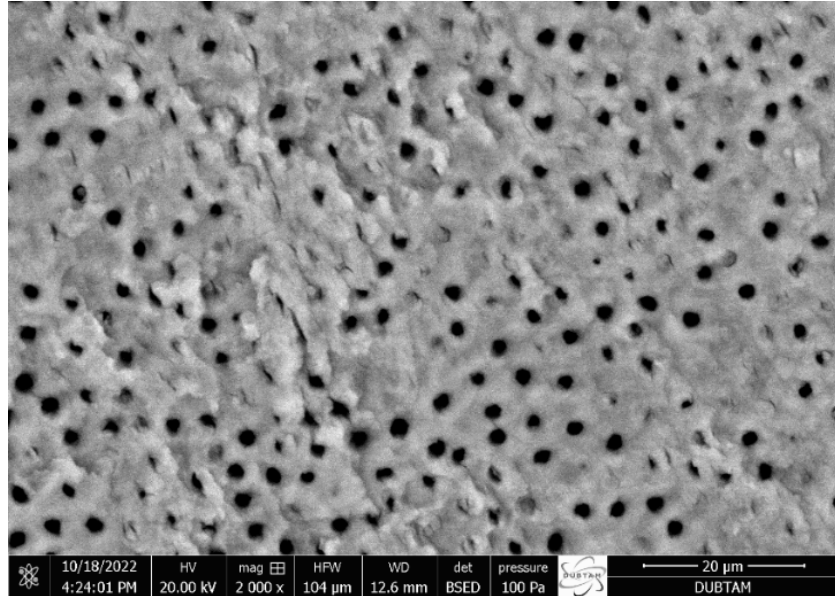


Resim 13. Grup 1 apikal bölge SEM görüntüsü

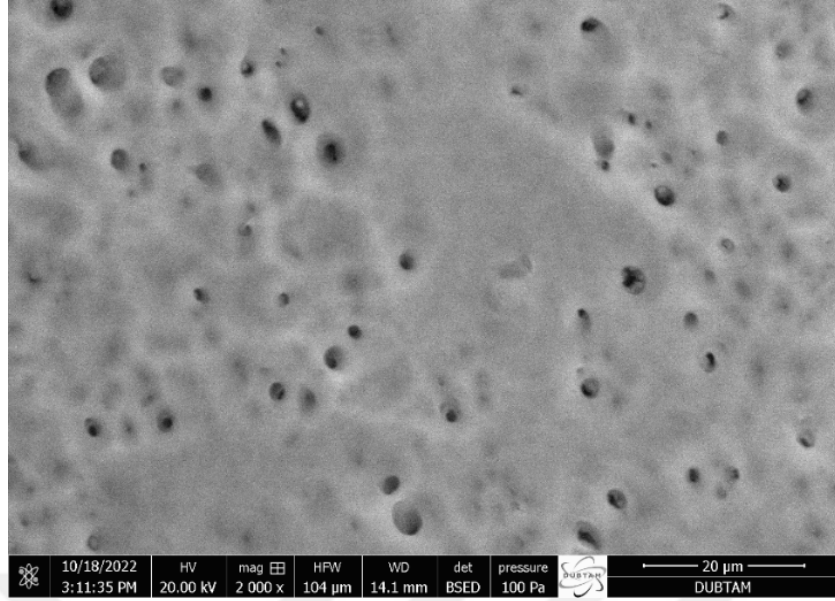
Grup 2: İrrigasyon işlemi %5 HEDP ve %2.5 NaOCl karışımı solüsyon ile yapıldı. Örneklerin SEM görüntüsü incelendiğinde koronal bölgede smear tabakası yok, dentin tübülleri açıktı (skor 1), orta bölgede az miktarda smear tabakası mevcut, birçok dentin tübülü açıktı (skor 2), apikal bölgede kök kanal duvarını örten homojen smear tabakası mevcut olup yalnızca birkaç dentin tübülü açıktı (skor 3).



Resim 14. Grup 2 koronal bölge SEM görüntüsü

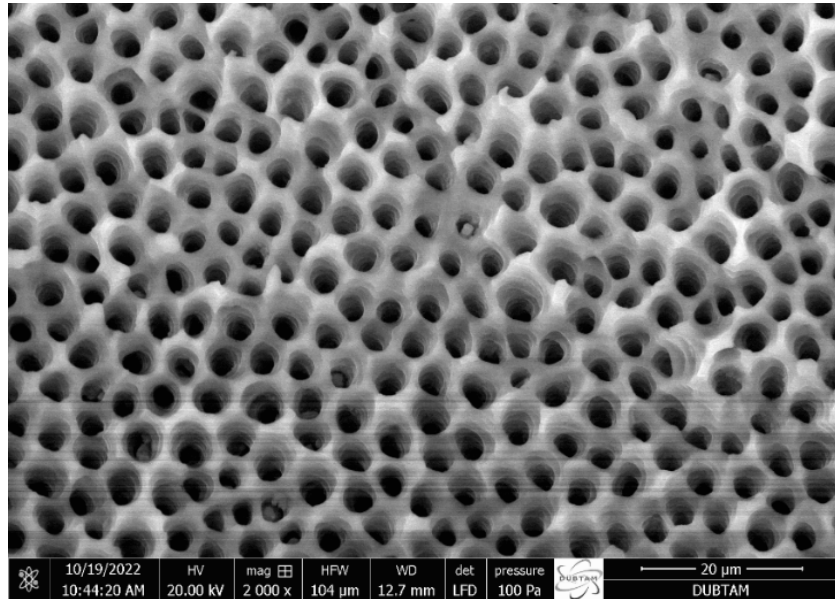


Resim 15. Grup 2 orta bölge SEM görüntüsü

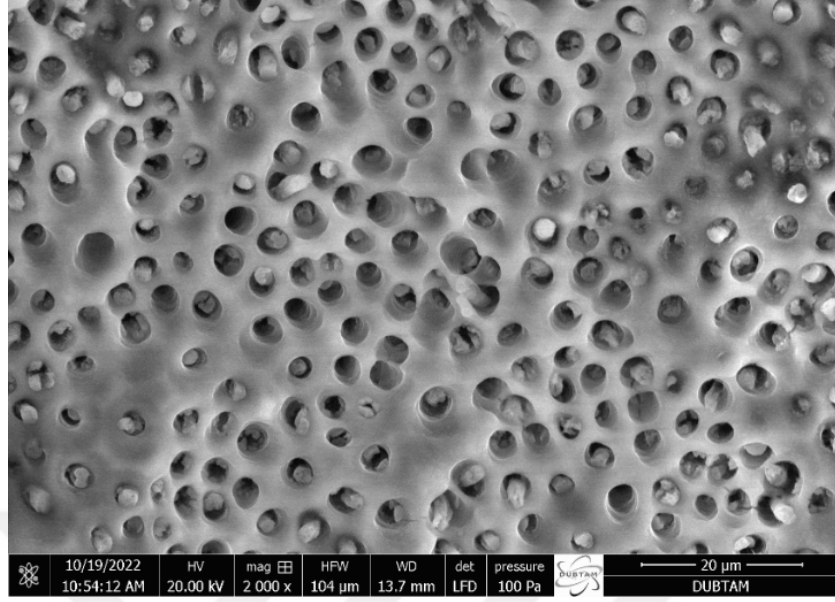


Resim 16. Grup 2 apikal bölge SEM görüntüsü

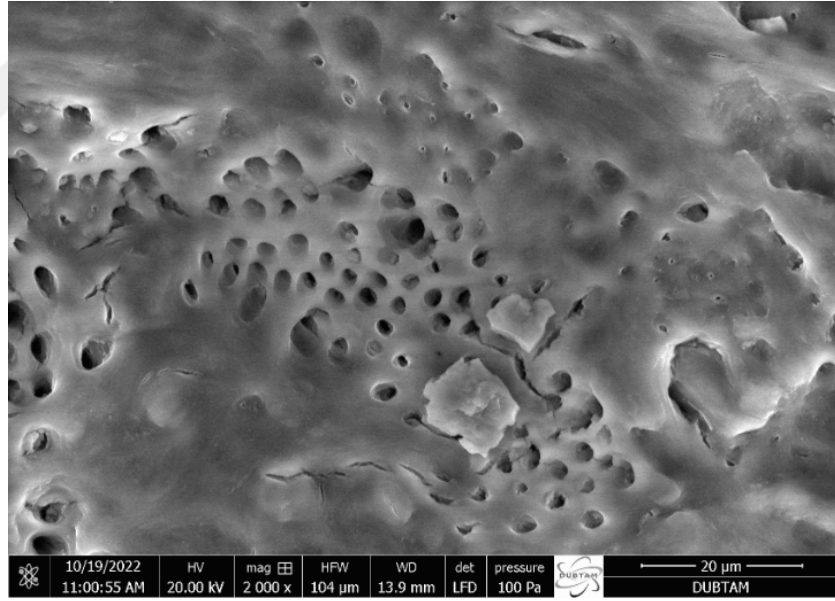
- **Grup 3:** İrrigasyon işlemi %9 HEDP ve %2,5 NaOCl karışımı solüsyon ile yapıldı. Örneklerin SEM görüntüsü incelendiğinde koronal bölgede smear tabakası yok, dentin tübülleri açıktı (skor 1), orta bölgede az miktarda smear tabakası mevcut, bir çok dentin tübülü açıktı (skor 2), apikal bölgede kök kanal duvarını örten homojen smear tabakası mevcut olup yalnızca birkaç dentin tübülü açıktı (skor 3).



Resim 17. Grup 3 koronal bölge SEM görüntüsü

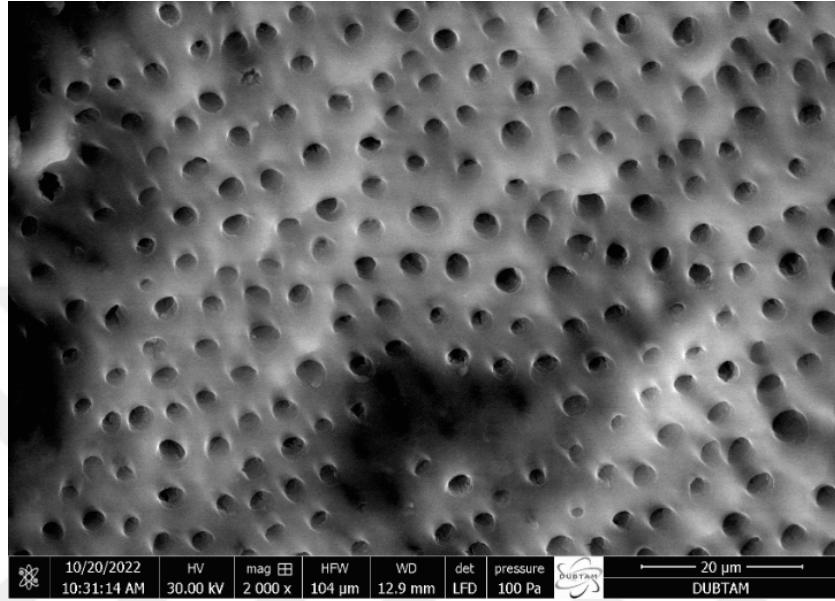


Resim 18. Grup 3 orta bölge SEM görüntüsü

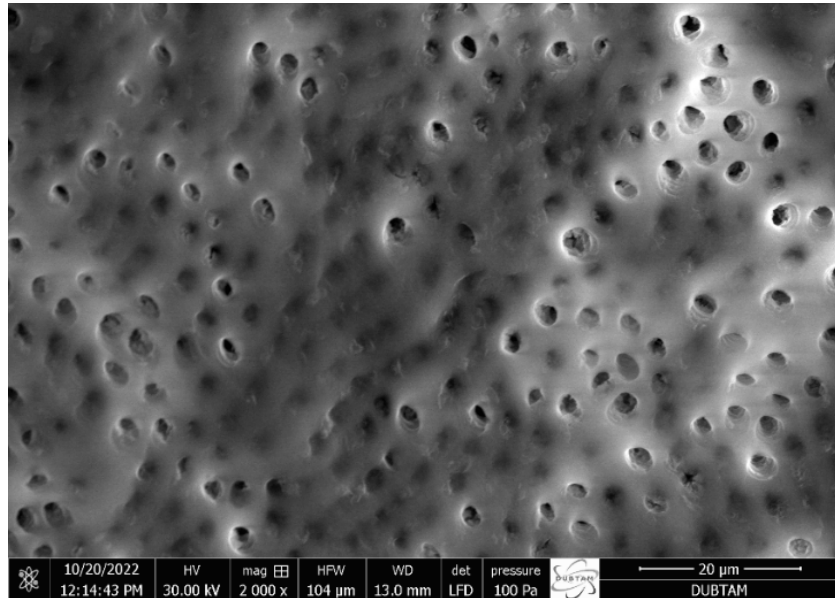


Resim 19. Grup 3 apikal bölge SEM görüntüsü

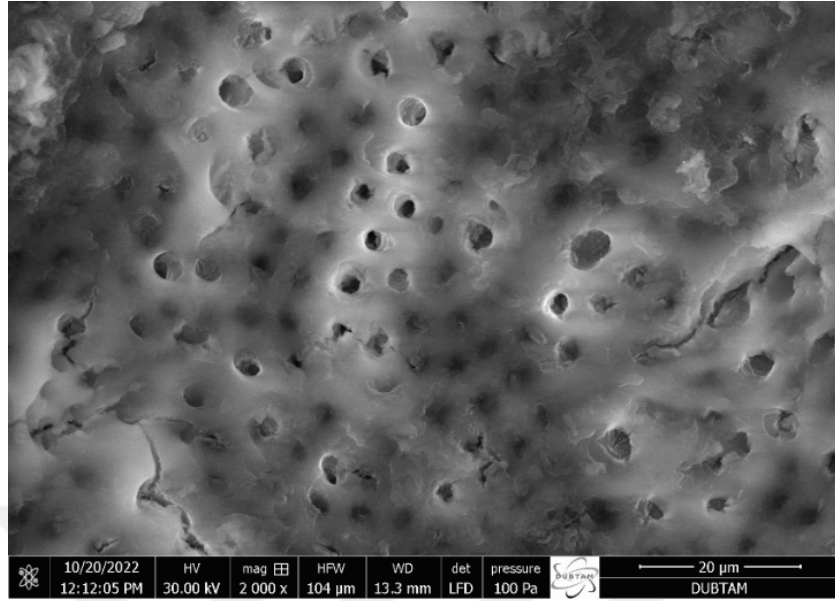
Grup 4: İrrigasyon işlemi %18 HEDP ve %2,5 NaOCl karışımı solüsyon ile yapıldı. Örneklerin SEM görüntüsü incelendiğinde koronal bölgede smear tabakası yok, dentin tübülleri açıktı (skor 1), orta bölgede az miktarda smear tabakası mevcut, bir çok dentin tübülü açıktı (skor 2), apikal bölgede kök kanal duvarını örten homojen smear tabakası mevcut olup yalnızca birkaç dentin tübülü açıktı (skor 3).



Resim 20. Grup 4 koronal bölge SEM görüntüsü

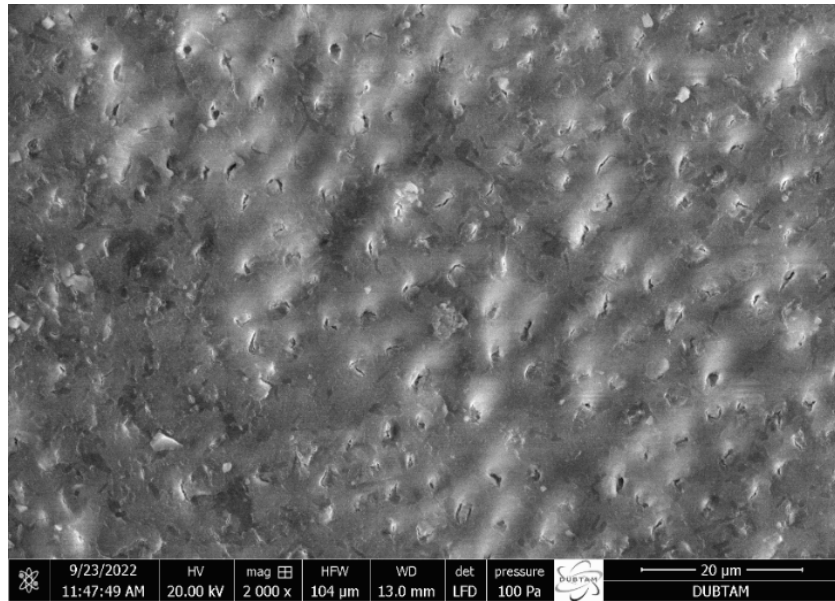


Resim 21. Grup 4 orta bölge SEM görüntüsü

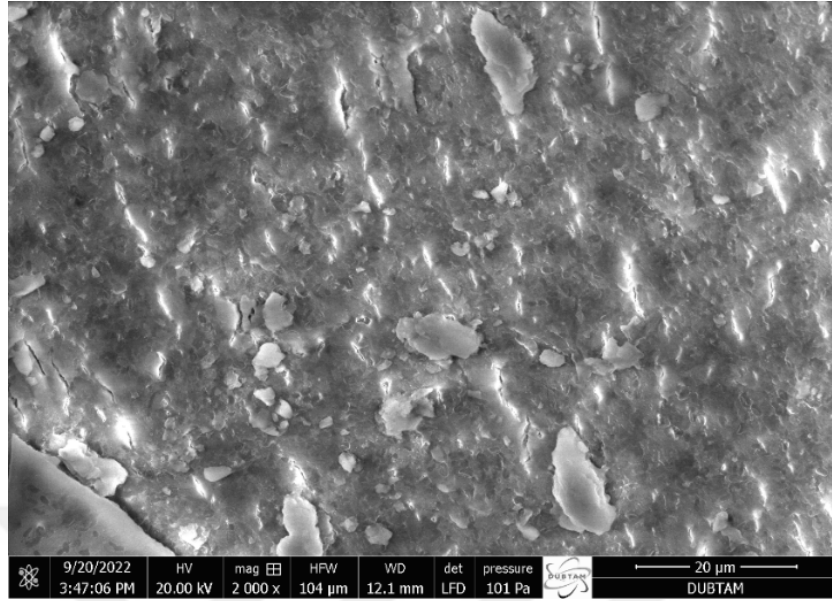


Resim 22. Grup 4 apikal bölge SEM görüntüsü

Grup 5 (kontrol grubu): İrrigasyon işlemi preparasyon esnasında %2,5 NaOCl, sonrasında distile su ile yapılmıştır. Örneklerin SEM görüntüleri incelendiğinde koronal ve orta bölgede homojen bir smear tabakası ile komple kaplanmış kök kanal duvarı mevcut olup açık dentin tübülü yoktur (skor 4), apikal bölgede bütün kanal duvarını örten ağır, homojen olmayan smear tabakası mevcuttur (skor 5).



Resim 23. Grup 5 koronal bölge SEM görüntüsü



Resim 24. Grup 5 apikal bölge SEM görüntüsü

4.2. İstatistiksel Değerlendirme

Tablo 1. Smear tabakası uzaklaştırma etkinliği bakımından irrigasyon solüsyonlarının karşılaştırılması

İrrigasyon Solüsyonu	Ortalama $\pm$ SS	Ortanca (En düşük değer - En yüksek değer)	H	p
EDTA	1,98 $\pm$ 1,03	2 (1 - 4) ^a	104,963	0,001*
%5 HEDP	2,29 $\pm$ 0,94	2 (1 - 4) ^a		
%9 HEDP	2,16 $\pm$ 0,93	2 (1 - 4) ^a		
%18 HEDP	2,07 $\pm$ 0,91	2 (1 - 4) ^a		
Distile Su (Kontrol)	4,53 $\pm$ 0,5	5 (4 - 5) ^b		

*Kruskal Wallis H testi

SS: Standart sapma

H: Test istatistiği

a-b: Aynı harfe sahip gruplar arasında anlamlı farklılık yoktur.

Smear tabakası uzaklaştırma etkinliği bakımından irrigasyon solüsyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). EDTA, %5

HEDP, %9 HEDP ve %18 HEDP gruplarının smear tabakası uzaklaştırma etkinliği değeri kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). EDTA, %5 HEDP, %9 HEDP ve %18 HEDP grupları arasında ise smear uzaklaştırma etkinliği bakımından anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 2. Smear tabakası uzaklaştırılmasının bölgelere göre karşılaştırılması

Bölge	Ortalama $\pm$ SS	Ortanca (En düşük değer - En yüksek değer)	H	p
Apikal	3,37 $\pm$ 1,12	3 (1 - 5) ^a	50,441	0,001*
Orta	2,49 $\pm$ 1,19	2 (1 - 5) ^b		
Koronal	1,95 $\pm$ 1,21	2 (1 - 5) ^b		

*Kruskal Wallis H testi H: Test istatistiği SS: Standart sapma

a-b: Aynı harfe sahip gruplar arasında anlamlı farklılık yoktur.

Smear tabakası uzaklaştırma etkinliği bakımından bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Koronal ve orta bölgelerde smear tabakasının uzaklaştırılma skoru apikal bölgeye göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). Orta bölgede smear tabakasının uzaklaştırılma skoru apikal bölgeye göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). Apikal bölge smear tabakası uzaklaştırma etkinliği bakımından koronal ve orta bölgeye göre yetersiz kalmıştır.

Tablo 3. İrrigasyon solüsyonlarının smear kaldırma etkinliğinin bölgelere göre karşılaştırılması

İrrigasyon Solüsyonu	Bölge	Ortalama $\pm$ SS	Ortanca (En düşük değer - En yüksek değer)	H	p
EDTA	Apikal	2,8 $\pm$ 1,15	3 (1 - 4) ^{a,Q}	15,869	0,001
	Orta	1,87 $\pm$ 0,74	2 (1 - 3) ^{A,a,b}		
	Koronal	1,27 $\pm$ 0,46	1 (1 - 2) ^{b,X}		
%5 HEDP	Apikal	3,13 $\pm$ 0,83	3 (2 - 4) ^{a,Q}	21,408	0,001
	Orta	2,2 $\pm$ 0,56	2 (1 - 4) ^{A,b}		
	Koronal	1,53 $\pm$ 0,64	1 (1 - 3) ^{b,X}		
%9 HEDP	Apikal	3 $\pm$ 0,76	3 (2 - 4) ^{a,Q}	20,903	0,001
	Orta	2 $\pm$ 0,76	2 (1 - 3) ^{A,a,b}		
	Koronal	1,47 $\pm$ 0,52	1 (1 - 2) ^{b,X}		
%18 HEDP	Apikal	2,93 $\pm$ 0,7	3 (2 - 4) ^{a,Q}	23,6	0,001
	Orta	1,93 $\pm$ 0,7	2 (1 - 3) ^{A,b}		
	Koronal	1,33 $\pm$ 0,49	1 (1 - 2) ^{b,X}		
Kontrol	Apikal	5 $\pm$ 0	5 (5 - 5) ^{a,Z}	22,524	0,001
	Orta	4,47 $\pm$ 0,52	4 (4 - 5) ^{B,a,b}		
	Koronal	4,13 $\pm$ 0,35	4 (4 - 5) ^{b,Y}		

*Kruskal Wallis H testi H: Test istatistiği SS: Standart sapma

a-b: İrrigasyon solüsyonunun kendi içinde aynı harfe sahip bölgeler arasında anlamlı farklılık yoktur.

Q-Z: Aynı harfe sahip apikal bölge grupları arasında anlamlı farklılık yoktur.

A-B: Aynı harfe sahip orta bölge grupları arasında anlamlı farklılık yoktur.

X-Y: Aynı harfe sahip koronal bölge grupları arasında anlamlı farklılık yoktur.

EDTA grubunda koronalde smear tabakası uzaklaştırma skoru apikal bölgeye göre anlamlı derecede düşüktür ($p < 0,05$). Orta bölgede ise apikal bölge ve koronal bölge ile anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$). Apikal bölgede koronale göre daha az smear tabakası uzaklaştırılmıştır. Orta bölgede, apikal bölge ve koronal bölgeyle benzer düzeyde smear tabakası bulunmaktadır.

%5 HEDP grubunda koronal ve orta bölgede smear tabakası uzaklaştırma skoru apikal bölgeye göre anlamlı derecede düşüktür ($p < 0,05$). Orta ve koronal bölge

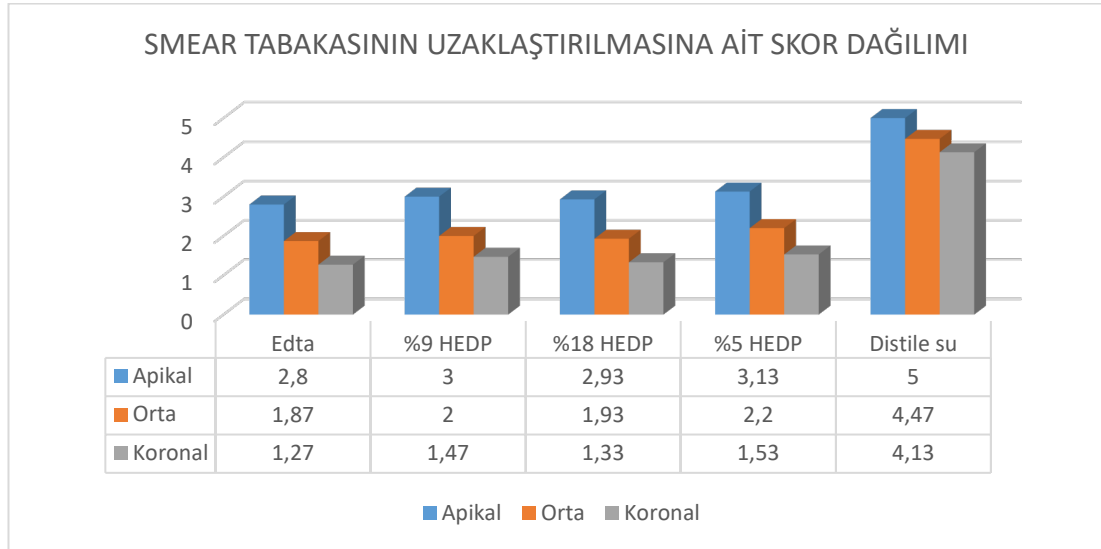
arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Apikal bölgede koronale göre daha az smear tabakası uzaklaştırılmıştır.

%9 HEDP grubunda koronal ve orta bölgede smear tabakası uzaklaştırma skoru apikal bölgeye göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). Orta bölge ile koronal bölge arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Apikal bölgede koronale göre daha az smear tabakası uzaklaştırılmıştır.

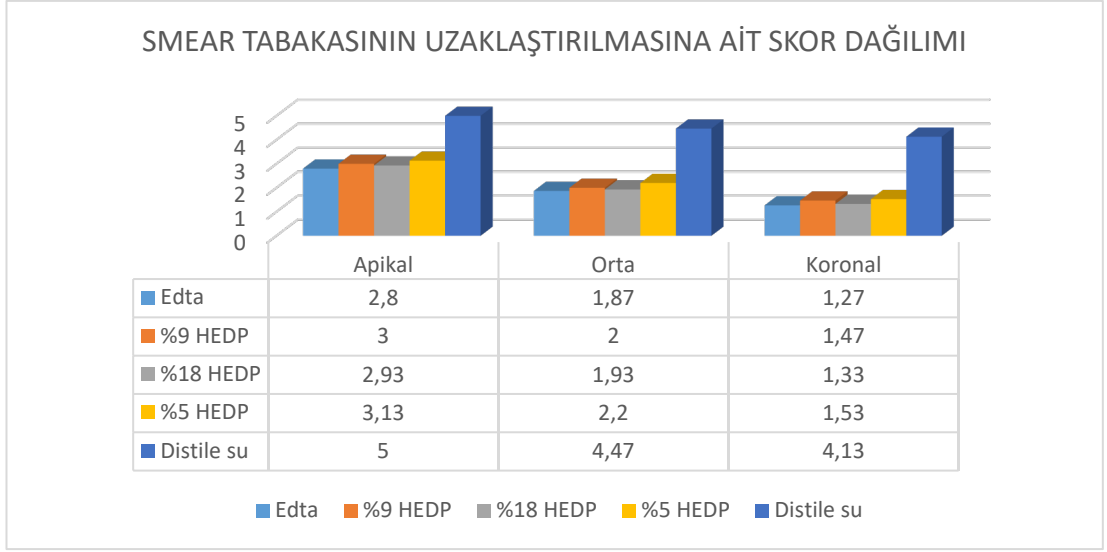
%18 HEDP grubunda koronal ve orta bölgede smear tabakası uzaklaştırma skoru apikal bölgeye göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). Orta ve koronal bölge arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Apikal bölgede orta ve koronale göre daha az smear tabakası uzaklaştırılmıştır.

Kontrol grubunda smear tabakası uzaklaştırılamamıştır, bütün bölgelerde smear tabakası bulunmaktadır. Koronal ve orta bölgede smear tabakası skoru apikal bölgeye göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). Orta bölgede ve koronal bölge arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).

Apikal, orta ve koronal bölgede EDTA, %5 HEDP, %9 HEDP ve %18 HEDP gruplarının smear tabakası uzaklaştırma skoru kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$). EDTA, %5 HEDP, %9 HEDP ve %18 HEDP grupları arasında ise anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Kontrol grubu her 3 bölgede de daha az smear tabakası uzaklaştırılmıştır. EDTA, %5 HEDP, %9 HEDP ve %18 HEDP arasında her üç bölgede de smear tabakası uzaklaştırma etkinliği bakımından fark yoktur.



Şekil 3. Gruplarda smear tabakası uzaklaştırma etkinliği değerleri bakımından farklılıklar



Şekil 4. Gruplarda smear tabakası uzaklaştırma etkinliği değerleri bakımından farklılıklar

5. TARTIŞMA

Endodontik tedavi, bir dizi mekanik ve kimyasal işlemler sonucunda kök kanal sisteminin smear tabakası ve pulpa artıklarından arındırılması, ardından sızdırmaz bi şekilde doldurulması ile gerçekleştirilir. Kök kanallarının mekanik preparasyonu sırasında dentin talaşları, vital veya nekrotik pulpa artıkları mikroorganizmalar ve yan ürünleri kök kanal duvarını kaplayan, smear tabakası adı verilen bir debris filmi oluşturur. Smear tabakası 1-5 µm kalınlığında gevşek bir yüzeyel tabakadan ve 40 µm'ye kadar dentin tübüllerine uzanan derin tabakadan oluşur. Smear tabakasının enstrümantasyon ve obtürasyon kalitesi üzerindeki etkisine ilişkin tartışmalara rağmen, günümüzde birçok araştırmacı, smear tabakasının kendisinin enfekte olabileceğini ve dentin tübüllerinde mevcut olan bakterileri koruyabileceğini düşünmektedir (162, 163). Smear tabakası kanal duvarlarına gevşek bir şekilde tutunur ve kanal tedavisi sonrası mikrosızıntıya sebep olabilir (17). Bu endişeler nedeniyle, enfekte kök kanallarında başlangıçta oluşturulan smear tabakasının uzaklaştırılması ve kanal içi irrigasyon solüsyonlarının dentin tübüllerine nüfuz etmesine izin verilmesi başarılı bir kanal tedavisinin gerekliliklerinden görülmektedir. Smear tabakasını uzaklaştırmak amacıyla mekanik, kimyasal ve lazer yöntemleri kullanılabilir (40).

Kök kanal sisteminin anatomisi son derece karmaşık ve değişkendir, bu sebeple etkili temizlik ve dezenfeksiyon her zaman mümkün olmamaktadır. Kök kanalları genellikle el aletleri ve döner ege sistemleri ile devamlı irrigasyon altında şekillendirilir (164). İrrigasyon solüsyonlarının temel amaçlarından biri smear tabakasını uzaklaştırmaktır. Günümüzde beklenen bütün özellikleri karşılayan ideal bir irrigasyon solüsyonu bulunmamaktadır, ancak NaOCl iyi bir antiseptik olması, düşük yüzey gerilimi, biyofilme etkili olması, ekonomik olması gibi avantajları sebebiyle ideale en yakın organik doku çözücüdür (52). Smear tabakası organik ve inorganik komponentlerden oluştuğu için organik doku çözücüler ve şelatörlerin birlikte kullanımıyla uzaklaştırılabilir (2, 165).

Kök kanal tedavisi esnasında en sık kullanılan şelasyon ajanı EDTA'dır. EDTA smear tabakasının uzaklaştırılmasında yüksek verimlilik gösterir, ancak antibakteriyel kapasitesi sınırlıdır (119). Apikal foramenden EDTA çözeltisinin düşük konsantrasyonda taşması dahi periapikal kemiğin geri dönüşümsüz

dekalsifikasyonuna neden olabilir, aynı zamanda nöroimmünolojik sonuçlar doğurabilir (103). EDTA, kalsiyum ile stabil bir kompleks oluşturur. Mevcut tüm iyonlar bağlandığında çözünme durur; bu nedenle kendi kendini sınırlar (104). Grawehr ve ark.'nın EDTA ve NaOCl etkileşimleri üzerine yaptıkları çalışma; EDTA'nın NaOCl'nin doku çözme yeteneğinde azalmalara sebep olduğunu göstermektedir (166).

EDTA yalnızca smear tabakasını uzaklaştırmayıp dentinde demineralizasyon ve erozyon etkisi de gösterir. Çalt ve Serper'e göre 10 dakikalık %17 EDTA uygulaması aşırı peritübüler ve intertübüler dentin erozyonuna neden olmaktadır, bir dakikadan daha uzun süre kullanılması önerilmemektedir (167). Başka bir çalışmada %1, %5, %10 ve %15 EDTA konsantrasyonlarının kök kanal duvarlarına etkisi incelenmiş; yalnızca %1'lik konsantrasyonun sınırlı erozyona sebep olduğu; diğer konsantrasyonların benzer erozyon paternine sahip olduğu gösterilmiştir (168). EDTA solüsyonlarının aşındırıcı etkilerini azaltmak için nötr pH'da daha düşük EDTA konsantrasyonlarının tercih edilmesi çözüm olarak önerilmiştir (169), ancak smear tabakası uzaklaştırmada en aktif konsantrasyonlar %15 ve %17'dir (97).

Günümüzde mevcut şelatörlerin dentin dokusu üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla pek çok çalışma yapılmaktadır. Çalışmamızda smear tabakasının uzaklaştırılmasında EDTA'ya iyi bir alternatif olarak endodonti literatürüne giren HEDP solüsyonunun farklı konsantrasyonları karşılaştırılmıştır.

HEDP; tek başına final irrigasyon ajanı olarak kullanılabileceği gibi NaOCl ile kombine edilerek enstrümantasyon esnasında ve sonrasında tek bir irrigasyon solüsyonu olarak da kullanılabilir (9). Zehnder, şelatörleri NaOCl ile birleştirerek tek bir irrigasyon solüsyonu olarak kullanmayı; devamlı şelasyon kavramını ilk olarak 2005 yılında tanıtmıştır (8). 2012'de Neelakantan devamlı şelasyon kavramını ilk kez endodontik terminolojiye kazandırmıştır (170). NaOCl ile EDTA'nın sıralı uygulaması smear tabakasını ortadan kaldırır, ancak peritübüler ve intertübüler dentinde erozyona, dentin demineralizasyonuna neden olabilir ve dentinin mekanik bütünlüğünü tehlikeye atar. Şekillendirme esnasında EDTA ve CA gibi güçlü asitler kullanılması; basamak oluşumu, perforasyon gibi prosedürel hatalara neden olabilir. Aynı zamanda NaOCl'nin organik doku çözme yeteneğini ve antimikrobiyal

etkinliğini etkiler. Bu sorunları çözmek aynı zamanda çalışma kolaylığı, zaman tasarrufu sağlamak ve smear tabakasını oluşmadan önlenmek amacıyla zayıf bir asitle NaOCl kombinasyonu kullanılarak devamlı hafif şelasyon önerilmektedir (171).

HEDP'nin sıklıkla %9 ve %18'lik konsantrasyonları kullanılmaktadır ancak etkin bir optimum konsantrasyon belirlenmemiştir. Çalışmamızda HEDP'nin %5, %9 ve %18'lik konsantrasyonları %2,5 NaOCl ile kombine edilerek kullanılmış; smear tabakası uzaklaştırma etkinliği açısından ideal konsantrasyonun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Girard ve ark. HEDP'nin deneysel jel formu üzerinde çeşitli araştırmalar yapmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre; HEDP, NaOCl ile uyumludur, hipoklorit iyonu ile çok az ve kısa süreli etkileşime girmiştir. İncelenen HEDP jeli, günümüzde üretilen EDTA ve hidrojen peroksit içeren jel tipi şelatör ürünlerine kıyasla üstün hipoklorit uyumluluğuna, kalsiyum şelatlama kapasitesine ve smear tabakası önleme yeteneğine sahip olup, bu çalışmanın koşullarında HEDP jeli dar kök kanallarının apikalinde smear tabakası oluşumunu önemli ölçüde önleyememiştir (172).

De-deus ve ark. farklı şelasyon ajanlarının Resilon/Epiphany kanal dolum materyallerinin bağlanma dayanımı üzerine etkilerini incelemiş; HEDP ve NaOCl kombinasyonunun bağlantıyı optimize edebileceği sonucuna ulaşmışlardır (173).

Sert ve ark. 2004 yılında Türk toplumunda maksiller ve mandibular dişlerin kök kanal konfigürasyonlarını incelemiş, Vertucci veya diğer sınıflandırma sistemleri tarafından sınıflandırmaya dahil edilmeyen 14 yeni kök kanal konfigürasyonu ile karşılaşmıştır (174). Çalışmamızda kök kanal morfolojisindeki farklılıkların standardizasyonu etkilemesini önlemek amacıyla tek kök ve tek kanallı mandibular premolar dişler tercih edilmiştir.

Kök kanal preparasyonu esnasında ulaşılması gereken ideal apikal genişlikle ilgili fikir birliği sağlanamamış olsa da, irrigasyon iğnesinin kanalın apikaline kadar ulaşabilmesi ve irrigasyon solüsyonlarının bütün kanal duvarlarında yeterince etkili olabilmesi için kanalların belirli düzeyde genişletilmiş olması gerekmektedir (175). Etkin irrigasyonun sağlanabilmesi ve apikal debrisin uzaklaştırılabilmesi için kök kanallarının ISO #40 apikal çapa ulaşması gerektiğini savunan çalışmalar

bulunmaktadır (148, 176). Sjögren ve ark., yaptıkları çalışmada #40 numaralı eğenin bakterileri daha küçük apikal çapa kıyasla daha iyi elimine ettiği sonucuna ulaşmıştır. Başarılı bir kanal tedavisi ve ideal irrigasyonun sağlanabilmesi için irrigasyon solüsyonunun hacmi de göz önünde bulundurulması gereken önemli konulardan biridir. Rôças ve ark. ile Podar ve ark. aerobik ve anaerobik bakteri sayısının azaltılması için kök kanalı başına 15 ml'lik NaOCl irrigasyon hacmi önermiştir (177, 178).

Çalışmamızda kullanılacak örnekler standardizasyonu sağlayabilmek amacıyla son 3 ay içinde çekilmiş, çürük, kırık, rezorbsiyon bulunmayan dişler olup, işlem yapılmıyaya kadar oda sıcaklığında serum fizyolojik içinde bekletildi. Kök kanalları Reciproc R40 ege sistemi tercih edilerek apikal çap #40 olacak şekilde genişletildi. Her bir kanal preparasyon esnasında 15 ml, sonrasında 5 ml standart solüsyon hacmi kullanılarak irrigate edildi, final irrigasyon ajanının devam edecek etkinliğini nötralize etmek amacıyla kanallar 5 ml distile su ile yıkandı ve kağıt konlar ile kurutuldu. %5, %9 ve %18 HEDP; %2.5 NaOCl ile karışım halinde tek solüsyon olarak kullanıldı. EDTA grubunda şelasyon amacıyla %17 EDTA; 5 ml/dk süreyle uygulandı. Kontrol grubunda enstrümantasyon sonrası yalnızca distile su kullanıldı.

Kök kanal duvarında smear tabakasını görüntülemek amacıyla SEM kullanımı mümkündür ve güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir (179, 180). Smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinin incelendiği pek çok çalışmada bu yöntem tercih edilmiştir. SEM görüntülerinde açığa çıkan dentin tübülleri ve kanaldan uzaklaştırılamayan smear tabakası 3'lü, 4'lü, 5'li olmak üzere farklı sistemlerle skorlanabilmektedir (181-183). Çalışmamızda kanal duvarlarının koronal orta ve apikal bölgesi 2000X büyütmede incelenmiş, Hülsmann ve ark.'nın 5'li skorlama sistemiyle değerlendirilmiştir (161).

Çalışmamızın sonuçlarına göre %5, %9, %18 HEDP ve %17 EDTA'nın kök kanallarından smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Tüm gruplar, kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede daha yüksek smear tabakası uzaklaştırma kapasitesine sahiptir. Her grup kendi içinde incelendiğinde apikal bölgede smear tabakası uzaklaştırma etkinliği daha düşüktür.

Çalışmamızın birinci sıfır hipotezi "Kanalın apikal, orta ve koronal

bölgesinden bağımsız olarak şelasyon ajanlarının smear tabakası uzaklaştırma etkinliği arasında fark yoktur.” olarak belirlenmişti. Çalışmamızın sonuçları birinci sıfır hipotezini desteklemektedir. Çalışmamızın ikinci sıfır hipotezi “Şelasyon ajanlarından bağımsız olarak kök kanalının apikal, orta ve koronal bölgesinde smear tabakası uzaklaştırma etkinliği bakımından fark yoktur.” olarak belirlenmişti. Çalışmamızın sonuçlarına göre gruplar kendi içinde incelendiğinde apikal bölgede smear tabakası uzaklaştırma etkinliği daha düşüktür bu nedenle çalışmamız ikinci sıfır hipotezini reddetmektedir.

Kfir ve ark., geleneksel sodyum hipoklorit ve ardından EDTA irrigasyonu ile yeni HEDP bazlı solüsyon (Dual Rinse HEDP, Medcem, Weinfelden, İsviçre) irrigasyonunu karşılaştırarak; kök kanal duvarı temizliğini ve erozyonu, SEM ile incelemişlerdir. Yapılan çalışmada dişler 2 ana gruba ayrılmıştır; grup 1 preparasyon esnasında %3 NaOCl; şekillendirme tamamlandıktan sonra %17 EDTA kullanılarak irrigate edildi. Grup 2, %3 NaOCl, %18 HEDP ile karıştırılarak tek irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldı. Sonuçlar incelendiğinde her iki grupta da apikal üçlüde smear tabakası uzaklaştırma etkinliği daha düşük olup gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır (184). Bu çalışmanın sonuçları çalışmamızla benzerlik göstermektedir; çalışmamızda kullanılan NaOCl konsantrasyonu %2.5 olup %17 EDTA ve %18 HEDP arasında smear tabakası uzaklaştırma etkinliği açısından fark bulunmamıştır.

Ibrahim ve ark. Dual Rinse HEDP ve EDTA’nın smear tabakası uzaklaştırma etkinliğini SEM ve enerji dağılımlı X ışını spektroskopisi ile karşılaştırmıştır. %2,5 NaOCl ve %17 EDTA ile irrigate edilen grupla %2,5 NaOCl+%18 HEDP ile irrigate edilen grup arasında koronal ve orta üçlüde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasına karşın, apikal bölgede HEDP grubu daha başarılı bulunmuştur. %2,5 NaOCl ve EDTA grubundaki apikal, orta, koronal bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark varken, HEDP grubundaki bölgeler arasında fark gözlenmemiştir (185). Bu çalışmanın sonuçları çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Espinoza ve ark. yaptıkları çalışmada %17 EDTA ve % 18 HEDP’yi; XP-endo Finisher ve pasif ultrasonik irrigasyon cihazlarıyla aktive ederek smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerini karşılaştırmıştır. Çalışmada HEDP, %3 NaOCl ile karışım halinde kullanılmıştır. Sonuçlara göre PUI-EDTA grubu, XP-EDTA ve XP-HEDP

grubundan istatistiksel olarak anlamlı bir farkla smear tabakasını daha iyi uzaklaştırmıştır. Diğer gruplar arasında anlamlı bir fark yoktur (186).

Kuruvilla ve ark. taramalı elektron mikroskopunda %17 EDTA, %18 HEDP ve %7 maleik asitin smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğini incelemiştir. Preparasyon işlemi %2.5 NaOCl ile tamamlandıktan sonra şelasyon ajanları final irrigasyonunda kullanılmış, numuneler her bir ajanla 5 ml, 1 dk süreyle irrig edilip 5 ml distile suyla irrigasyon tamamlanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre apikal üçlüde, tüm irrigasyonlar zayıf smear tabakası uzaklaştırma kapasitesi gösterdi, ancak maleik asit, apikal üçlüde EDTA'dan ve HEDP'den nispeten daha iyi sonuçlar vermiştir. HEDP ile EDTA arasında anlamlı bir fark yoktu. Grup içi karşılaştırmada, EDTA grubunda koronalde apikal bölgeye göre yüksek düzeyde anlamlı farklılık vardı. Koronal bölgede smear tabakası uzaklaştırma etkinliği daha yüksektir. HEDP grubunda apikal bölge, koronal ve ortaya göre anlamlı farklılık gösterdi (187). Bu çalışmanın sonuçları çalışmamızla paralellik göstermektedir. Çalışmamızda HEDP solüsyonu tek başına final şelasyon ajanı olarak değil NaOCl ile kombine edilerek kullanılmıştır ancak çalışmamızda da %17 EDTA ve %18 HEDP arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

Ulusoy ve ark. %9, %18 HEDP, %0.5, %1.2 perasetik asit , %17 EDTA'nın final irrigasyon solüsyonu olarak kullanımıyla smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerini kıyaslayarak, SEM ile inceleme yapmışlardır. %17 EDTA, %9 ve %18 HEDP, kök kanalının koronal ve orta üçte birlik kısmından smear tabakasını etkin bir şekilde uzaklaştırmıştır. HEDP'nin her iki konsantrasyonu, diğer deney gruplarından farklı olarak, apikal üçlünden smear tabakasını ortadan kaldırmayı başarmıştır (188).

Yadav ve ark. SmearClear, MTAD, %9 ve %18 HEDP'nin smear tabakası uzaklaştırma etkinliklerini SEM ile incelemişlerdir. Enstrümantasyon sırasında, her numune, her alet değişiminde %1 NaOCl ile bolca irrig edildikten sonra final irrigasyonu 5 ml şelasyon ajanı ile tamamlanmış ve durulanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre gruplar arasında SmearClear en iyi smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği göstermiş ve bunu MTAD, %18 HEDP, %9 HEDP ve salin izlemiştir (189). Bu çalışmanın sonuçları çalışmamızla uyumlu değildir. Bu çalışmada %9 HEDP'nin daha düşük etkinlik göstermesinin sebebi zayıf bir şelasyon ajanı olan HEDP'nin

NaOCl ile birlikte preparasyon boyunca değil yalnızca final irrigasyonu olarak kullanılmasından kaynaklanabilir.

Patil ve ark. kök kanalının apikal üçte birinden smear tabakasını uzaklaştırmak için farklı irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini incelemişlerdir. Gruplar; %5 NaOCl ve %18 HEDP karışımından oluşan yeni bir ticari HEDP formu olan Chloroquick (Innovationsendo, Nashik, Hindistan), yüzey aktif madde eklenmiş %5.25 NaOCl ve yüzey aktif madde (sülfaktan) eklenmiş %17 EDTA, MTAD ve salin solüsyonundan oluşmaktadır. Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde, %5,25 NaOCl ile sürfaktan ve %17 EDTA ile sürfaktan kombinasyonunun, smear tabakasının giderilmesinde MTAD ve Chloroquick solüsyonlarından daha üstün olduğu sonucuna varılmıştır (190). Çalışmamızda apikal bölgede %18 HEDP ve %17 EDTA'nın smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri arasında fark yoktur, bu farklılığın solüsyona yüzey aktif madde eklenmemesinden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Mankeliya ve ark., EDTA, HEDP, CA ve maleik asit irrigasyon solüsyonlarının kök kanalının apikal bölgesinde smear tabakası uzaklaştırma etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında %7 maleik asitin diğer solüsyonlardan daha iyi smear tabakasını uzaklaştırdığını; %17 EDTA, %18 HEDP ile %10 CA grupları arasında anlamlı bir farkın olmadığını bildirmişlerdir (191). Bu çalışmanın sonucu çalışmamızla uyumludur. Çalışmamızda da apikal bölgede %17 EDTA ve %18 HEDP arasında smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği bakımından fark yoktur.

Hegde ve ark., konvansiyonel irrigasyon protokolü ve devamlı hafif şelatlama irrigasyon protokolünün etkinliğini karşılaştırmak amacıyla smear tabakası uzaklaştırma etkinliklerini SEM cihazı ile incelemiştir. Konvansiyonel irrigasyon gruplarında her bir kanal %5.25 NaOCl ardından %17 EDTA (Grup A), SmearClear (Grup B) veya SmearOFF (Grup C) ile irrigate edildi. Devamlı hafif şelatlama irrigasyon protokolleri Chloroquick Low (%9 HEDP + %3 NaOCl) (Grup D) ve Chloroquick High (%18 HEDP + %5,25 NaOCl) (Grup E) olarak belirlendi. Mevcut çalışmada SmearClear, SmearOff ve Chloroquick'e sürfaktan eklenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre hem konvansiyonel hem de devamlı hafif şelatlayıcı irrigasyon protokolleri, kök kanallarının koronal ve orta üçte birlik kısmındaki smear tabakasını kaldırabilmiştir. Apikal üçlúde, Chloroquick High (%18 HEDP) ile gerçekleştirilen

devamlı hafif şelatlama irrigasyonu protokolü, smear tabakasını uzaklaştırmada daha etkili bulunmuştur (192). Çalışmamızda %17 EDTA ve %9 HEDP solüsyonlarının %18 HEDP ile benzer etkinlik göstermesi; HEDP solüsyonlarına yüzey aktif madde eklenmemiş olması, çalışma süresi ve solüsyon hacmi gibi değişkenlerin irrigasyon etkinliğinde farklılık oluşturmaları sebebiyle olabilir.

Lottanti ve ark., perasetik asit, HEDP ve EDTA irrigasyonunun kök dentini ve smear tabakası üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma grupları; deiyonize su, %17 EDTA, %9 HEDP ve %2.25 perasetik asit (PA) olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre koronal bölgede; EDTA, perasetik asitten daha fazla smear tabakası kaldırmıştır, orta ve apikal bölgelerde ise EDTA, Na ve perasetik asit protokolleri arasında fark saptanmamıştır (9). Bu çalışmanın sonuçları çalışmamızla paralellik göstermektedir. Çalışmamızda benzer şekilde %17 EDTA ve %9 HEDP solüsyonları arasında smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği bakımından fark saptanmamıştır.

Yapılan birçok çalışmanın sonuçları irrigasyon solüsyonlarının hacmine ve süresine bakılmaksızın kök kanallarının orta ve koronal üçte birinde temizleme etkinliğinin apikal bölgeye kıyasla daha yüksek olduğunu göstermektedir (8, 16, 172). Çalışmamızın sonuçlarına göre de her bir grup kendi içinde incelendiğinde apikal bölgelerde smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri daha düşük bulunmuştur. Kök kanallarının anatomik yapısının doğal bir sonucu olan bu sorunun çözümü için günümüzde aktivasyon teknikleri kullanımı, irrigasyon solüsyonlarına yüzey aktif madde eklenmesi gibi bir çok çözüm yolu üzerinde araştırmalar yapılmaktadır.

Gustavo ve ark. tek diş modeli üzerinde dentin diskleri hazırlayarak standart bir smear tabakası oluşturmuş, %9 HEDP, %18 HEDP ve %17 EDTA'nın şelatlama kapasitesini optik mikroskop ile incelemiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda EDTA numunelerinde 60 saniyelik asitleme işleminden sonra smear tabakasının tamamen ortadan kaybolduğu gözlenmiştir. Her iki konsantrasyondaki HEDP numunelerinden smear tabakasının tamamen uzaklaştırılması için 300 saniyelik asitleme işlemi gerektiği bildirilmiştir (112). HEDP zayıf bir şelasyon ajanı olduğundan, smear tabakasını etkin bir şekilde tamamen uzaklaştırılabilmesinin irrigasyon hacmi ve süresinin artırılmasıyla mümkün olduğu kanaatindeyiz.

Ulusoy ve ark.'nın EDTA, etidronik ve perasetik asitlerle final irrigasyonundan sonra nanosertlik değişimi ve kök dentin erozyonunu inceledikleri çalışmalarında %9 HEDP ve %9 HEDP+ %2.5 NaOCl ile irrigate edilen örneklerde peritübüler ve intertübüler erozyon gözlenmiştir (108). Bu çalışmanın sonuçlarına göre HEDP zayıf bir şelasyon ajanı olsa da kök kanallarında eroziv etki gösterebilmektedir. Çalışmamızda dentin duvarlarında harabiyet oluşturmadan smear tabakasının tamamen ortadan kaldırılabilmesi amacıyla düşük konsantrasyonda HEDP solüsyonları (%5, %9) yüksek hacimde kullanılarak etkinlikleri incelenmiştir. Çalışmamızın sonuçlarına göre %5 HEDP, %9 HEDP, %18 HEDP ve %17 EDTA solüsyonları arasında smear tabakası uzaklaştırma etkinliği bakımından anlamlı farklılık bulunmamıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

HEDP'nin farklı konsantrasyonlarının smear tabakası uzaklaştırma etkinliğini incelediğimiz mevcut çalışmanın koşulları ve sınırlamaları dahilinde:

1. %5, %9, %18 HEDP ve %17 EDTA grupları arasında smear tabakası uzaklaştırma etkinliği bakımından fark yoktur.

2. Yalnızca kesitler göz önünde bulundurulduğunda en az smear tabakasının apikal bölgeden uzaklaştırıldığı tespit edilmiştir.

3. HEDP zayıf bir şelasyon ajanı olup smear tabakası uzaklaştırmada EDTA ile benzer etkinlik göstermesi sebebiyle tercih edilebilir.

4. HEDP solüsyonları kendi içinde değerlendirildiğinde %5'lik ve %9'luk HEDP solüsyonları ile %18'lik HEDP solüsyonu arasında smear tabakası uzaklaştırma etkinliği açısından fark yoktur. HEDP'nin bilinen eroziv etkileri ve gelecekte karşılaşılabilecek olası zararları göz önünde bulundurulduğunda daha düşük konsantrasyonun uygun hacim ve sürede kullanımı düşünülebilir.

Kök kanal yıkama solüsyonu olarak HEDP kullanımı ile ilgili daha fazla ve ileri araştırmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKÇA

1. Lester KS, Boyde A. Scanning electron microscopy of instrumented, irrigated and filled root canals. *British Dental Journal* 1977;143(11):359-67.
2. Violich D, Chandler N. The smear layer in endodontics—a review. *International Endodontic Journal*. 2010;43(1):2-15.
3. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2002;94(6):658-66.
4. Ekim Ş, Erdemir A. Endodontide Smear Tabakası ve Kaldırılması Teknikleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Endodontics-Special Topics*. 2015;1(2):31-40.
5. Shahravan A, Haghdoost A-A, Adl A, Rahimi H, Shadifar F. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*. 2007;33(2):96-105.
6. 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. *Clinical Oral Investigations*. 2018;22(2):993-9.
7. Crumpton BJ, Goodell GG, McClanahan SB. Effects on smear layer and debris removal with varying volumes of 17% REDTA after rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*. 2005;31(7):536-8.
8. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. Chelation in root canal therapy reconsidered. *Journal of Endodontics*. 2005;31(11):817-20.
9. Lottanti S, Gautschi H, Sener B, Zehnder M. Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer. *International Endodontic Journal*. 2009;42(4):335-43.

10. Tartari T, Guimarães B, Amoras L, Duarte MAH, Silva e Souza P, Bramante CM. Etidronate causes minimal changes in the ability of sodium hypochlorite to dissolve organic matter. *International Endodontic Journal*. 2015;48(4):399-404.
11. Souza M, Cecchin D, Farina AP, Leite CE, Cruz FF, da Cunha Pereira C, et al. Evaluation of chlorhexidine substantivity on human dentin: a chemical analysis. *Journal of Endodontics*. 2012;38(9):1249-52.
12. Arias-Moliz MT, Ordinola-Zapata R, Baca P, Ruiz-Linares M, Ferrer-Luque CM. Antimicrobial activity of a sodium hypochlorite/etidronic acid irrigant solution. *Journal of Endodontics*. 2014;40(12):1999-2002.
13. 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. *Journal of Dental Research*. 1970;49(6):1359-68.
14. Johnson G, Brännström M. The sensitivity of dentin changes in relation to conditions at exposed tubule apertures. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1974;32(1):29-38.
15. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *Journal of Endodontics*. 1975;1(7):238-42.
16. Abbott P, Heijkoop P, Cardaci S, Hume W, Heithersay G. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *International endodontic journal*. 1991;24(6):308-16.
17. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *Journal of Endodontics*. 1984;10(10):477-83.
18. 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. *International Endodontic Journal*. 1990;23(3):163-71.
19. Gilboe DB, Svare CW, Thayer KE, Drennon DG. Dentinal smearing: an investigation of the phenomenon. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1980;44(3):310-6.

20. Drake DR, Wiemann AH, Rivera EM, Walton RE. Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. *Journal of Endodontics*. 1994;20(2):78-82.
21. Goldberg F, Artaza LP, De Silvio A. Apical sealing ability of a new glass ionomer root canal sealer. *Journal of Endodontics*. 1995;21(10):498-500.
22. Madison S, Krell KV. Comparison of ethylenediamine tetraacetic acid and sodium hypochlorite on the apical seal of endodontically treated teeth. *Journal of Endodontics*. 1984;10(10):499-503.
23. Meryon S, Brook A. Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *International Endodontic Journal*. 1990;23(4):196-202.
24. Williams S, Goldman M. Penetrability of the smeared layer by a strain of *Proteus vulgaris*. *Journal of Endodontics*. 1985;11(9):385-8.
25. Gençoğlu N, Samani S, Günday M. Dentinal wall adaptation of thermoplasticized gutta-percha in the absence or presence of smear layer: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*. 1993;19(11):558-62.
26. White RR, Goldman M, Lin PS. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *Journal of Endodontics*. 1984;10(12):558-62.
27. Louzada LM, Arruda-Vasconcelos R, Duque TM, Casarin RC, Feres M, Gomes BP. Clinical investigation of microbial profile and levels of endotoxins and lipoteichoic acid at different phases of the endodontic treatment in teeth with vital pulp and associated periodontal disease. *Journal of Endodontics*. 2020;46(6):736-47.
28. Garberoglio R, Brännström M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Archives of Oral Biology*. 1976;21(6):355-62.
29. Outhwaite W, Livingston M, Pashley DH. Effects of changes in surface area, thickness, temperature and post-extraction time on human dentine permeability. *Archives of Oral Biology*. 1976;21(10):599-603.

30. Ørstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Dental Traumatology*. 1990;6(4):142-9.
31. Haapasalo M, Ørstavik D. In vitro infection and of dentinal tubules. *Journal of Dental Research*. 1987;66(8):1375-9.
32. Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque C, González-Rodríguez M, Martín-Peinado F, González-López S. Decalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2.5% sodium hypochlorite on root canal dentine. *International Endodontic Journal*. 2008;41(5):418-23.
33. Byström A, Sunqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International Endodontic Journal*. 1985;18(1):35-40.
34. Hasheminia SM, Birang R, Feizianfard M, Nasouri M. A comparative study of the removal of smear layer by two endodontic irrigants and Nd: YAG Laser: a scanning electron microscopic study. *International Scholarly Research Notices*. 2012;2012: 620951-7
35. Byström A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Dental Traumatology*. 1985;1(5):170-5.
36. Lotfi M, Vosoughhosseini S, Saghiri MA, Zand V, Ranjkesh B, Ghasemi N. Effect of MTAD as a final rinse on removal of smear layer in ten-minute preparation time. *Journal of Endodontics*. 2012;38(10):1391-4.
37. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1981;52(2):197-204.
38. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2. *Journal of Endodontics*. 1982;8(11):487-92.

39. 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. *Journal of Endodontics*. 2010;36(9):1580-3.
40. Haapasalo M SY, Qian W, Gao YJDC. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am* 2010;54(2):291-312.
41. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *Journal of Endodontics*. 2010;36(7):1216-21.
42. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of endodontics*. 2004;30(8):559-67.
43. Davis SR, Brayton SM, Goldman M. The morphology of the prepared root canal: a study utilizing injectable silicone. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1972;34(4):642-8.
44. Kaplan A, Picca M, Gonzalez M, Macchi R, Molgatini S. Antimicrobial effect of six endodontic sealers: an in vitro evaluation. *Dental Traumatology*. 1999;15(1):42-5.
45. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International endodontic journal*. 2001;34(3):221-30.
46. Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng YL. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic Topics*. 2005;10(1):103-22.
47. Mobaraki B, Yeşildal Yeter K. Quantitative analysis of SmearOFF and different irrigation activation techniques on removal of smear layer: A scanning electron microscope study. *Microscopy Research Technique*. 2020;83(12):1480-1486.
48. Hargreaves K, Berman L. Cohen' s Pathways of the Pulp Expert Consult, Mosby. Elsevier; 2015:29.

49. Boutsoukis C, Kishen A. Fluid dynamics of syringe-based irrigation to optimise anti-biofilm efficacy in root-canal disinfection. *Roots*. 2012;4:22-31.
50. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic Topics*. 2012;27(1):74-102.
51. Grossman LI, Meiman BW. Solution of pulp tissue by chemical agents. *The Journal of the American Dental Association*. 1941;28(2):223-5.
52. Zehnder MJ. Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*. 2006;32(5):389-98.
53. Alaçam T. Kök Kanallarının İrrigasyonu. Ankara: Fakülteler Kitabevi; 2000;529-88
54. Kaufman AY, Greenberg I. Comparative study of the configuration and the cleanliness level of root canals prepared with the aid of sodium hypochlorite and bis-dequalinium-acetate solutions. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1986;62(2):191-7.
55. Layton CA, Marshall JG, Morgan LA, Baumgartner JC. Evaluation of cracks associated with ultrasonic root-end preparation. *Journal of endodontics*. 1996;22(4):157-60.
56. Dakin HD. On the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. *British Medical Journal*. 1915;2(2852):318.
57. Crane AB. *A Practicable Root-Canal Technic*: Lea & Febiger; 1920:69.
58. Fedorowicz Z, Nasser M, Sequeira-Byron P, de Souza RF, Carter B, Heft M. Irrigants for non-surgical root canal treatment in mature permanent teeth. *Cochrane database of systematic reviews*. 2012(9).
59. Wesselink P, Bergenholtz G. *Treatment of the necrotic pulp*. 2003.

60. Jeanson MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *Journal of Endodontics*. 1994;20(6):276-8.
61. Gomes B, Ferraz C, ME V, Berber V, Teixeira F, Souza-Filho F. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*. 2001;34(6):424-8.
62. Clegg M, Vertucci F, Walker C, Belanger M, Britto L. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. *Journal of Endodontics*. 2006;32(5):434-7.
63. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. 1998;85(1):86-93.
64. Waltimo T, Ørstavik D, Siren E, Haapasalo M. In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *International Endodontic Journal*. 1999;32(6):421-9.
65. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*. 1983;55(3):307-12.
66. Siqueira Jr JF, de Uzeda M. Disinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria. *Journal of Endodontics*. 1996;22(12):674-6.
67. Pashley DH, O'Meara JA, Williams EC, Kepler EE. Dentin permeability: effects of cavity varnishes and bases. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1985;53(4):511-6.
68. Ayhan H, Sultan N, Cirak M, Ruhi M, Bodur H. Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. *International Endodontic Journal*. 1999;32(2):99-102.

69. Moorer W, Wesselink P. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *International Endodontic Journal*. 1982;15(4):187-96.
70. Hand RE, Smith ML, Harrison JW. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*. 1978;4(2):60-4.
71. 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. *Journal of Endodontics*. 2000;26(6):331-4.
72. Gernhardt C, Eppendorf K, Kozlowski A, Brandt M. Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. *International Endodontic Journal*. 2004;37(4):272-80.
73. Macedo R, Verhaagen B, Wesselink P, Versluis M, Van Der Sluis L. Influence of refreshment/activation cycles and temperature rise on the reaction rate of sodium hypochlorite with bovine dentine during ultrasonic activated irrigation. *International Endodontic Journal*. 2014;47(2):147-54.
74. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian Dental Journal*. 2002;13:113-7.
75. McKenna SM, Davies K. The inhibition of bacterial growth by hypochlorous acid. Possible role in the bactericidal activity of phagocytes. *Biochemical Journal*. 1988;254(3):685-92.
76. Barrette Jr WC, Hannum DM, Wheeler WD, Hurst JK. General mechanism for the bacterial toxicity of hypochlorous acid: abolition of ATP production. *Biochemistry*. 1989;28(23):9172-8.
77. Bloomfield SF, Miles GA. The antibacterial properties of sodium dichloroisocyanurate and sodium hypochlorite formulations. *Journal of Applied Bacteriology*. 1979;46(1):65-73.
78. Heling I, Chandler N. Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *International Endodontic Journal*. 1998;31(1):8-14.

79. Pişkin B, Türkün M. Stability of various sodium hypochlorite solutions. *Journal of endodontics*. 1995;21(5):253-5.
80. Alaçam T. Kök Kanallarının İrrigasyonu, Endodonti. Özyurt Matbaacılık: Ankara. 2012:529-88.
81. Mutluay AT, Mutluay M. Sodyum hipoklorit: Endodontide kullanım alanları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2015;25(2).
82. Iandolo A, Abdellatif D, Amato M, Pantaleo G, Blasi A, Franco V, et al. Dentinal tubule penetration and root canal cleanliness following ultrasonic activation of intracanal-heated sodium hypochlorite. *Australian Endodontic Journal*. 2020;46(2):204-9.
83. Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *Journal of Endodontics*. 2005;31(9):669-71.
84. Virdee S, Farnell D, Silva M, Camilleri J, Cooper P, Tomson P. The influence of irrigant activation, concentration and contact time on sodium hypochlorite penetration into root dentine: an ex vivo experiment. *International Endodontic Journal*. 2020;53(7):986-97.
85. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *Journal of Endodontics*. 1987;13(4):147-57.
86. Zach A, Kaufman A. Quantitative evaluation of the influence of dequalinum acetate and sodium hypochlorite on human dentition. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*. 1983;55(5):524-6.
87. Rossi-Fedele G, Doğramacı EJ, Guastalli AR, Steier L, de Figueiredo JAP. Antagonistic interactions between sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA, and citric acid. *Journal of Endodontics*. 2012;38(4):426-31.
88. Homayouni H, Majd NM, Zohrehei H, Mosavari B, Adel M, Dajmar R, et al. The effect of root canal irrigation with combination of sodium hypo-chlorite and chlorhexidine gluconate on the sealing ability of obturation materials. *The Open Dentistry Journal*. 2014;8:184.

89. Zamany A, Safavi K, Spångberg LS. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. 2003;96(5):578-81.
90. Ari H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *Journal of Endodontics*. 2004;30(11):792-5.
91. Kauffman GB. Alfred Werner: Founder of Coordination Chemistry: Springer Science & Business Media; 2013.
92. Ostby N. Chelating in root canal therapy. Ethylene-diamine tetraacetic acid for cleansing and widening of root canals. *Odontol Tidskr*. 1957;65:3-11.
93. Spencer NC, Sunday JJ, Erifeta O, Georgina O, Agbor AA, Esosa US, et al. Comparative stabilizing effects of some anticoagulants on fasting blood glucose of diabetics and non-diabetics, determined by spectrophotometry (glucose oxidase). *Asian Journal of Medical Sciences*. 2011;3(6):234-6.
94. Stewart GG. The importance of chemomechanical preparation of the root canal. *Oral surgery Oral medicine Oral pathology*. 1955;8(9):993-7.
95. 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. *Dentistry Today*. 1994;13(1):50-2.
96. Goldman M, Kronman JH, Goldman LB, Clausen H, Grady J. New method of irrigation during endodontic treatment. *Journal of Endodontics*. 1976;2(9):257-60.
97. Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP. The effectiveness of different acid irrigating solutions in root canal cleaning after hand and rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*. 2006;32(10):993-7.
98. Goldberg F, Spielberg C. The effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*. 1982;53(1):74-7.

99. Şen B, Wesselink P, Türkün M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *International Endodontic Journal*. 1995;28(3):141-8.
100. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. *Journal of Endodontics*. 1980;6(9):740-3.
101. 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. *Journal of Dentistry*. 2016;51:62-8.
102. Yoshida T, Shibata T, Shinohara T, Gomyo S, Sekine I. Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant. *Journal of Endodontics*. 1995;21(12):592-3.
103. Segura JJ, Calvo JR, Guerrero JM, Sampedro C, Jimenez A, Llamas R. The disodium salt of EDTA inhibits the binding of vasoactive intestinal peptide to macrophage membranes: endodontic implications. *Journal of Endodontics*. 1996;22(7):337-40.
104. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International endodontic Journal*. 2003;36(12):810-30.
105. Scelza MFZ, Teixeira AM, Scelza P. Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. 2003;95(2):234-6.
106. Russell R, Rogers M. Bisphosphonates: from the laboratory to the clinic and back again. *Bone*. 1999;25(1):97-106.
107. Neelakantan P, Cheng C, Mohanraj R, Sriraman P, Subbarao C, Sharma S. Antibiofilm activity of three irrigation protocols activated by ultrasonic, diode laser or Er: YAG laser in vitro. *International Endodontic Journal*. 2015;48(6):602-10.

108. Ulusoy Ö, Mantı A, Çelik B. Nanohardness reduction and root dentine erosion after final irrigation with ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acids. *International Endodontic Journal*. 2020;53(11):1549-58.
109. Campello AF, Rodrigues RC, Alves FR, Miranda KR, Brum SC, Mdala I, et al. Enhancing the intracanal antibacterial effects of sodium hypochlorite with etidronic acid or citric acid. *Journal of Endodontics*. 2022;48(9):1161-8.
110. Morago A, Ordinola-Zapata R, Ferrer-Luque CM, Baca P, Ruiz-Linares M, Arias-Moliz MT. Influence of smear layer on the antimicrobial activity of a sodium hypochlorite/etidronic acid irrigating solution in infected dentin. *Journal of Endodontics*. 2016;42(11):1647-50.
111. Paqué F, Rechenberg D-K, Zehnder M. Reduction of hard-tissue debris accumulation during rotary root canal instrumentation by etidronic acid in a sodium hypochlorite irrigant. *Journal of Endodontics*. 2012;38(5):692-5.
112. De-Deus G, Zehnder M, Reis C, Fidel S, Fidel RAS, Galan Jr J, et al. Longitudinal co-site optical microscopy study on the chelating ability of etidronate and EDTA using a comparative single-tooth model. *Journal of Endodontics*. 2008;34(1):71-5.
113. Oatway L, Vasanthan T, Helm JH. Phytic acid. *Food Reviews International*. 2001;17(4):419-31.
114. Nassar M, Hiraishi N, Tamura Y, Otsuki M, Aoki K, Tagami J. Phytic acid: An alternative root canal chelating agent. *Journal of Endodontics*. 2015;41(2):242-7.
115. Mohammadi Z, Jafarzadeh H, Shalavi S, Kinoshita J-I. Unusual Root Canal Irrigation Solutions. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2017;18(5):415-20.
116. Fernandes SL, Tartari T, Bronzato JD, Bramante CM, Vivan RR, Andrade FBd, et al. Use of peracetic acid as irrigating agent in Endodontics. *Dental Press Endod*. 2015;5:56-60.

117. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, et al. A new solution for the removal of the smear layer. *Journal of Endodontics*. 2003;29(3):170-5.
118. Krause TA, Liewehr FR, Hahn C-L. The antimicrobial effect of MTAD, sodium hypochlorite, doxycycline, and citric acid on *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*. 2007;33(1):28-30.
119. Torabinejad M, Shabahang S, Apécio RM, Kettering JD. The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation. *Journal of Endodontics*. 2003;29(6):400-3.
120. Mancini M, Armellini E, Casaglia A, Cerroni L, Cianconi L. A comparative study of smear layer removal and erosion in apical intraradicular dentine with three irrigating solutions: a scanning electron microscopy evaluation. *Journal of Endodontics*. 2009;35(6):900-3.
121. Ali Mozayeni M, Hossein Javaheri G, Poorroosta P, Asna Ashari M, Hossein Javaheri H. Effect of 17% EDTA and MTAD on intracanal smear layer removal: A scanning electron microscopic study. *Australian Endodontic Journal*. 2009;35(1):13-7.
122. 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. *Journal of Endodontics*. 2006;32(11):1091-3.
123. Pappen F, Shen Y, Qian W, Leonardo M, Giardino L, Haapasalo M. In vitro antibacterial action of Tetraclean, MTAD and five experimental irrigation solutions. *International Endodontic Journal*. 2010;43(6):528-35.
124. Russell A, Hammond S, Morgan J. Bacterial resistance to antiseptics and disinfectants. *Journal of Hospital Infection*. 1986;7(3):213-25.
125. Winrow M. Metabolic studies with radiolabelled chlorhexidine in animals and man. *Journal of Periodontal Research*. 1973;8:45-8.
126. Magnusson B, Heyden G. Autoradiographic studies of ¹⁴C-chlorhexidine given orally in mice. *Journal of Periodontal Research*. 1973;8:49-54.

127. Rølla G, Løe H, Rindom Schiött C. The affinity of chlorhexidine for hydroxyapatite and salivary mucins. *Journal of periodontal research*. 1970;5(2):90-5.
128. Turesky S, Warner V, Lin PS, Soloway B. Prolongation of antibacterial activity of chlorhexidine adsorbed to teeth. Effect of sulfates. *Journal of Periodontology*. 1977;48(10):646-9.
129. Hjeljord L, Rølla G, Bonesvoll P. Chlorhexidine–protein interactions. *Journal of Periodontal Research*. 1973;8:11-6.
130. Lima KC, Fava LR, Siqueira Jr JF. Susceptibilities of *Enterococcus faecalis* biofilms to some antimicrobial medications. *Journal of Endodontics*. 2001;27(10):616-9.
131. Okino L, Siqueira E, Santos M, Bombana A, Figueiredo J. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *International Endodontic Journal*. 2004;37(1):38-41.
132. Siqueira Jr JF, Rôças IN, Santos SR, Lima KC, Magalhães FA, de Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *Journal of Endodontics*. 2002;28(3):181-4.
133. Basrani B, Tjäderhane L, Santos JM, Pascon E, Grad H, Lawrence HP, et al. Efficacy of chlorhexidine-and calcium hydroxide-containing medicaments against *Enterococcus faecalis* in vitro. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology, and Endodontology*. 2003;96(5):618-24.
134. Mortenson D, Sadilek M, Flake N, Paranjpe A, Heling I, Johnson J, et al. The effect of using an alternative irrigant between sodium hypochlorite and chlorhexidine to prevent the formation of para-chloroaniline within the root canal system. *International Endodontic Journal*. 2012;45(9):878-82.
135. Rasimick BJ, Nekich M, Hladek MM, Musikant BL, Deutsch AS. Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. *Journal of Endodontics*. 2008;34(12):1521-3.

136. Arslan D, Guneser MB, Dincer AN, Kustarci A, Er K, Siso SH. Comparison of smear layer removal ability of QMix with different activation techniques. *Journal of Endodontics*. 2016;42(8):1279-85.
137. Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *International Endodontic Journal*. 2012;45(4):363-71.
138. Baker NE, Liewehr FR, Buxton TB, Joyce AP. Antibacterial efficacy of calcium hydroxide, iodine potassium iodide, betadine, and betadine scrub with and without surfactant against *E faecalis* in vitro. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology, and Endodontology*. 2004;98(3):359-64.
139. Sirén EK, Haapasalo MP, Waltimo TM, Ørstavik D. In vitro antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine or iodine potassium iodide on *Enterococcus faecalis*. *European Journal of Oral Sciences*. 2004;112(4):326-31.
140. Saatchi M, Hosseini HS, Farhad AR, Narimany T. The effect of various concentrations of iodine potassium iodide on the antimicrobial properties of mineral trioxide aggregate—a pilot study. *Dental Traumatology*. 2012;28(6):474-7.
141. Solovyeva A, Dummer P. Cleaning effectiveness of root canal irrigation with electrochemically activated anolyte and catholyte solutions: a pilot study. *International Endodontic Journal*. 2000;33(6):494-504.
142. Prilutskii V, Bakhir V, Aiu P. The disinfection of water, water-supply systems, tanks and pools by using an electrochemically activated solution of a neutral anolyte. *Voprosy Kurortologii Fizioterapii i Lechebnoi Fizicheskoi Kultury*. 1996(4):31-2.
143. Christensen CE, McNeal SF, Eleazer P. Effect of lowering the pH of sodium hypochlorite on dissolving tissue in vitro. *Journal of Endodontics*. 2008;34(4):449-52.
144. Cameron J. The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. *Journal of Endodontics*. 1983;9(7):289-92.
145. Cheung G, Stock C. In vitro cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonics. *International Endodontic Journal*. 1993;26(6):334-43.

146. Miller M, Truhe T. Lasers in dentistry: an overview. *Journal of the American Dental Association* (1939). 1993;124(2):32-5.
147. Gu L-s, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of Endodontics*. 2009;35(6):791-804.
148. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*. 1977;44(2):306-12.
149. Vinothkumar TS, Kavitha S, Lakshminarayanan L, Gomathi NS, Kumar V. Influence of irrigating needle-tip designs in removing bacteria inoculated into instrumented root canals measured using single-tube luminometer. *Journal of Endodontics*. 2007;33(6):746-8.
150. Van der Sluis L, Gambarini G, Wu M, Wesselink P. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*. 2006;39(6):472-6.
151. Ali NT, El-Boghdadi RM, Ibrahim AM, Amin SAW. Clinical and microbiological effects of ultrasonically activated irrigation versus syringe irrigation during endodontic treatment: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Odontology*. 2021:1-15.
152. Machtou P. Irrigation investigation in endodontics. Paris VII University, Paris, France: Masters thesis. 1980.
153. Caron G. Cleaning efficiency of the apical millimeters of curved canals using three different modalities of irrigant activation: an SEM study. Paris: Paris VII University. 2007.
154. 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. *International Endodontic Journal*. 2008;41(7):602-8.

155. Pitt WG. Removal of oral biofilm by sonic phenomena. *American Journal of Dentistry*. 2005;18(5):345-52.
156. Martin H, Cunningham WT, Norris JP, Cotton WR. Ultrasonic versus hand filing of dentin: a quantitative study. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*. 1980;49(1):79-81.
157. Ahmad M, Ford TP, Crum L, Walton A. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance. *Journal of Endodontics*. 1988;14(10):486-93.
158. Ahmad M, Pittford T, Crum L, Walton A. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance. *International Endodontic Journal*. 2009;42(5):391.
159. Al-Hadlaq SM, Al-Turaiki SA, Al-Sulami U, Saad AY. Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*. 2006;32(12):1181-4.
160. Schäfer E, Zapke K. A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *Journal of Endodontics*. 2000;26(11):660-4.
161. Hülsmann M, Rummelin C, Schäfers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *Journal of Endodontics*. 1997;23(5):301-6.
162. Brannstrom M. Smear layer: pathological and treatment considerations. 1984.
163. Pashley DH. SmearLayer: physiological consideration. *Oper Dent*. 1984;3:13-29.
164. Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *Journal of Endodontics*. 2009;35(7):1056-9.

165. Mohammadi Z, Shalavi S, Yaripour S, Kinoshita J-I, Manabe A, Kobayashi M, et al. Smear layer removing ability of root canal irrigation solutions: a review. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2019;20(3):395-402.
166. Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *International Endodontic Journal*. 2003;36(6):411-5.
167. Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *Journal of Endodontics*. 2002;28(1):17-9.
168. Şen BH, Ertürk Ö, Pişkin B. The effect of different concentrations of EDTA on instrumented root canal walls. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology, and Endodontology*. 2009;108(4):622-7.
169. Serper A, Çalt S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *Journal of Endodontics*. 2002;28(7):501-2.
170. Neelakantan P, Varughese A, Sharma S, Subbarao C, Zehnder M, De-Deus G. Continuous chelation irrigation improves the adhesion of epoxy resin-based root canal sealer to root dentine. *International Endodontic Journal*. 2012;45(12):1097-102.
171. Kamin R, Vikram R, Ashwini P, Vijaylakshmi L, Kumar N. Continuous soft chelation in endodontics. *RGUHS Journal of Dental Sciences*. 2022;14(2).
172. Girard S, Paqué F, Badertscher M, Sener B, Zehnder M. Assessment of a gel-type chelating preparation containing 1-hydroxyethylidene-1, 1-bisphosphonate. *International Endodontic Journal*. 2005;38(11):810-6.
173. De-Deus G, Namen F, Galan Jr J, Zehnder M. Soft chelating irrigation protocol optimizes bonding quality of Resilon/Epiphany root fillings. *Journal of Endodontics*. 2008;34(6):703-5.
174. Sert S, Aslanalp V, Tanalp J. Investigation of the root canal configurations of mandibular permanent teeth in the Turkish population. *International Endodontic Journal*. 2004;37(7):494-9.

175. Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. *Journal of Endodontics*. 2005;31(5):333-40.
176. Chow T. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *Journal of endodontics*. 1983;9(11):475-9.
177. Rôças IN, Provenzano JC, Neves MA, Siqueira Jr JF. Disinfecting effects of rotary instrumentation with either 2.5% sodium hypochlorite or 2% chlorhexidine as the main irrigant: a randomized clinical study. *Journal of Endodontics*. 2016;42(6):943-7.
178. Podar R, Kulkarni GP, Dadu SS, Singh S, Singh SH. In vivo antimicrobial efficacy of 6% *Morinda citrifolia*, *Azadirachta indica*, and 3% sodium hypochlorite as root canal irrigants. *European Journal of Dentistry*. 2015;9(04):529-34.
179. Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *Journal of Endodontics*. 1992;18(12):605-12.
180. Ram Z. Chelation in root canal therapy. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*. 1980;49(1):64-74.
181. Torabinejad M, Johnson WB. Irrigation solution and methods for use. Google Patents; 2003.
182. Takeda FH, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. Efficacy of Er: YAG laser irradiation in removing debris and smear layer on root canal walls. *Journal of Endodontics*. 1998;24(8):548-51.
183. Goel S, Tewari S. Smear layer removal with passive ultrasonic irrigation and the NaviTip FX: a scanning electron microscopic study. *Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. 2009;108(3):465-70.
184. Kfir A, Goldenberg C, Metzger Z, Hülsmann M, Baxter S. Cleanliness and erosion of root canal walls after irrigation with a new HEDP-based solution vs. traditional sodium hypochlorite followed by EDTA. A scanning electron microscope study. *Clinical Oral Investigations*. 2020;24(10):3699-706.

185. Ibrahim L, Khalil H. SEM and energy dispersive X-Ray evaluation of smear layer removal using standard and innovative irrigation protocols: A Comparative In Vitro Study. *Egyptian Dental Journal*. 2021;67:861-9.
186. Espinoza I, Villar AJC, Loroño G, Estevez R, Plotino G, Cisneros R. Effectiveness of XP-Endo Finisher and passive ultrasonic irrigation in the removal of the smear layer using two different chelating agents. *Journal of Dentistry*. 2021;22(4):243.
187. Kuruvilla A, Jaganath BM, Krishnegowda SC, Ramachandra PKM, Johns DA, Abraham A. A comparative evaluation of smear layer removal by using edta, etidronic acid, and maleic acid as root canal irrigants: An in vitro scanning electron microscopic study. *Journal of Conservative Dentistry*. 2015;18(3):247.
188. Ulusoy Öİ, Zeyrek S, Çelik B. Evaluation of smear layer removal and marginal adaptation of root canal sealer after final irrigation using ethylenediaminetetraacetic, peracetic, and etidronic acids with different concentrations. *Microscopy Research and Technique*. 2017;80(7):687-92.
189. Kumar YH, Kumar YR, Chandra A, Tikku AP. A Scanning electron microscopic evaluation of the effectiveness of etidronic acid, SmearClear and MTAD in removing the intracanal smear layer. *Journal of Dentistry Shiraz University*. 2017; 18(2): 118-126
190. Patil PH, Gulve MN, Kolhe SJ, Samuel RM, Aher GB. Efficacy of new irrigating solution on smear layer removal in apical third of root canal: A scanning electron microscope study. *Journal of Conservative Dentistry*. 2018;21(2):190.
191. Mankeliya S, Singhal RK, Gupta A, Jaiswal N, Pathak VK, Kushwah A. A comparative evaluation of smear layer removal by using four different irrigation solutions like root canal irrigants: An in vitro SEM study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2021;22:527-31.
192. Hegde V, Thakkar P. Effect of continuous soft chelating irrigation protocol on removal of smear layer. *Endodontology*. 2019;31(1):63.

8. EKLER



DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
YEREL ETİK KURUL KARARLARI



Protokol No: 2022-30
Tarih: 30.05.2022

TANIMLAYICI BİLGİLER	
Sorumlu Araştırmacı Unvanı / Adı	Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL
Kurumu / Anabilim / Bilim Dalı	Endodonti Anabilim Dalı
Araştırmacı (Protokol) Kodu	2022-30
Yürütücülüğünü Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL'in yaptığı "Farklı konsantrasyonlarda kullanılan etidronik asitin kök kanallarından smear tabakasının uzaklaştırılmasındaki etkinliklerinin karşılaştırılması" başlıklı, 2022-30 Protokol no.lu çalışma Etik Kurulumuz tarafından görüşülmüş olup, Etik Kurallara UYGUN OLDUĞUNA , Oy Çokluğu –Oy Birliği ile karar verilmiştir.	

DİĞER ARAŞTIRMACILAR

No	Unvanı	Adı / Soyadı
1	Dt./ Araştırma Görevlisi	Ezgi İlkay ZENGİN

Görevi	Adı Soyadı	Birimi	Evet	Hayır	İmza
Başkan	Prof. Dr. Köksal BEYDEMİR	Diş.Hek.Fak. Protetik Diş Tedavisi A.D.	✓		
Başkan Yrd.	Prof. Dr. Seher Gündüz ARSLAN	Diş.Hek.Fak. Ortodonti A.D.	✓		
Raportör	Dr. Öğretim Üyesi Nedim GÜNEŞ	Diş.Hek.Fak. Ağız, Diş Ve Çene Cerrahisi A.D	✓		
Üye	Prof. Dr. Ahmet DAĞ	Diş. Hek.Fak. Periodontoloji A.D.	✓		
Üye	Prof. Dr. Sema ÇELENK	Diş.Hek. Fak. Çocuk Diş Kliniği A.D.	✓		
Üye	Prof. Dr. Selahattin ATMACA	Tıp Fak. Mikrobiyoloji A.D	✓		
Üye	Prof. Dr. M. Zülküf AKDAĞ	Tıp Fak. Biyofizik A.D.	✓		
Üye	Prof. Dr. Hasan AKKOÇ	Tıp Fak. Farmakoloji A.D.			
Üye	Dr. Öğretim Üyesi Ersin UYSAL	D.Ü. Teknik Bilimler Meslek Yük. Okulu	✓		
Üye	Dr. Öğretim Üyesi Elif Pınar BAKIR	Diş.Hek.Fak. Restoratif Diş Tedavisi A.D			
Üye	Av. Evin DAŞ	D.Ü Hukuk Müşavirliği	✓		

9. ORJİNALLİK RAPORU

FARKLI KONSANTRASYONLARDA KULLANILAN ETİDRONİK
ASİTİN KÖK KANALLARINDAN SMEAR TABAKASININ
UZAKLAŞTIRILMASINDAKİ ETKİNLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

ORJİNALLİK RAPORU

% 18	% 17	% 3	% 3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%8
2	acikerisim.dicle.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%5
3	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	%1
4	acikerisim.kku.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
5	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	<%1
6	Submitted to Gaziantep Aniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
7	Submitted to Ufuk Universitesi Öğrenci Ödevi	<%1
8	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	<%1

10. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Ezgi İlkay ZENGİN

Yabancı Dil: İngilizce

Eğitim Durumu

<u>Derece</u>	<u>Kurum</u>
Lise	Hacı Fatma Erdemir Anadolu Lisesi (2009-2013)
Lisans	Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2013-2018)
Uzmanlık Eğitimi	Dicle Üniv. Diş Hek. Fak. Endodonti AD (2020-2023)