



T.C.  
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

FARKLI SICAKLIKLARDAKİ İRRİGASYON SOLÜSYONLARININ  
SMEAR TABAKASI KALDIRMA ETKİNLİKLERİNİN VE  
SİTOTOKSİSİTELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hazırlayan  
Fevzi BÜYÜKGEBİZ

Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti AnaBilim Dalı  
Uzmanlık Tezi

Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Hakan GÖKTÜRK

TOKAT – 2016

FARKLI SICAKLIKLARDAKİ İRRİGASYON SOLÜSYONLARININ  
SMEAR TABAKASI KALDIRMA ETKİNLİKLERİNİN VE  
SİTOTOKSİSİTELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tezin Kabul Ediliş Tarihi: 18 / 11 / 2016


Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

Başkan : Doç. Dr. Uğur İNAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. İsmail ÖZKOÇAK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hakan GÖKTÜRK

İmzası

Bu tez, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yönetim Kurulunun  
25/10/2016 tarih ve 18/06 sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul  
edilmiştir.

  
Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN  
Dekan V.  
Mühür  
İmza

T.C.

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI'NA

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu, bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçlara atıf yaptığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

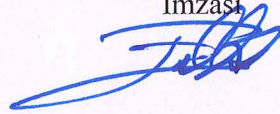
(14/11/2006.)

Tezi Hazırlayan Öğrencinin

Adı ve Soyadı

..... Feri BÜYÜK GÖRİZ

İmzası



## TEŞEKKÜR

Uzmanlık öğrenimim boyunca desteğini ve hoşgörüsünü esirgemeyen, bilgisini ve tecrübesini benimle paylaşan, değerli hocam ve danışmanım Yrd. Doç. Dr. Hakan GÖKTÜRK' e;

Akademik katkılarıyla yol gösteren, her zaman her konuda ilgisini ve desteğini hissettiğim, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım kıymetli hocalarım Prof. Dr. Ali Altuğ BIÇAKÇI, Yrd. Doç. Dr. İsmail ÖZKOÇAK, Yrd. Doç. Dr. Fatma AYTAÇ, Yrd. Doç. Dr. Hüda Melike Bayram, Yrd. Doç. Dr. Emre BAYRAM'a;

Çalışma boyunca fikir ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. İsmail ÖZKOÇAK ve asistan arkadaşım Velid Ünsal ve değerli hocam

Yrd. Doç. Dr. Osman DEMİR'e;

Bir arada çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm sevgili asistan arkadaşlarım ve personelimize;

Tüm yaşamımda sevgi ve destekleriyle yanımda olan, özveri ve sabırla beni yetiştirerek bugünlere gelmemi sağlayan anne ve babama, her türlü maddi ve manevi desteklerinden

dolayı tüm sevdiklerime,

sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Dt. Fevzi BÜYÜKGEBİZ

## ÖZET

### Farklı Sıcaklıklardaki İrrigasyon Solüsyonlarının Smear Tabakası Kaldırma Etkinliklerinin Ve Sitotoksitelerinin Değerlendirilmesi

**Amaç:** %17'lik Etilen diamin tetraasetik asit (EDTA), %7'lik Maleik asit (MA), %10'luk Sitrik asit (CA) ve %2,25'lik Parasetik asit (PAA) solüsyonlarının oda sıcaklığı (22 °C) ve vücut sıcaklığında (37 °C) smear tabakası kaldırma etkinlikleri ile sitotoksitelerini karşılaştırmaktır.

**Önemi:** Kök kanalı içerisinde aynı kullanım amacına sahip olan irrigasyon solüsyonlarının farklı sıcaklıklardaki etkilerinin ve hücrelerde oluşan toksik etkilerinin değişmesi beklenmektedir.

**Yöntem:** Kök kanalı içerisinde smear kaldırma etkinliğini incelemek amacıyla 10 grupta toplam 120 adet tek köklü alt çene küçük azı dişi seçildi (n=12). 22 °C (oda sıcaklığında) ve 37 °C'deki (vücut sıcaklığında) %17'lik EDTA, %7'lik MA, %10'luk CA, %2,25'lik PAA ve serum fizyolojik kök kanalları içerisindeki smear tabakasını uzaklaştırmak amacıyla uygulandı. SEM cihazı altında alınan görüntülerle smear uzaklaştırma etkinlikleri belirlendi.

**Hücre kültürü testi;** 22 °C ve 37 °C'deki %17'lik EDTA, %7'lik MA, %10'luk CA, %2,25'lik PAA ve serum fizyolojik solüsyonlarının insan periodontal ligament fibroblast (hPDLF) hücreleri üzerindeki sitotoksik etkileri XTT analizi ile 0, 6, 12, 24 saatlik kısa ve 1, 3, 5, 7 günlük uzun dönem periyotlarında değerlendirildi.

SEM analizi verilerinin istatistiksel değerlendirmesi Kruskal–Wallis ve Bonferroni Correction Mann Whitney U testi ile gerçekleştirildi ( $p<0.05$ ). Sitotoksitelerinin istatistiksel değerlendirilmesi için ANOVA testi ve Bonferroni doğrulaması kullanıldı ( $p<0.05$ )

Bulgular: Smear tabakası uzaklaştırma etkinliği bakımından kök kanalının koronal ve orta bölgesinde; 22 °C'deki ve 37 °C'deki EDTA, MA ve CA arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken ( $p>0,05$ ), PAA ve serum fizyolojik solüsyonlarına göre smear tabakasını daha iyi uzaklaştırdığı belirlendi ( $p<0,05$ ). Kök kanalının apikal bölgesinde MA solüsyonu en etkin smear tabakası uzaklaştırma etkinliği gösterdi. 22 °C ve 37 °C'deki EDTA, CA ve PAA solüsyonları 0, 6, 12, 24 saatlik kısa dönem ve 1, 3, 5, 7 günlük uzun dönem periyotlarında hPDLF hücresi yaşayabilirlik değerlerinde azalma gösterirken, 22 °C'deki ve 37 °C'deki MA 0, 6, 12, 24 saatlik kısa dönem ve 1, 3 günlük uzun dönem periyotlarında (5 ve 7 günlük uzun dönem periyodu hariç) hPDLF hücresi yaşayabilirlik değerlerinde artış gösterdi.

Sonuç: Çalışmamızda kullanılan solüsyonların sıcaklık değişimi solüsyonların sitotoksitesinde ve smear tabakası uzaklaştırma etkinliklerinde bir değişikliğe neden olmamıştır.

Anahtar kelimeler: Smear tabakası, EDTA, Maleik Asit, Sitrik Asit, Sitotoksosite

## ABSTRACT

### Evaluation of Effectiveness of Smear Layer Removal and Cytotoxicity of Various Irrigation Solutions in Different Temperatures

**Aim:** The aim of this study is to compare effectiveness of smear layer removal and cytotoxicity of 17% EDTA, 7% MA, 10% CA, 2,25% PAA irrigation solutions at room temperature (22 °C) and body temperature (37 °C).

**Significance:** It is expected to observe different toxic effects and smear layer removal capacity when the irrigation solutions which are used with the same purpose used in different temperatures.

**Methods:** A total of 120 single-rooted mandibular premolars in 10 groups selected to investigate the effectiveness of smear layer removal in root canal (n=12). 17% EDTA, 7% MA, 10% CA, 2,25% PAA and saline irrigation solutions at room temperature (22 °C) and body temperature (37 °C) were applied in order to remove the smear layer in root canal. SEM images of the specimens were evaluated in regard to the effectiveness of smear layer removal of the irrigation solutions.

The cytotoxic effects of 17% EDTA, 7% MA, 10% CA, 2,25% PAA and saline irrigation solutions at room temperature (22 °C) and body temperature (37 °C) on human periodontal ligament fibroblast cells (hPDLF) were examined in short time (0, 6, 12, 24 hours) and long term (1, 3, 5, 7 days) periods by XTT method via cell culture method.

Statistical evaluation of SEM analysis data was performed using the Kruskal–Wallis and Bonferroni Correction Mann– Witney U-test ( $p < 0.05$ ). Statistical evaluation of cytotoxicity data was performed using ANOVA and Bonferroni Correction ( $p < 0.05$ ).

Results: The smear layer removal efficiency in the coronal and middle third root canal regions at 22 °C and 37 °C statistical difference was observed better than PAA and saline solutions ( $p < 0.05$ ) whereas there was not a significant difference amongst EDTA, MA and CA solutions ( $p > 0.05$ ). In the apical third MA had the most effective smear layer removal efficiency. The hPDLF cell survival rates of MA were increased at 22 °C and 37 °C for 0, 6, 12, 24 h short time periods and 1, 3 day (except 5 and 7 day) long time periods whereas the hPDLF cell survival rates of EDTA, CA and PAA solutions were decreased at 22 °C and 37 °C for 0, 6, 12, 24 h short time periods and for 1, 3, 5, 7 days long time periods.

Conclusion: The changing temperature of the solution used in our study did not cause an alteration in smear layer removal capacity and the activity of cytotoxicity of solutions.

Key Words: Smear layer, EDTA, Maleic acid, Citric acid, Cytotoxicity



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK SÖZLEŞME.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	4
2.1. Smear Tabakası.....	4
2.2. Smear Tabakasının Önemi.....	5
2.3. Smear Tabakası Kaldırılmalı Mı?.....	6
2.4. Smear Tabakası Kaldırma Yöntemleri.....	7
2.4.1. Kimyasal Ajanlar.....	7
2.4.1.1. Şelasyon Ajanları.....	7
2.4.1.1.1. EDTA – NaOCl birlikteliği.....	7
2.4.1.1.2. Sitrik asit solüsyonu.....	10
2.4.1.2. Organik asitler.....	11
2.4.1.2.1. Maleik asit.....	11
2.4.1.2.2. Perasetik asit.....	12
2.4.1.3. MTAD.....	13
2.4.1.4. Tetraclean.....	14
2.4.1.5. QMix.....	15
2.4.2. Kanal İçi Fırçalar.....	15
2.4.3. Kanal İçi İğneler.....	16

2.4.3.1. Fırça kaplı iğneler.....	17
2.4.3.2. Ucu kapalı, yandan delikli iğneler.....	17
2.4.4. Basınç Değiştiren Sistemler.....	18
2.4.4.1. RinsEndo sistemi.....	19
2.4.4.2. EndoVac.....	19
2.4.2.3. Ultrasonik ve sonik yöntemler.....	20
2.4.2.3.1. Pasif ultrasonik irrigasyon.....	20
2.4.2.3.2. Sonik aktivasyon.....	22
2.4.5. Multisonik sistemler.....	22
2.4.5.1. GentleWave.....	22
2.4.6. XP-endo finisher.....	23
2.4.7. Lazer yöntemleri.....	24
2.4.7.1. Fotonla İndüklenmiş Foto Akustik Titreşim (PIPS) .....	24
2.4.7.2. Diode lazer.....	25
2.4.7.3. Er: YAG lazer.....	25
2.4.7.4. Nd: YAG lazer.....	26
2.5. BİYOUYUMLULUK.....	27
2.5.1. Hücre Kültürü.....	28
2.5.2. Hücre Kültürlerinde Kullanılan Hücreler.....	29
2.5.3. Sitotoksitenin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler.....	30
2.5.3.1 MTT analizi.....	30
2.5.3.2. WST-1 analizi.....	30
2.5.3.3. XTT analizi.....	31
3. YÖNTEM .....	32

3.1. Deney Kurgusu.....	32
3.2. SEM Analizi.....	41
3.3. Hücre Kültürü ve Sitotoksosite Analizi (XTT Analizi).....	44
3.3.1. Hücre kültürünün hazırlanması.....	44
3.3.2. XTT analizi ve hücre canlılık tayini.....	51
3.4. İstatistiksel analiz.....	53
4. BULGULAR VE YORUM.....	55
4.1. Kullanılan İrrigasyon Solüsyonlarının Smear Tabakası Üzerindeki Etkisine Ait Sonuçlar.....	55
4.2. Kullanılan İrrigasyon Solüsyonlarının Sitotoksosite İncelemesine Ait Sonuçlar.....	82
5. TARTIŞMA.....	92
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	110
KAYNAKLAR.....	112
EKLER.....	132
EK-1.....	132
EK-2.....	133
ÖZGEÇMİŞ.....	135

## TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1: 96 kuyucuklu plakaya yerleşim biçimi.....	49
Tablo 4.1 : Çalışmada kullanılan irrigasyon solüsyonlarının smear tabakası uzaklaştırma etkinliği.....	56
Tablo 4.2 : SEM incelemesi sonrası grupların istatistik değerlendirmesi.....	81
Tablo 4.3 : Zaman periyotlarına göre hücre canlılık oranlarının ortalama $\pm$ SD, minimum ve maksimum değerleri.....	84
Tablo 4.4 : Grupların farklı zaman periyotlarındaki hücre canlılığı ortalama $\pm$ SD, minimum ve maksimum değerleri.....	89

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1: Kök uzunlukları 16 mm olacak şekilde dişlerin kronlarının uzaklaştırılması.....	32
Şekil 3.2: Çalışmada kök kanalının çalışma boyunu belirlemek için kullanılan K-file kök kanal aleti .....	33
Şekil 3.3: Çalışmada kullanılan Reciproc 25 ve Reciproc 40 kök kanal aleti .....	34
Şekil 3.4: Çalışmada kullanılan ucu kapalı yandan delikli irrigasyon iğnesi.....	34
Şekil 3.5: Kök kanalının preparasyonu sırasında kullanılan %5'lik NaOCl solüsyonu.....	35
Şekil 3.6: Kök kanal preparasyonu sonrası oluşan smear tabakası görünümü .....	35
Şekil 3.7: Çalışmada kullanılan sırasıyla %17'lik EDTA, %7'lik MA, %10'luk CA, %2,25'lik PAA solüsyonları .....	36
Şekil 3.8: 22 °C'de (oda sıcaklığında) etüvde bekletilen solüsyonlar.....	37
Şekil 3.9: 37 °C'de (vücut sıcaklığında) etüvde bekletilen solüsyonlar ve dişler.....	38
Şekil 3.10: Bir kesici kullanılarak iki parçaya ayrılmış diş.....	41
Şekil 3.11: Çalışmada kullanılan altın kaplama cihazının görüntüsü.....	42
Şekil 3.12: Çalışmada kullanılan altın ile kaplanmış dişlerin görünümü.....	42
Şekil 3.13: Çalışmada kullanılan SEM cihazının görüntüsü.....	43
Şekil 3.14: Çalışmanın gerçekleştirildiği laminar kabin alanı.....	44
Şekil 3.15: Çalışmada kullanılan DMEM besiyeri .....	45
Şekil 3.16: Çalışmada pasajlanan hücrelerin bekletildiği etüv .....	46
Şekil 3.17: HPDLF hücrelerinin sayımı sırasındaki ışık mikroskobu görüntüsü.....	47
Şekil 3.18: Çalışmada kullanılan 96 kuyucuklu polietilen plaka.....	48
Şekil 3.19: 0. saatte XTT solüsyonu uygulandıktan sonraki 96 kuyucuklu plakanın görünümü.....	52
Şekil 3.20: Çalışmamızda kullanılan mikropilaka okuyucu (Organon Teknika Microwell system).....	53

Şekil 4.1: 22 °C'deki serum fizyolojik ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	57
Şekil 4.2: 22 °C'deki serum fizyolojik ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	58
Şekil 4.3: 22 °C'deki serum fizyolojik ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	58
Şekil 4.4: 37 °C'deki serum fizyolojik ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	59
Şekil 4.5: 37 °C'deki serum fizyolojik ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	60
Şekil 4.6: 37 °C'deki serum fizyolojik ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	60
Şekil 4.7: 22 °C'deki %17'lik EDTA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	61
Şekil 4.8: 22 °C'deki %17'lik EDTA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	62
Şekil 4.9: 22 °C'deki %17'lik EDTA ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	62
Şekil 4.10: 22 °C'deki %17'lik EDTA ile 1 dk yıkama sonucu oluşan koronal bölgedeki dentin erozyonu.....	63
Şekil 4.11: 37 °C'deki %17'lik EDTA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	64
Şekil 4.12: 37 °C'deki %17'lik EDTA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	64
Şekil 4.13: 37 °C'deki %17'lik EDTA ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	65
Şekil 4.14: 37 °C'deki %17'lik EDTA ile 1 dk yıkama sonucu oluşan koronal bölgedeki dentin erozyonu.....	65

Şekil 4.15: 22 °C'deki %7'lik MA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	66
Şekil 4.16: 22 °C'deki %7'lik MA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	67
Şekil 4.17: 22 °C'deki %7'lik MA ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	67
Şekil 4.18: 22 °C'deki %7'lik MA ile 1 dk yıkama sonucu oluşan dentin erozyonu.....	68
Şekil 4.19: 37 °C'deki %7'lik MA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	69
Şekil 4.20: 37 °C'deki %7'lik MA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	69
Şekil 4.21: 37 °C'deki %7'lik MA ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	70
Şekil 4.22: 37 °C'deki %7'lik MA ile 1 dk yıkama sonucu oluşan dentin erozyonu.....	70
Şekil 4.23: 22 °C'deki %10'luk CA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	71
Şekil 4.24: 22 °C'deki %10'luk CA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	72
Şekil 4.25: 22 °C'deki %10'luk CA ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	72
Şekil 4.26: 22 °C'deki %10'luk CA ile 1 dk yıkama sonucu oluşan dentin erozyonu.....	73
Şekil 4.27: 37 °C'deki %10'luk CA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	74
Şekil 4.28: 37 °C'deki %10'luk CA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	74
Şekil 4.29: 37 °C'deki %10'luk CA ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	75
Şekil 4.30: 37 °C'deki %10'luk CA ile 1 dk yıkama sonucu oluşan dentin erozyonu.....	75

Şekil 4.31: 22 °C'deki %2,25'lik PAA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	76
Şekil 4.32: 22 °C'deki %2,25'lik PAA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	77
Şekil 4.33: 22 °C'deki %2,25'lik PAA ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	77
Şekil 4.34: 37 °C'deki %2,25'lik PAA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	78
Şekil 4.35: 37 °C'deki %2,25'lik PAA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	79
Şekil 4.36: 37 °C'deki %2,25'lik PAA ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü.....	79
Şekil 4.37: 22 °C ve 37 °C'deki %17'lik EDTA solüsyonunun zaman periyotlarına göre hücre canlılığı (%) yüzdesi.....	86
Şekil 4.38: 22 °C ve 37 °C'deki %7'lik MA solüsyonunun zaman periyotlarına göre hücre canlılığı (%) yüzdesi.....	87
Şekil 4.39: 22 °C ve 37 °C'deki %10'luk CA solüsyonunun zaman periyotlarına göre hücre canlılığı (%) yüzdesi.....	87
Şekil 4.40: 22 °C ve 37 °C'deki %2,25'lik PAA solüsyonunun zaman periyotlarına göre hücre canlılığı (%) yüzdesi.....	88
Şekil 4.41: 22 °C ve 37 °C'deki serum fizyolojik solüsyonunun zaman periyotlarına göre hücre canlılığı (%) yüzdesi.....	89



## KISALTMALAR LİSTESİ

**NaOCl:** Sodyum hipoklorid

**EDTA:** Etilen diamin tetraasetik asit

**MA:** Maleik asit

**CA:** Sitrik asit

**PAA:** Parasetik asit

**SEM:** Scanning electron microscope

**µm:** Mikrometre

**ml:** Mililitre

**mm:** Milimetre

**dk:** Dakika

**g:** Gram

**nm:** Nanometre

**j:** Joule

**mj:** Milijoule

**W:** Watt

**CHX:** Klorheksidin

**EA:** EndoActivator

**EV:** EndoVac

**kHz:** Kilohertz

**PUI:** Pasif ultrasonik irrigasyon

**PIPS:** Fotonla indüklenmiş fotoakustik titreşim

**Nd:YAG:** Neodymium: yttrium-aluminum-garnet

**Er: YAG:** Erbium:yttrium-aluminium-garnet

**GW:** GentleWave

**Ni-Ti:** Nikel Titanyum

**ISO:** Uluslararası Standartlar Organizasyonu

**hPDLF:** İnsan Periodontal Ligament Fibroblast Hücresi

**MTT:** 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-difenil tetrazolium bromid

**WST-1:** 2-[4-iodophenyl]-3,3-[4-nitrophenyl]-5-[2,4-disulfophenyl]-2H tetrazolium monosodium salt

**XTT:** 2,3-bis[2-Methoxy-4-nitro-5-sulfophenyl]-2H-tetrazolium -5-carboxanilide inner salt

**DMEM:** Dulbecco's Modified Minimal Essential Medium

**FBS:** Fetal sığır serumu

**UV:** Ultraviyole

**pH:** Ortamın asiditesi

**rpm:** Dakikadaki devir sayısı



## 1. GİRİŞ

Başarılı bir endodontik tedavi; kök kanal sisteminde bulunan organik ve inorganik diş yapılarının, periapikal dokular açısından enfeksiyon riski taşıyan tüm mikroorganizmaların ve toksik ürünlerin uzaklaştırılmasından sonra, ideal temizleme ve şekillendirme işlemlerinin gerçekleştirilerek kök kanalının hermetik olarak üç boyutlu bir şekilde doldurulmasını kapsamaktadır (D. Arslan, 2013).

Endodontik tedavinin en önemli safhalarından birisi kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesidir. Kök kanallarının kemomekanik olarak preparasyonu sırasında kök kanal duvarındaki dentin tübüleri arasında ve dentin tübüllerinin uzantılarında oluşan düzensiz tabakaya smear tabakası adı verilmektedir. Bu tabaka dentin debrislerini, canlı ve cansız pulpa doku artıklarını, bakteriler ve bakterilerin metabolik artıkları gibi organik ve inorganik materyalleri içeren, nekrotik ve potansiyel nekrotik dokulardan oluşmaktadır (Torabinejad, Handysides, Khademi, & Bakland, 2002).

Düzensiz bir yapıya sahip olan smear tabakası; sağlam dentin ile dolum materyali arasında bir bariyer oluşturur ve dentin tübüllerine kanal patının penetrasyonunu engeller, mikrosızıntıyı artırır ve rezin esaslı materyallerin bağlanma dayanımını azaltır (Prado, 2011). Çoğu araştırmacı kök kanal dolgusu ve kanal duvarı arasında sıkı bir bağlanma için, smear tabakanın kaldırılması gerektiğine inanmaktadır (Gençoğlu, Samani, & Günday, 1993; Gutmann, 1993; White, Goldman, & Lin, 1987; Prado, 2011). Smear tabakasının organik kısmını kaldırmak için sodyum hipoklorid (NaOCl) kullanılırken, inorganik kısmını uzaklaştırmak için farklı solüsyonlar kullanılmaktadır. Bu amaca yönelik en yaygın kullanılan kimyasal Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA)'dır (O'Connell, Morgan, Beeler, & Baumgartner, 2000). Crumpton ve ark. (2005) %17'lik EDTA'nın 1 dakika (dk) kullanımı ile smear tabakasının etkin bir şekilde kaldırıldığını göstermiştir (Crumpton, Goodell, &

McClanahan, 2005). Ancak, bir başka çalışmada kanalın dar olan apikal kısmında daha az etkin olduğu bulunmuştur (Patterson, 1963). Kanalın apikal kısmında optimum sonuçlar elde etmek için uzun uygulama zamanları gerekmektedir (Goldberg & Spielberg, 1982). Bununla birlikte %17'lik EDTA'nın 1 dk'dan daha fazla radiküler dentinle teması; peritübüler ve intertübüler dentinin erozyonuna neden olmakta ve dentin mikrosertliğini de azaltmaktadır (Ballal, Kandian, Mala, Bhat, & Acharya, 2009). EDTA'nın bu gibi dezavantajları nedeniyle araştırmacılar yeni irrigasyon solüsyonlarına yönelmişlerdir.

Adeziv diş hekimliğinde asit ortam oluşturucu olarak kullanılan maleik asit (MA), zayıf bir organik asittir (Wieczkowski, Yu, Davis, & Joynt, 1991). Restoratif diş hekimliğinde asit-etching olarak kullanıldığında, smear tabakası kaldırma kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir (Erickson, 1992; Wieczkowski, Yu, Davis, & Joynt, 1991). Prabhu ve ark. (2003) MA'nın %7'den daha yüksek konsantrasyonlarda kullanıldığında, intertübüler dentine hasar verdiğini bulmuşlardır (Prabhu, Rahim, Bhat, & Mathew, 2003). Zayıf bir organik asit olan sitrik asit (CA) flep operasyonu sonrası sementogenezisi arttırmak, iyileşmeyi hızlandırmak ve normal bir periodontal ataçman rejenerasyonu için enstrumentasyon ve periodontal hastalık sonucu değişmiş kök yüzeyine uygulanmıştır (Di Lenarda, Cadenaro, & Sbaizero, 2000). Wayman ve ark. (1979) %10'luk CA ve %2,5'lik NaOCl'in kullanımını, smear tabakası kaldırmada çok efektif bir yaklaşım olarak bildirmişlerdir (Wayman, Kopp, Pinero, & Lazzari, 1979). Parasetik asit (PAA); antibakteriyel, sporosidal, antifungal ve antiviral özelliklerinin yanında güçlü bir dezenfektan olarak bilinmektedir (McDonnell & Russell, 1999). Yapılan bir çalışmada %2,25'lik PAA solüsyonunun smear tabakası kaldırmada etkili olduğunu gösterilmiştir ve kök kanal duvarlarında %17'lik EDTA ile smear kaldırma etkinliğinde karşılaştırılabilir sonuçlar elde edilmiştir (Lottanti, Gautschi, Sener, & Zehnder, 2009).

Bir maddenin ağız içerisinde kullanıma uygun olabilmesi için insan vücuduna toksik etkisinin bulunmaması gerekmektedir. Kök kanalı içerisinde kullanılan maddelerin biyouyumluluğunu araştırmak ve oluşturacakları sitotoksik etkileri azaltmak önemlidir. Biyouyumu olmayan maddeler değişik doku reaksiyonlarının gelişmesine sebep olabilir (Hanks, Wataha, & Sun, 1996).

EDTA'nın biyouyumluluğu çeşitli çalışmalarda farklı konsantrasyonlarda araştırılmıştır. Patterson çalışmasında; EDTA solüsyonunun farklı konsantrasyonlarının intramüsküler enjeksiyonundaki doku reaksiyonlarını incelemiştir ve EDTA'nın konsantrasyonunun artırılması ile oluşan inflamasyonda artış gözlemlemiştir (Patterson, 1963). Silveira ve ark. (1994) canlı boya sızıntısı tekniğini kullanarak %15'lik EDTA'nın irritasyon potansiyelini araştırmışlar ve çok fazla irritasyon gözlemlemiştir (Silveira, Tavares, & Soares, 1994). Ayrıca, benzer şekilde birçok çalışmada da %17'lik EDTA'nın sitotoksik etkisi bildirilmiştir (Koulaouzidou, Margelos, Beltes, & Kortsaris, 1999; Serper, Çalt, Doğan, Guc, & Özgedik, 2001; Malheiros, 2005; Ballal, Kundabala, Bhat, Rao & Rao, 2009). Bu bulgular; yaygın olarak kullanılan ajan olan EDTA'nın yerine kök kanal sisteminden smear kaldırmada alternatif bir ajan ve/veya sıcaklık kullanılmasını gerekli kılmaktadır.

EDTA, MA, CA, PAA solüsyonlarının biyolojik etkileri ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Ancak, EDTA, CA, MA, PAA solüsyonlarının in vitro sitotoksik etkilerini karşılaştıran çok az çalışma vardır (Marins, Sassone, Fidel, & Ribeiro, 2012; Navarro-Escobar, González-Rodríguez, & Ferrer-Luque, 2010). Literatürde bu dört asit solüsyonunun sıcaklık değişimlerinin sitotoksitelerine etkisini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu tez çalışmasının amacı; %17'lik EDTA, %7'lik MA, %10'luk CA, %2,25 PAA ve serum fizyolojik solüsyonlarının oda sıcaklığı (22 °C) ve vücut sıcaklığında (37 °C) smear kaldırma etkinlikleri ile sitotoksitelerini in vitro koşullarda karşılaştırmaktır.

## 2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

### 2.1. SMEAR TABAKASI

Kök kanallarının kemomekanik olarak genişletilmesi sırasında kök kanal duvarında ve dentin tübüllerinin uzantılarında smear tabakası meydana gelmektedir. Bu tabaka dentin debrislerini, canlı ve cansız pulpa doku artıklarını, bakteriler ve bakterilerin metabolik artıkları gibi organik ve inorganik materyalleri içeren, nekrotik ve potansiyel nekrotik dokulardan oluşmaktadır (Torabinejad,2002). Smear tabakasını ilk olarak Eick ve ark. (1970) taramalı elektron mikroskopu (Scanning Electron Microscope, SEM) bağlantıları ile elektron mikroprobları kullanılarak 0,5 – 1,5 mikrometre ( $\mu\text{m}$ )’den daha az boyutta değişen parçacıklardan oluştuğunu göstermişler (Eick, Wilko, Anderson, & Sorensen, 1970). Brännström ve Johnson (1974) kavite preparasyonu sırasında oluşan ince bir smear tabakası varlığını SEM altında tespit etmişlerdir (Brännström & Johnson, 1974). Dentin tübülleri içerisine birkaç  $\mu\text{m}$  ilerleyebildiğini ve 2 - 5  $\mu\text{m}$  kalınlığında olabileceğini göstermişlerdir (Violich & Chandler, 2010). McComb ve Smith (1975) ise eğeleme işlemi yapılan kök dentininde smear tabakası oluşumunu gösterdiği ilk günden bu yana, bu fenomen endodonti araştırmalarında önemli bir yer tutmuştur (McComb & Smith, 1975).

Smear tabakasını derin ve yüzeysel olmak üzere iki katman oluşturmaktadır. Derin katman 6 - 40  $\mu\text{m}$ ’ye kadar dentin tübüllerinin içine girer ve kuvvetli bir şekilde adaptasyon sağlar. Yüzeysel katman ise, 1 - 5  $\mu\text{m}$  kalınlığında oluşmaktadır. Yüzeysel katman dentin yüzeyine zayıf bir şekilde bağlanır ve çok kolay bir şekilde uzaklaştırılır (Mader, Baumgartner, & Peters, 1984).

Smear tabakası kök kanallarının genişletilmesi esnasında dentin duvarının yüzeyel bölümlerinin kopması, kanaldaki diğer artık içeriklerle birleşmesi ve yüzeye sıvanması ile kesme ve aşındırma yapan aletlerin kanal duvarlarına temas ettiği bölgelerde görülmektedir.

Cengiz ve ark. (1990) dentin tübüllerindeki smear materyalinin penetrasyonunu; dentin tübülleri ve materyal arasındaki adeziv bağlantının bir sonucu olarak, kapiller etki kaynaklı olabileceğini açıklamışlardır (Cengiz, Aktener, & Piskin, 1990). Tübüllere sıkışma olgusunu açıklayan bu kapiller etki hipotezi; endodontik enstrümantasyon sırasında kanaldaki yüzeyi aktifleştiren reaktifler kullanıldığında, penetrasyonun 110 µm'ye artabileceğini gösteren Aktener ve ark. (1989) tarafından gözlenmiştir (Aktener, Cengiz, & Pişkin, 1989).

Smear tabakasının kalınlığını ve içeriğini çeşitli faktörler etkileyebilmektedir (Gilboe, Svare, Thayer, & Drennon, 1980).

- Tedavi esnasında kullanılan kanal aletlerinin şekli, yapısı ve keskinliği
- Dentin yüzeyinin ıslak ya da kuru kesilmesi
- Egeleme esnasında uygulanan kuvvet
- Uygulanılan irrigasyon solüsyonunun çeşidi ve uygulama yöntemi

## 2.2. SMEAR TABAKASININ ÖNEMİ

Bazı araştırmacılar; smear tabakası varlığının, dentin tübüllerini tıkaması ve dentin geçirgenliğini azaltarak bakteriyel geçişi engellemesi sebebiyle endodontik tedavinin başarı oranı artışını desteklediğine inanmışlardır. Smear tabakası varlığının, dentin tübüllerine bakteriyel invazyonu veya dentin tübüllerinden bakteriyel geçişi durdurabileceğini bildirmişlerdir (Diamond & Carrel, 1983; Michelich, Schuster, & Pashley, 1980; D. Pashley, Michelich, & Kehl, 1981; Safavi, Spngberg, & Langeland, 1990).

Diğer araştırmacılar ise smear tabakanın kaldırılmasına odaklanmışlardır. Brännström (1983) ve Pérez-Heredia ve ark. (2008) smear tabakasının mikroorganizmalara besi yeri olduğuna ve onların kolonizasyonunu desteklediğine belirtmişlerdir (Brännström, 1983; Pérez- Heredia, Ferrer- Luque, González- Rodríguez, Martín- Peinado, & González- López, 2008). Bazı araştırmacılar; smear tabakanın; dentindeki bakteri ve mikroorganizmaların dezenfeksiyonu için kullanılan kanal irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini geciktirdiğini veya engellediğini bildirmişlerdir (Byström & Sunvqvist, 1985; Ørstavik & Haapasalo, 1990). Bir başka çalışmada; smear tabakası kaldırıldıktan sonra kök kanal patınının kök kanal duvarına daha iyi bağlandığı gösterilmiştir (Hasheminia, Birang, Feizianfard, & Nasouri, 2012). Violich ve Chandler (2010) smear tabakasının; apikal ve koronal mikrosızıntı, tübüllere bakteri penetrasyonu, kök kanal malzemelerinin adaptasyonu üzerinde etki gösterdiği için kaldırılması gerektiğini düşünmüşlerdir (Violich & Chandler, 2010).

### 2.3. SMEAR TABAKASI KALDIRILMALI MI?

Smear tabakası kaldırılmalı mı yoksa bırakılmalı mı sorusu tartışmalıdır (Drake, Wiemann, Rivera, & Walton, 1994; Shahravan, Haghdoost, Adl, Rahimi, & Shadifar, 2007). Bazı araştırmacılar smear tabakasının; apikal ve koronal mikrosızıntı (Chailertvanitkul, Saunders, & MacKenzie, 1996; Goldberg, Artaza, & De Silvio, 1995; Madison & Krell, 1984), tübüllere bakteri penetrasyonu (Meryon & Brook, 1990; D. H. Pashley, 1984; Williams & Goldman, 1985), kök kanal materyalinin adaptasyonu (Gençoğlu, Samani, & Günday, 1993; Gutmann, 1993; White, Goldman, & Lin, 1987) üzerindeki olumlu etkilerini değerlendirirken; bazıları da onun kaldırılması gerektiğini düşünmüşlerdir (Garberoglio & Brännström, 1976; Outhwaite, Livingston, & Pashley, 1976; D. H. Pashley, 1985).



Smear tabakasının öngörülemez çapa ve hacme sahip olması, bakteri ve nekrotik doku içermesi, 40 µm derinliğe kadar tübüler penetrasyon gösterebildiğinden dezenfeksiyon ajanlarının optimum penetrasyonunu sınırlandırması, kök kanal duvarı ve dolun materyali arasında bir bariyer oluşturması, zayıf bağlanan bir yapı olduğundan sızdırma potansiyeli olması nedeniyle çoğu araştırmacı tarafından kök kanalı içerisinde uzaklaştırılması gerektiği düşünülmüştür (Garberoglio & Brännström, 1976; Outhwaite, Livingston, & Pashley, 1976; D. H. Pashley, 1985).

## 2.4. SMEAR TABAKASI KALDIRMA YÖNTEMLERİ

### 2.4.1. Kimyasal Ajanlar

#### 2.4.1.1. Şelasyon Ajanları

Şelasyon; organik maddeler ile metal iyonları arasında oluşan halka şeklinde bağlantılardır. Kompleks bir yapıya sahiptirler. Şelatörler, iyonları inaktive etme ve bağlanma özelliğinden dolayı geniş bir alanda kullanılmaktadırlar (Hülsmann, Heckendorff, & Lennon, 2003).

##### 2.4.1.1.1. EDTA – NaOCl Birlikteliği

EDTA;  $(HO_2CCH_2)_2NCH_2CH_2N(CH_2CO_2H)_2$  formülüne sahip bir şelasyon ajanıdır. Bu aminoasit; üç değerlikli ve iki değerlikli metal iyonlarını ayırmada yaygın olarak

kullanılır. EDTA; 4 karboksilat ve 2 amino grubu ile metallere bağlanır. EDTA; etilen diamin ve klorasetik asit bileşiminde hazırlayan Ferdinand Munz tarafından ilk defa 1935'te tanımlanmıştır. Günümüzde ise EDTA; etilen diamin, formaldehid ve sodyum siyanürden sentez edilmektedir (Mohammadi, Shalavi, & Jafarzadeh, 2013).

EDTA; renksiz, suda çözünebilen bir poliaminokarboksilik asittir. Kireç birikintisini çözmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Hexadentate (metal iyonuna bağlanma özelliği) ve şelasyon ajanı olarak rol oynaması sebebiyle kullanılmaktadır.  $Ca^{+2}$  ve  $Fe^{+3}$  gibi metal iyonlarını ayırma yeteneğine sahiptir. EDTA'ya maruz bırakıldıktan sonra solüsyonda metal iyonları arta kalır ve tekrardan reaksiyona girmesi azalır (Mohammadi, Shalavi, & Jafarzadeh, 2013).

EDTA, dentindeki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girmekte ve çözünebilir kalsiyum iyonları oluşturmaktadır. EDTA'nın dentin dekalsifikasyonu gösterdiği ve dentin tübüllerini açtığı belirlenmiştir (Mohammadi, Shalavi, & Jafarzadeh, 2013).

Wu ve ark. (2012) 1 mililitre (ml) %17'lik EDTA'yı 1 dk uygulayarak herhangi bir irrigasyon aktivasyon işlemi kullanmadan gerçekleştirdiği çalışmada; %17'lik EDTA'nın smear uzaklaştırma etkinliğini, 1 ml %20'lik CA ve 1 ml MTAD'dan daha başarılı bulmuşlardır (Wu, Mu, Deng, Zhang, & Zhou, 2012).

NaOCl, kök kanallarından smear içerisindeki organik tabakanın uzaklaştırılmasında kullanılırken, EDTA ise inorganik kısmını uzaklaştırmak için kullanılmaktadır. NaOCl ve EDTA beraber kullanımı ile kök kanallarından smear tabakasının etkili şekilde uzaklaştırıldığı ve etkin kök kanal dezenfeksiyonu sağlandığı gösterilmiştir (Mohammadi, Shalavi, & Jafarzadeh, 2013). Irala ve ark. (2010) NaOCl'in EDTA ve CA'in smear kaldırma ve kalsiyum şelasyonu yeteneklerini azaltmadığını bulmuşlardır (Irala, Graziotin-Soares, Salles, Munari, & Pereira, 2010). Saquy ve ark. (1994) %17'lik EDTA - distile su kombinasyonu ve %17'lik

EDTA - %0,5'lik NaOCl kombinasyonunu standardize edilmiş dentin disklerinde kullanarak kalsiyum şelasyon yeteneğini değerlendirmiş ve NaOCl içeren solüsyonda daha fazla kalsiyum şelasyonu meydana geldiğini bulmuştur (Saquy, Maia Campos, Sousa Neto, Guimarães, & Pécora, 1994). Başka bir çalışma ise, NaOCl'in EDTA'nın kalsiyum şelasyonu yeteneği üzerinde olumlu etkisinin az olduğunu göstermişlerdir (Mohammadi, Shalavi, & Jafarzadeh, 2013).

*Sıvı Şelasyon Ajanları:*

- *EDTAC*: %15'lik EDTA ile dietil triamin penta asetik asitin bileşiminden oluşmaktadır.
- *CALCINASE*: Saf su, sodyum hidroksit ve %17'lik sodyum asetat içermektedir.
- *REDTA*: %17'lik EDTA solüsyonuna 9.25 ml 5 mol sodyum hidroksit, 100 ml distile su ve 0.84 g setremittin eklenmesiyle elde edilmektedir.
- *CDTA*: Sikloheksan -1 ile 2-diamintetra asetik asitin karıştırılmasıyla elde edilen %1'lik solüsyondur
- *EDTA-T*: %17'lik EDTA solüsyonuna sülfat tergentol ve lauril eterin karıştırılmasıyla elde edilir.
- *EGTA*: Amino etil eter ile tetra asetik asitten meydana gelmektedir.
- *HYPaque*: %5'lik NaOCl, hypaque ve %17'lik EDTA içeren bir solüsyondur.
- *DECAL*: %4,6 amonyum oksit asetat, %0,06 setremitten ve %5,3'lük oksil asetat karışımından meydana gelmektedir.
- *TUBULUCİD PLUS*: 0,5 g benzalkoniumklorit, fosfat tamponları, 100 g distile su, 1,5 g amfoterik, %50 CA ve 3 g disodyum EDTA dihidrat karışımından oluşturulur.
- *LARGAL ULTRA* : %15'lik EDTA; sodyum hidroksit ve %0.75'lik setremitten oluşmaktadır.

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

#### *Visköz Şelasyon Ajanları:*

- *FILE CARE EDTA*: %15'lik EDTA solüsyonuna %10'luk üre peroksit eklenmesiyle oluşan bir şelasyon ajanıdır.
- *FILE-EZE*: %19'luk EDTA içermektedir.
- *GLYDE FILE*: Sıvı solüsyonun içine %10'luk üre peoksit ile %15'lik EDTA katılmasıyla elde edilmektedir.
- *RC-PREP*: %15'lik EDTA, %10'luk üre peroksit ve glikolden meydana gelen visköz bir şelasyon ajanıdır.
- *CALSİNASE SLİDE*: %58'lik distile su ve %15'lik EDTA karışımından oluşmaktadır.

#### *2.4.1.1.2. Sitrik Asit Solüsyonu*

Bir şelasyon ajanı olan CA; iyonlaşmadan çözünebilen bir şelat olarak metallerle tepkime göstermektedir. Periodontal doku hastalıkları sebebiyle etkilenmiş kök yüzeylerine uygulanmaktadır (Hennequin & Douillard, 1995). Kimyasal stabilitesi iyi olmakla beraber, fakültatif ve zorunlu anaeroblara karşı antimikrobiyal özellik göstermektedir. Kök kanal irrigasyon solüsyonu olarak CA kullanımının sebebi; smear tabakasının inorganik bileşenlerini kaldırma kapasitesinden ve dentini dekalsifiye etme kapasitesinden kaynaklanmaktadır (Di Lenarda, Cadenaro, & Sbaizero,2000).

CA, smear kaldırmak için %1'den %50' ye değişen konsantrasyonlarda kullanılmıştır (Khedmat & Shokouhinejad, 2008). Wayman ve ark. (1979) %10'luk CA ve %2,5'lik NaOCl

in kullanımını, smear tabakası kaldırmada çok efektif bir yaklaşım olarak bildirmişlerdir (Wayman, Kopp, Pinero, & Lazzari,1979). Di Lenarda ve ark. (2000) %10'luk CA ve %15'lik EDTA'nın smear tabakası kaldırma yeteneklerinin benzer olduğunu göstermişlerdir (Di Lenarda, Cadenaro, & Sbaizero,2000). Hariharan ve ark. (2010) daimi dişlerin kök kanallarında çeşitli irrigasyonların smear kaldırma etkinliklerini incelediği çalışmada; %6'lık CA'in daimi dişlerin kök kanallarındaki dentin tübüllerinin normal yapısını etkilemeksizin smear tabakasını en iyi şekilde kaldırdığını göstermiştir. İki dk boyunca 10 ml %10'luk EDTA + 10 ml %5.25'lik NaOCl kombinasyonunun, smear tabakasını kaldırmasının yanında dentin tübüllerinin yapısına zarar verdiği de gösterilmiştir (Hariharan, Nandlal, & Srilatha, 2010).

Turk ve ark. (2015) %2,5'lik CA ile %5'lik EDTA ve %5'lik borik asitin smear kaldırma etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmada, %2,5'lik CA'in smear kaldırma etkinliğini en yüksek bulmuşlardır. Ancak; %2,5'lik CA solüsyonunu en fazla dentin erozyonu gösteren grup olarak da belirlemişlerdir (Turk, Kaval, & Şen, 2015).

#### *2.4.1.2. Organik Asitler*

##### *2.4.1.2.1. Maleik Asit*

Adeziv diş hekimliğinde asit ortam oluşturucu olarak kullanılan MA, zayıf bir organik asittir (Wieczkowski, Yu, Davis, & Joynt, 1991). Restoratif diş hekimliğinde asit-etching olarak kullanıldığında, smear tabakası kaldırma kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir (Erickson, 1992; Wieczkowski, Yu, Davis, & Joynt, 1991). Bugüne kadar; kök kanal sisteminden smear tabakasının kaldırılmasında MA'in farklı konsantrasyonlarını %2,5 – 5 – 7

– 10 – 15 değerlendiren çok az çalışma vardır. Prabhu ve ark. (2003) MA'in %7'den daha yüksek konsantrasyonlarda kullanıldığında, intertübüler dentine hasar verdiğini bulmuşlardır (Prabhu, Rahim, Bhat, & Mathew,2003). Ballal ve ark. (2009) %2,5'lik NaOCl uygulamasının ardından 1 dk %7'lik MA uygulamasını kök kanal sisteminin dezenfeksiyonunun zor olduğu bölge olan apikal üçlüde smear kaldırılmada etkin bir son irrigasyon solüsyonu olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca; orta ve koronal üçlüdeki smear kaldırma etkinliğini %17'lik EDTA ile benzer bulmuşlardır (Ballal, Kandian, Mala, Bhat, & Acharya,2009). Bir başka çalışmada %5'lik MA'in 1 dk'lık kullanımıyla kök kanal sisteminden smear tabakasının kaldırılmasında Nd: YAG lazerden (Fotona Fidelis Plus, Ljubljana, Slovenya, dalga boyu 1.064 nm, güç çıkışı 2 w, atım enerjisi 120 mj/pulse, atım frekansı 15 Hz, 40 saniyelik periyotta apikal foramenle koronale doğru 300 µm'lik optik fiber uç ile 15 saniyelik aralıklarla her biri 10 saniyelik 4 atım uygulandığında) daha etkin olduğu gösterilmiştir (Hasheminia, Birang, Feizianfard, & Nasouri, 2012).

Ulusoy ve Görgül (2013) %17'lik EDTA, %7'lik MA, MTAD, Smear Clear ve %5'lik NaOCl solüsyonlarının kökün orta ve koronal üçlüsünde smear kaldırma etkinliklerinin benzer olduğunu, apikal üçlüsünde ise %7'lik MA'in daha etkili olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte; %7'lik MA'in dentin mikro sertliğini daha fazla azalttığı tespit edilmiştir (Ulusoy & Görgül, 2013).

#### 2.4.1.2.2. *Parasetik Asit*

Bilinen en güçlü dezenfektanlardan biri olan PAA; antibakteriyel, sporsidal, antifungal ve antiviral özelliklerinin yanında güçlü bir dezenfektan olarak bilinmektedir (Gaddala, Veeramachineni, & Tummala, 2015). Günümüzde PAA solüsyonları; veterinerlikte,

su arıtmada, besin endüstrisinde ve ısıya duyarlı medikal alet ve cihazlarının dekontaminasyonunda sıklıkla kullanılmaktadır (De-Deus, Souza, Marins, Reis, Paciornik, & Zehnder, 2011). Ayrıca, PAA besin yüzeylerinde oluşan biyofilm tabakasını kaldırmada da kullanılmaktadır (Park, Cheon, Park, Chung, Choi, Ryu, & Kang, 2012). %1'lik NaOCl ve %17'lik EDTA kombinasyonu ile %1'lik NaOCl ve %2,25'lik PAA kombinasyonları smear kaldırma etkinlikleri açısından kök kanallarında benzer etkiler göstermişlerdir (Lottanti, Gautschi, Sener, & Zehnder, 2009). Başka bir çalışmada ise; %0,5'lik PAA solüsyonu 60 saniye uygulandığında, %17'lik EDTA ve %2,25'lik PAA solüsyonu ile benzer smear kaldırma etkinliği göstermiştir (De-Deus, Souza, Marins, Reis, Paciornik, & Zehnder, 2011).

#### 2.4.1.3. MTAD

Tetrasiklin izomeri (doksisisiklin), asit (CA) ve deterjan (Tween 80) karışımı olan MTAD (BioPure, Dentsply, TulsaDental, Tulsa, OK); aynı anda hem inorganik smear tabakası kaldırılmasında hem de kök kanal dezenfeksiyonunda inovatif bir yaklaşım olarak sunulan bir son yıkama solüsyonu olarak üretilmiştir (Torabinejad, Khademi, Babagoli, Cho, Johnson, Bozhilov, & Shabahang, 2003). MTAD'ın smear tabakasını etkin şekilde kaldırdığı ve konvansiyonel endodontik irrigantlara direnç gösteren mikroorganizmaları elimine ettiği ve antimikrobiale aktivitesini sürdürdüğü bildirilmiştir (Shabahang, Pouresmail, & Torabinejad, 2003; Torabinejad, Khademi, Babagoli, Cho, Johnson, Bozhilov, & Shabahang, 2003; Torabinejad, Shabahang, Aprecio, & Kettering, 2003). Bu yüzden; MTAD potansiyel bir kök kanal smear kaldırma ajanı olarak kullanılmaktadır (Zia, Andrabi, Bey, Kumar, & Fatima, 2014). Kumar ve ark. (2015) MTAD'ı güncel irrigasyon solüsyonları (%3 NaOCl, %17 EDTA ve %2 klorheksidin (CHX) ile karşılaştırmışlardır ve kök kanal sisteminin tüm

bölümlerini (koronal, orta ve apikal) en iyi şekilde temizlediğini ve smear tabakasını kaldırdığını tespit etmişlerdir. Yapılan SEM analizleri sonucunda son irrigant olarak MTAD kullanımını rutin kök kanal tedavilerinde özellikle kök kanalının apikal bölümünün en iyi şekilde dezenfekte edilmesi ve smear tabakası uzaklaştırılması için önerilmektedir (Kumar, Prasad, Darawade, Bhagat, Narayana, & Darawade,2015). Smear tabakanın kaldırılmasında her kök kanalı için son irrigant olarak 2 dk 5 ml MTAD kullanımı önerilmektedir (Lotfi, Vosoughhosseini, Saghiri, Zand, Ranjkesh, & Ghasemi,2012). EDTA ve MTAD'ın sıcaklık artışı smear kaldırma etkinliğini de etkilemektedir. EDTA ve MTAD'ın 25 °C ve 37 °C de kullanımı, kök kanalının apikal seviyesinde smear tabakasının uzaklaştırılmasında 4 °C'deki kullanımından daha etkin bulunmuştur (Çiçek & Keskin, 2015).

#### 2.4.1.4. *Tetraclean*

Tetraclean (Tetraclean; Ognal Laboratori Farmaceutici, İtalya); CA ve antibiyotik karışımı esaslı yeni bir irrigasyon solüsyonu olarak üretilmiştir. Enstrumante edilmiş kök kanallarının yüzeyinde son irrigant olarak kullanıldığında deterjan etki göstermesi amaçlanmıştır. MTAD ve Tetraclean; doksisisiklinin farklı konsantrasyonlarına (MTAD için 150 mg / 5 ml, Tetraclean için 50 mg / 5 ml) ve farklı tipte deterjan içeriğine (MTAD için Tween 80, Tetraclean için polipropenil glikol) sahiptir (Poggio, Dagna, Colombo, Rizzardi, Chiesa, Scribante, & Alberti,2012). Tetraclean, kök kanal preparasyonu sonrası son irrigant olarak 4 dk kullanıldığında enfekte kök kanalı dentin tübüllerindeki mikroorganizmaların ve smear tabakasının uzaklaştırılmasına yardımcı olduğu bulunmuştur (Giardino, Ambu, Becce, Rimondini, & Morra, 2006). Poggio ve ark. (2010) 4 ml Tetraclean'i son irrigasyon solüsyonu olarak 1 dk kullandığında, smear tabakasını kaldırmada başarılı bir solüsyon olarak göstermişlerdir. Dentin yapısında değişikliklere sebep olmadığını bildirmişlerdir. SEM



görüntüleri, açık dentin tübülleri ve smear tabakası yokluğu sebebiyle temiz kanal duvarları oluştuğunu göstermişlerdir (Poggio, Dagna, Chiesa, Bianchi, Arciola, Visai, & Giardino, 2010).

#### 2.4.1.5. *QMix*

Yeni bir irrigasyon solüsyonu olan *QMix*'in (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, ABD); hem smear tabakasını kaldırdığı hem de antimikrobial olduğu bilinmektedir. Deneysel antimikrobial kök kanal irrigantı olan (*QMix*); bisquanid antimikrobial ajanı (CHX), poliaminokarboksilik asit kalsiyum - şelasyon ajanı (EDTA), salin (deiyonize su) ve sürfaktan karışımını içermektedir (Dai, Khechen, Khan, Gillen, Loushine, Wimmer, Tay,2011). *QMix* bir temizleme solüsyonudur ve hasta başında karıştırılmadan kullanıma hazır şekilde saklanır. EDTA ve CHX karışımının beyaz kalıntılar oluşturduğu bilinmektedir (Rasimick, Nekich, Hladek, Musikant, & Deutsch, 2008). Ancak; *QMix*' in kimyasal dizaynından dolayı bunun önüne geçilmiştir. CHX içeriğine rağmen, *QMix* ile NaOCl karışımında herhangi bir çökeltme olmadığı ve solüsyonun kahverengi renge dönmediği bildirilmiştir (Stojicic, Shen, Qian, Johnson, & Haapasalo, 2012). Başlangıç irrigasyonu olarak NaOCl kullanımı sonrasında düz kök kanallarında tüm kök kanalı boyunca kanal duvarlarından smear kaldırmada, *QMix*; %17'lik EDTA kadar efektif bulunmuştur (Dai, Khechen, Khan, Gillen, Loushine, Wimmer, Tay,2011). Bir başka çalışmada; 5 dk *QMix* uygulamasının, 5 dk EDTA uygulaması ile karşılaştırılması sonucunda; smear kaldırma etkinliği bakımından eş değerde olduğu gösterilmiştir (Stojicic, Shen, Qian, Johnson, & Haapasalo,2012).

#### 2.4.2. Kanal İçi Fırçalar

Kök kanallarında kullanılan irrigasyon fırçaları, solüsyonun kök kanalına gönderilmesinde ve/veya aktive edilmesinde yardımcı bir fonksiyon görmektedir. Kanal duvarlarından debris uzaklaştırmak için tasarlanmış yardımcı aletlerdir. Bu enstrumanlar, solüsyonun kök kanalında daha derinlere nüfuz etmesine yardımcı olarak kullanılmaktadır. Ancak; kök kanallardaki düzensizlikler fırçanın kıllarının kopmasına sebep olabilir ve fırça kılları radyolüsent olduğundan bu durum klinisyen tarafından kolaylıkla tespit edilemeyebilir (Gu, Kim, Ling, Choi, Pashley, & Tay,2009).

CanalBrush (Coltene Whaledent, Langenau, Almanya); endodontik bir mikrofırça olarak son zamanlarda kanal içinde kullanılmaktadır. Yüksek esnekliğe sahip mikrofırça yapısı propilen maddesinden bir bütün olarak oluşturulmuştur ve döner hareketle kanal içerisinde manuel olarak da kullanılabilir. Ancak; kanal içerisinde 600 rpm dönüş hızında kullanıldığında daha fazla etkin olduğu gösterilmiştir (Gu, Kim, Ling, Choi, Pashley, & Tay,2009). Singh ve ark. (2014) CanalBrush ve EndoActivator'ün (EA) (Dentsply, Tulsa, ABD) kök kanallarından smear kaldırma etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmada, CanalBrush'ı kök kanallarının koronal ve apikal kısımda daha etkili bulurken, orta bölümde EA'ü etkin bulmuşlardır (Singh, Chandra, Tikku, & Verma, 2014). da Costa Lima ve ark. (2015) ise CanalBrush'ı 600 rpm'de çalışma uzunluğunda 30 saniye kullanarak smear kaldırma etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarında, ultrasonik yöntem ve Nd:YAG lazere göre yetersiz bulmuşlardır (da Costa Lima, Aguiar, Câmara, Alves, dos Santos, & do Nascimento,2015).

#### 2.4.3. Kanal İçi İğneler

Kök kanallarındaki irrigasyonun etkinliğini arttırmak için kullanılan özel enjektör sistemleridir.

#### 2.4.3.1. Fırça Kaplı İğneler:

NaviTip FX irrigasyon iğnesi (Ultradent Products Inc, South Jordan, ABD); son yıllarda üretilmiş olan NaviTip FX, fırçalarla kaplı 30 Guageluk irrigasyon enjektör iğnesi olarak dizayn edilmiştir. Zmener ve ark. (2009) çalışmasında; %5,25'lik NaOCl ve %17'lik EDTA solüsyonlarını pasif irrigasyonla kullanmak yerine NaviTip FX ile kullandıklarında smear tabakası kök kanallarından daha etkin şekilde kaldırıldığını tespit etmişlerdir (Zmener, Pameijer, Serrano, Palo, & Iglesias, 2009). Ribeiro ve ark. (2012) çalışmasında kök kanalındaki smear tabakanın kaldırılmasında ultrasonik yöntem ve EndoVac (EV) ajitasyon sistemlerini NaviTip FX irrigasyon iğnesinden daha etkin bulmuştur (Ribeiro, Silva-Sousa, Souza-Gabriel, Sousa-Neto, Lorencetti, & Silva,2012). Ahuja ve ark. 'nın (2014) yaptığı çalışmada da bu bulgular desteklenmiştir (Ahuja, Nandini, Ballal, & Velmurugan, 2014). Goel ve ark. (2009) kök kanallarındaki smear tabakasının kaldırılmasında pasif ultrasonik irrigasyon (PUI) ve NaviTip FX arasında bir farklılık bulamamışlardır. Aynı çalışmada PUI'nun sıcaklık artışı oluşturması ve NaviTip FX'in kullanımı kolaylığı sebebiyle klinikte NaviTip FX kullanımı tavsiye edilmiştir (Goel & Tewari, 2009).

#### 2.4.3.2. Ucu Kapalı, Yandan Delikli İğneler:

Max-i Probe enjeksiyon iğnesi (Dentsply Rinn, York, PA, ABD); manuel dinamik irrigasyonun, statik irrigasyondan daha efektif olduğu önceki çalışmalarla açıklanmıştır (T. Y.

Huang, Gulabivala, & Ng, 2008). Max-i Probe; ucu kapalı ve yandan deliği bulunan, apeksten taşma riski olmaksızın apikal üçlüde irrigasyon solüsyonunun dağılımını sağlayan bir iğnedir (Kahn, Rosenberg, & Gliksberg, 1995). Yıkama yardımıyla kanaldan bakteri ve debrislerin dışarı çıkışını sağlamak için bir girdap oluşturacak şekilde dizayn edilmiştir. Bu sayede; konvensiyonel iğnelerle karşılaştırıldığında periapikal dokulardaki solüsyonun kazara apikalden taşma riski minimize edilmiştir (Vinothkumar, Kavitha, Lakshminarayanan, Gomathi, & Kumar, 2007). Kumar ve ark.'nın (2015) çalışmasında; Max-i probe iğnesi çalışma uzunluğundan 1 mm geride konumlandırılarak, NaOCl ve EDTA solüsyonları kanal içerisine gönderildiğinde, smear tabakası kaldırmada ucu açık iğnelerle yapılan irrigasyondan daha iyi sonuçlar elde edilmesine rağmen Max-i Prob iğnesini, EV ve EA ile gerçekleştirilen irrigasyon yöntemleri kadar efektif bulunmamıştır (Kumar, Bahuguna, & Manan, 2015).

#### 2.4.4. Basınç Değiştiren Sistemler

Kök kanalından debrislerin ve smear tabakasının uzaklaştırılabilmesi için konvensiyonel enjeksiyon iğnesi ile yapılan irrigasyon işlemi sırasında irrigasyon solüsyonlarının kanal duvarları ile doğrudan temas etmesi istenmektedir. İğnenin ucu apikal kısımdan uzakta yerleştirildiğinde apikal kısımdaki hava sıkışmasından dolayı solüsyonun apikal kısma yeterince ulaşması mümkün olmayacaktır (Senia, Marshall, & Rosen, 1971). Diğer yandan; iğne ucu apikal foramene çok yaklaştırıldığında kök ucundan irrigasyon solüsyonunun taşma riski de artacaktır. İrrigasyon solüsyonunun apeksten taşması sonucunda periapikal dokularda ciddi hasarlar oluşabilmektedir (Hülsmann & Hahn, 2000). İrrigasyon işlemi ile birlikte aspirasyon yaparak oluşan basıncın değişmesine olanak sağlayan cihazlar bu

sorun için bir çözüm yolu olarak düşünülmektedir (Gu, Kim, Ling, Choi, Pashley, & Tay,2009).

#### 2.4.4.1. *RinsEndo Sistemi (Dürr Dental GmbH&Co KG, Bietigheim-Bissingen, Almanya)*

RinsEndo irrigasyon sistemi; kanal içine uygulanan irrigasyon solüsyonunun aktivasyonu (1,6 Hz) için yıkama - emme teknolojisini kullanarak 6,2 ml/dk yıkama oranıyla solüsyonların dağıtımını gerçekleştirir (Hauser, Braun, & Frentzen, 2007; McGill, Gulabivala, Mordan, & Ng, 2008). Caron ve ark. (2010) Rinsendo irrigasyon sistemini her kanal için 1 dk boyunca %17'lik EDTA ardından 30 saniye boyunca %3'lük NaOCl solüsyonunu aktive etmek için kullanmışlar, çalışma sonucunda smear kaldırma etkinliğini sonik aktivasyondan (EA) daha kötü bulmuşlardır (Caron, Nham, Bronnec, & Machtou, 2010). Negatif basınçlı sistemler olan Cleanmax ve EV sistemleri irrigasyon solüsyonunun apikalden taşmasını önlerken en yüksek sıvı taşma miktarı pozitif basınçlı RinsEndo grubunda gözlenmiştir. RinsEndo grubunda görülen bu taşma miktarının klinik kullanımda ne kadar belirgin olacağı bilinmese de cihazının klinik kullanımında dikkatli olunması önerilmektedir (Caron, Nham, Bronnec, & Machtou, 2010).

#### 2.4.4.2. *EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA, ABD )*

EV sistem; kök kanal sisteminin apikal uçlüsüne irrigantları daha iyi dağıtmak, negatif basınç irrigasyon mekanizmasıyla da debrisleri kaldırmak amaçlı dizayn edilmiş apikalde negatif bir basınç oluşturan irrigasyon cihazıdır (Schoeffel, 2008).

EV irrigasyon tekniği; en az 35 numara 0.04 veya daha büyük taper açısıyla genişletilmiş kök kanallarında kullanılmaktadır. Apikal bölgelerdeki daralımlarda küçük deliklerin tıkanmasını önlemek için makrokanül ile iyi bir irrigasyon yapılmadan ve büyük smear artıkları temizlenmeden mikrokanül kullanılmamalıdır (Desai & Himel, 2009).

Ahmetoglu ve ark. (2014) EV sistemini, PUI ve geleneksel iğne irrigasyonu yöntemleri ile karşılaştırdığında; EV sisteminin kök kanalının apikal üçlüsünde en fazla miktarda smear tabakası uzaklaştırdığını bulmuştur. Ancak, EV sistemi kök kanal sisteminden smear tabakasını tamamen uzaklaştıramamıştır (Ahmetoglu, Keles, Yalcin, & Simsek, 2014).

Akyuz Ekim ve Erdemir (2015) çalışmasında fotonla indüklenmiş fotoakustik titreşim (PIPS) tekniğini smear tabakası kaldırmada en etkin teknik olarak belirtirken; PUI, EV, neodmium: yttrium-aluminum-garnet (Nd:YAG) lazer ve erbium:yttrium-aluminium-garnet (Er: YAG) lazer arasında anlamlı bir fark bulamamıştır. Ayrıca; tüm sistemler, geleneksel iğne irrigasyonu ve diode lazerden daha yüksek smear kaldırma etkinliği göstermiştir (Akyuz Ekim & Erdemir, 2015).

#### 2.4.2.3. *Ultrasonik ve Sonik Yöntemler*

##### 2.4.2.3.1. *Pasif Ultrasonik İrrigasyon*

İlk defa Weller ve ark. (1980) (Weller, Brady, & Bernier, 1980) tarafından açıklanan PUI yöntemi; ultrasonik aktive edilmiş aletin kullanılması ile kök kanalında akustik bir titreşim oluşturarak, irrigasyon solüsyonunun kanalda enerji yüklü olarak hareket etmesini sağlar (Klyn, Kirkpatrick, & Rutledge, 2010). Kök kanal temizliğinin daha iyi olabilesi için irrigasyon solüsyonlarının kök kanal duvarlarına daha iyi nüfuz etmesi gerekmektedir. PUI

ise, hem kök kanalında oluşmuş olan endodontik biyofilmi bozmakta hem de kök kanal duvarları boyunca irrigasyon solüsyonlarının daha iyi penetre olmasını kolaylaştırmaktadır (Gu, Kim, Ling, Choi, Pashley, & Tay,2009). Çalışma uzunluğundan 1 mm geride 1 dk boyunca 5 kez ultrasonik cihazın irrigasyon solüsyonunu aktif hale getirmek için kullanıldığı Mancini ve ark.'nın (2013) çalışmasında; kök apeksinden 5 ve 8 mm uzaklıkta smear kaldırma etkinliklerinin karşılaştırıldığı EV ve EA arasında bir farklılık gözlenmezken, apeksten 1 ve 3 mm uzaklıkta ise EV sisteminin smear tabakası uzaklaştırma üstünlüğü göze çarpmıştır (Mancini, Cerroni, Iorio, Armellin, Conte, & Cianconi,2013).

da Costa Lima ve ark. (2015) çalışma uzunluğundan 3 mm geride 30 saniye boyunca 30 kHz frekansta ve 30 µm genlikte ultrasonik alet kullanılarak, kök kanallarından smear tabakası kaldırma etkinliğinin incelendiği çalışmada, PUI'yi Nd: YAG lazer, CanalBrush ve Protaper Universal Sistem yöntemlerinden daha etkili bulmuşlardır (da Costa Lima, Aguiar, Câmara, Alves, dos Santos, & do Nascimento,2015).

%2.5'lik NaOCl ve %17'lik EDTA'nın PUI ve PIPS yöntemleriyle aktive edildiği yakın zamanda gerçekleştirilen bir çalışmada; PUI'nin çalışma uzunluğundan 1 mm geride 60 saniye boyunca kullanılmasına rağmen uygulanan PIPS yönteminin (14 mm uzunluğunda, 300 mikronluk bir fiber uç pulpa odasına yerleştirilip 0.3 W, 15 Hz ve 20 mJ atımla kullanıldığında) kök kanalının apikal ve orta bölümünde smear kaldırma etkinliği daha üstün bulunmuştur (Ayranci, Arslan, Akcay, Capar, Gok, & Saygili,2015).

Ahuja ve ark. (2014) eğimli kök kanallarında farklı yıkama teknikleri ile smear kaldırma etkinliklerini inceledikleri çalışmada; apikal negatif basınçlı (EndoVac) sistemi, manuel dinamik aktivasyon, pasif ultrasonik aktivasyon (İrrisafe; Satelec, Acteon, Merignac, Fransa) ve iğne irrigasyonu sistemlerinden daha etkin bulmuşlardır (Ahuja, Arslan, Akcay, Capar, Gok, & Saygili,2014). 25/0.00 taperlı Irrisafe ultrasonik uç (Satelec, Acteon, Merignac, Fransa ) ile %17'lik EDTA'nın 1 dk aktive edildiği bir başka çalışmada; Er: YAG

lazerin irrigasyon aktivasyonunda kullanıldığında PUI (Irrisafe)'den daha etkin smear tabakası kaldırdığı bildirilmiştir (Sahar-Helft, Sarp, Stabholtz, Gutkin, Redenski, & Steinberg,2015).

#### 2.4.2.3.2. *Sonik Aktivasyon*

Kök kanalı içerisinde sıvı titreşimi oluşturmak için sonik olarak irrigasyon aktivasyonu sağlayan sistemdir. Kök kanal preparasyonu tamamlandıktan sonra eşleşen boyutlarda, kesici olmayan, esnek özelliğe sahip bir polimer uç ile aktivasyon gerçekleştirilir. 1 - 10 kHz değişen frekanslarda kullanılmaktadır (Ruddle, 2008).

Kök kanallarındaki smear tabakasının uzaklaştırılma etkinliğinin incelendiği bir çalışmada 25/04 veya 35/04 numaralı EA uçlarının her kanalda 1 dk boyunca 10 kHz frekansta kullanılması; geleneksel iğne yöntemi, manuel dinamik aktivasyon ve RinsEndo yöntemlerine göre daha etkin bulunmuştur (Caron, Nham, Bronnec, & Machtou,2010). Bununla birlikte Mancini ve ark. (2013) kök kanal apeksinden 1, 3, 5, 8 mm uzaklıklardaki EA ve EV gruplarının smear kaldırma etkinlikleri arasında farklılık olmamasına rağmen, apeksten 1 mm uzaklıkta EV grubunun smear kaldırma etkinliğini daha üstün bulmuştur. Ayrıca; EV ve EA'ün, PUI'den daha fazla smear kaldırma etkinliği olduğunu bildirmişlerdir (Mancini, Cerroni, Iorio, Armellin, Conte, & Cianconi,2013).

#### 2.4.5. Multisonik Sistemler

##### 2.4.5.1. *GentleWave (Sonendo Inc, Laguna Hills, CA)*



GentleWave (GW) sistem (Sonendo Inc, Laguna Hills, CA); okluzal diş yüzeyinde pozisyonlandırılan cihaz başlığı ile kök kanal sistemi boyunca enerji yüklü solüsyonun dağıtıldığı bir sistemdir (Haapasalo, Wang, Shen, Curtis, Patel, & Khakpour,2014). Cihaz başlığı, pulpa odası boşluğunda sıvı titreşimi oluşturur ve kendi vakum sistemi ile kök kanalında negatif basınç oluşturarak sıvıyı geri çekmektedir. GW sistemin etkin çalışabilmesi için kanalları ISO 15#'e kadar genişletilmesinin yeterli olduğu üretici firma tarafından belirtilmiştir (Charara, Friedman, Sherman, Kishen, Malkhassian, Khakpour, & Basrani,2016).

Molinda ve ark. (2015) GW sistemin apikal uçluda bile kök kanal sistemini debrislerden tam olarak temizlediğini göstermişlerdir (Molina, Glickman, Vandrangi, & Khakpour, 2015). Charara ve ark. GW sistem ile tedavi edilen dişlerde hiç bir apikal ekstrüzyon olmadığını bildirmişlerdir (Charara, Friedman, Sherman, Kishen, Malkhassian, Khakpour, & Basrani,2016).

Literatürde GW sisteminin smear tabakası kaldırma etkinliğini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte üretici firma, GW sisteminin smear tabakasını tamamen uzaklaştırabildiğini iddia etmektedir (staff, 2014).

#### 2.4.6. *XP-endo Finisher (FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, İsviçre)*

Yakın geçmişte Nikel Titanyum (Ni-Ti) MaxWire (Martensit - Ostenit Elektropolish – FleX) alaşımından üretilmiş bir alet olan XP-endo Finisher; ince bir kor yapısına (ISO 25#) sahip olan, taper açısı olmayan, yüksek esneklik gösteren ve döngüsel yorgunluk direnci yüksek olan bir eğdir. Kök kanal yapısının orijinal şeklini bozmadan dentinle kontakt

sağlamaktadır. Kompleks kanal morfolojisine sahip, düz veya eğimli kanallarda kök kanalı duvarlarına daha fazla temas edeceği ileri sürülmüştür (Živković, Nešković, Jovanović-Medojević, Popović-Bajić, & Živković-Sandić, 2015).

Kök kanalının kemomekanik preparasyonu tamamlandıktan sonra kök kanalı irrigasyon solüsyonu ile doldurulur. XP–endo Finisher çalışma boyu uzunluğunda yerleştirilir ve kök kanalı içerisinde nazik bir hareket salınımı ile 1 dk boyunca 800 – 1000 rpm hız, 1 Ncm torkta kullanılır. Daha sonra irrigasyon solüsyonu ile kök kanalı yıkanır.

Zivkovic ve ark. (2015) kök kanal enstrumentasyonu sonrası, XP-endo Finisher’ı kök kanalında 1 dk uygulamışlardır. XP-endo Finisher uygulanan kök kanallarının her bölgesinde (koronal – orta - apikal) smear tabakasının etkin bir şekilde uzaklaştırıldığı gözlenmiştir (Živković, Nešković, Jovanović-Medojević, Popović-Bajić, & Živković-Sandić, 2015).

#### 2.4.7. Lazer Yöntemleri

##### 2.4.7.1. Fotonla İndüklenmiş Foto Akustik Titreşim (PIPS)

PIPS tekniğinde; Er: YAG lazer, 0,3 W güç ayarında ışınal ve soyulmuş yeni bir dizayn uçla kullanılır. Bu tekniğin, Zhu Yin ve ark. (2013) tarafından kök kanallarındaki bakterileri azaltmak için ek yarar sağlamadığı gösterilmesine rağmen (Zhu, Yin, Chang, Wang, Cheung, & Zhang, 2013); Di Vito ve ark. (2012b) 40 saniye Er: YAG lazerin (2940 nm dalga boyu, 20 mJ atım, 15 Hz, 50 mikrosaniye atım süresi) %17’lik EDTA ile kullanıldığı çalışmada, 20 saniyelik lazer kullanımına ve irrigasyon solüsyonu olarak serum fizyolojik kullanımına göre smear tabakası kaldırma etkinliğinin daha iyi olduğunu kanıtlamışlardır (DiVito, Peters, & Olivi, 2012).

Akyuz Ekim ve Erdemir (2015) Er: YAG lazeri (2940 nm) 300 µm'lik endodontik fiber uç yardımı (50 mikrosaniye atım, 15 Hz/20 J (joule), 0.3 W) ile 80 saniye boyunca 3 ml NaOCl ve 3 ml EDTA'yı aktive ettikleri PIPS uygulaması çalışmasında; PIPS tekniğini kök kanalından smear tabakası uzaklaştırılmasında PUI, EndoVac, Nd: YAG lazer ve Er: YAG lazerden daha üstün bulmuşlardır. Ayrıca, araştırmacılar Er: YAG ve Nd: YAG lazerlerin smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulamamıştır. Ancak, diode lazeri, Er: YAG ve Nd: YAG lazere göre kök kanalından smear tabakası uzaklaştırmada daha yetersiz bulmuştur (Akyuz Ekim & Erdemir, 2015).

#### 2.4.7.2. Diode Lazer

Diode lazer; eğimli ve dar kök kanallarına girmeye izin veren ince ve esnek bir fiber uca sahip olması, derin radikuler dentinin dezenfeksiyonunu artırması gibi bazı avantajlara sahiptir (de Souza, Cai, Simionato, & Lage-Marques, 2008).

808 nm dalga boylu galium-aluminyum-arsenid diode lazer sisteminin kullanıldığı (20 W güç, 300 µm fiber uç, 2 W atım modunda) bir çalışmada; %15'lik EDTA'nın 20 saniye diode lazerle ajite edilmesi smear tabakasının kaldırılmasını arttırdığı gözlenmiştir (Arslan, Ayrancı, Karatas, Topçuoğlu, Yavuz, & Kesim, 2013). Lagemann ve ark.'nın (2014) yaptığı çalışma da (940 nm diode lazer kullanımı) benzer sonuçlar göstermiştir (Lagemann, George, Chai, & Walsh, 2014). Bir başka çalışma da ise 810 nm dalga boylu diode lazeri kullanarak EDTA'nın apikal üçlüdeki smear kaldırma etkinliğinin arttırıldığı bildirilmiştir (Koçak, Çiçek, Sağlam, Koçak, & Türker, 2015).

#### 2.4.7.3. Er: YAG Lazer

Endodonti alanında kullanılabilen çoğu lazer tiplerinden biri olan Er: YAG lazer, aktif maddesi erbium-yttrium-aluminyum garnet olan solid – state (katı hal) bir lazerdir. Guidotti ve ark. (2014) 2940 nm dalga boyundaki Er: YAG lazeri (1 W güç çıkışı, 50 mJ enerji ve 20 Hz frekansta) 15 saniye %15'lik EDTA'yı ve 15 saniye %2,5'lik NaOCl'i aktive etmek için kullandıklarında smear tabakasının etkin bir şekilde uzaklaştırıldığını bulmuşlardır (Guidotti, Merigo, Fornaini, Rocca, Medioni, & Vescovi,2014). Arslan ve ark. (2016) 2940 nm dalga boyundaki Er: YAG lazeri (1 W güç çıkışı, 50 mJ enerji ve 20 Hz frekansta) 90 saniye QMix'i aktive etmek için kullandıklarında, kök kanalının apikal bölgesindeki smear tabakası uzaklaştırma etkinliğini PIPS ve EA'e göre daha üstün bulmuşlardır (Arslan, D., Guneser, Dincer, Kustarci, & Siso,2016).

#### 2.4.7.4. Nd: YAG Lazer

Lazerler kök kanal dezenfeksiyonu ve temizlenmesinde konvensiyonel yaklaşıma alternatif olarak düşünülmüştür. da Costa Lima ve ark. (2015) çalışmasında; 1064 nm dalga boylu Nd: YAG lazerin (atım başına 150 mJ enerji, 10 kHz frekansda, 320 µm'lik endodontik uç kullanılarak, çalışma boyundan 3 mm geride, 5 saniyelik periyotlarla 4 kez uygulanarak) kök kanallarındaki smear tabakası uzaklaştırma etkisinin ultrasonik aktiviteden daha yetersiz olduğunu göstermiştir (da Costa Lima, Aguiar, Câmara, Alves, dos Santos, & do Nascimento,2015). Kalyoncuoğlu ve Demiryürek (2013) 1064 nm dalga boylu Nd: YAG lazerin (atım başına 100 mJ enerji, 15 kHz frekansta, 200 µm'lik endodontik uç kullanılarak, 15 saniyelik periyotlarla 4 kez uygulanarak) kök kanallarındaki smear tabakası uzaklaştırma

etkisinin Er: YAG lazer ile benzer olduğu ve %17'lik EDTA'dan (5 ml/5 dk) daha yetersiz olduğu gözlenmiştir (Kalyoncuoğlu, & Demiryürek,2013).

## 2.5. BİYOUYUMLULUK

Biyouyumluluk; canlı dokuyla temasta olan bir maddenin, çevresindeki dokunun ya da organizmanın yaşamını veya sağlığını kötü yönde etkilemeksizin kullanım amacına uygun şekilde fonksiyon gösterme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır (Hauman & Love, 2003).

Bir maddenin biyouyumluluğu birçok faktörden etkilenmektedir. Biyolojik uyum için, materyalin fiziksel ve kimyasal yapısı, doku temasının şekli, yeri ve dokunun özellikleri gibi pek çok faktörün bir arada uyum içinde olması gerekmektedir. Biyolojik uyumu olmayan maddeler ise değişik doku reaksiyonlarına neden olmaktadır. Biyouyumluluk; genotoksisite, mutajenite, karsinojenite, sitotoksisite veya mikrobiyal etkenler gibi bir çok parametre ile değerlendirilebilmektedir (Hauman & Love, 2003).

Bir materyalin ağız ortamında kullanılabilmesi için biyouyumlu olması gerekmektedir. Endodontik tedavide kök kanalının açılmasından doldurulma aşamasına kadar çok farklı maddeler kullanılmaktadır. Bu maddeler de biyouyumlu olmalıdır. Materyallerin biyouyumlu olmaması, temasta olduğu bölgedeki hücrelerin yapısında, proliferasyonunda, adezyonunda, enzim sistemlerinde ve dolayısıyla tüm yaşamsal fonksiyonlarında dejenerasyonların meydana gelmesine neden olabilmektedir (Hauman & Love, 2003).

Sitotoksisite ve biyouyumluluğun incelenmesinde in vivo ve ex vivo olarak farklı testler denenmektedir. Fakat son zamanlarda sitotoksisitenin değerlendirilmesi için laboratuvar çalışmaları daha sıklıkla kullanılmaktadır (Usman, Baumgartner, & Marshall,

2004). Bu yöntemlerden hücre kültürü testleri ucuz, hızlı ve kabul edilebilir olduğu için kullanımı daha yaygındır (Şaklar & Topbaş,2000).

### 2.5.1. Hücre Kültürü

Hücre kültürü; hücrelerin ilgili dokudan elde edildiği, yaşatıldığı, çoğaltıldığı ve amaca yönelik uygulamaların yapıldığı kontrollü sürece verilen genel bir isimdir. Canlı dokuların vücut dışında yaşatılmasını, sürekli üretimini ve gelişimini devam ettirebilmesi anlamına da gelmektedir. Canlı yapılardan elde edilen dokular, vücut ısısında kültüre edilmekte ve vücudun özgün fizyolojik konumunu taklit eden besleyici sıvılarda beslenerek çoğaltılabilmektedir. Besleyici sıvılar, hayvan embriyo ekstratları, plazma ve serum, aminoasit, mineraller, şeker, tuz, vitamin ve antibiyotikleri içerebilmektedir (Gerstner, 1971).

Hücre kültürlerinin biyouyumluluk çalışmalarında tercih edilme sebepleri (Hauman & Love, 2003; F. M. Huang, Tai, Chou, & Chang, 2002; Zhang, Torabinejad, & Li, 2003);

- Isı, pH, osmotik basınç, oksijen ve karbondioksit oranlarının (çevresel etmenler) kontrol altında tutulabilmesi,
- Aynı pasaj düzeyindeki hücreler kullanılarak homojen materyal kaynağı sağlanabilmesi,
- Düşük dozda ve kesin konsantrasyondaki test edilen ajanla hücrelerin doğrudan temas edebilmesi,
- Bireysel faktörlerden etkilenmemeleri
- Tekrarlanabilme özelliklerinin olması,
- Ara aşamalarda kontrollerin kolay olması,
- Materyaller arasında parametrik karşılaştırmalara olanak sağlaması,

- Hayvan deneylerinde olduğu gibi canlı varlıkların öldürülmemesidir.

Ancak hücre kültür testleri ile sadece maddelerin ilk toksisite reaksiyonları konusunda bilgi edinilebilmektedir. Malzemenin uzun süre doku ile temasta olduğu durumlarda oluşturacağı toksisitenin düzeyi konusunda bilgi verememektedir (Schmalz, 1998). Ayrıca; büyük miktarda hücre üretimi hem çok zaman almakta hem de pahalı olması gibi dezavantajları vardır. Hücre kültürlerinin bakteriler tarafından kontamine olmaması için belirli kurallara uyularak çok titiz çalışılması gerekmektedir (McAteer J. & Davis J.,1998).

### 2.5.2. Hücre Kültürlerinde Kullanılan Hücreler

Hücre kültürü testlerinde yaygın olarak kullanılan hücreler ise; daimi hücre hatları (örn. HeLa veya 3T3 hücreleri) ve primer diploid hücreler, insan oral gingival fibroblast hücreleri, insan osteoblastik hücre hatlarıdır. Özellikle fibroblast hücreleri sitotoksosite testlerinde güvenli olarak kullanılabilir.

*İnsan Periodontal Ligament Fibroblast Hücresi (hPDLF)*; periodontal ligament, diş kökünü saran ve kemiğe bağlayan bir bağ dokudur. Hücreler, bağ dokusu fibrilleri, hücreler arası madde, kan ve lenf damarları ve sinirlerden oluşmaktadır. Hücreden zengin bir dokudur ve periodontal boşlukta bulunan hücrelerin çoğunluğu aktif ve fonksiyonel durumdadır. Fibrilogenesis, sementogenesis ve osteogenesisde rol oynarlar. En fazla bağ dokusu olmak üzere epitel, savunma ve nörovasküler hücreleri içerirler. Periodontal ligamentteki bağ dokusu hücreleri; fibroblastlar, osteoblastlar, osteoklastlar, sementoblastlardır. Periodontal ligamentin ana hücresi ise fibroblastlardır. Periodontal ligamentin rejenerasyon yeteneği vardır. Fibroblastlar ligamentin devamlılığını ve tekrar biçimlendirilmesini sağlarlar. HPDLF

hücreleri hücre kültürü ortamında birbirine paralel, bipolar iç şeklinde görülmektedir ve monolayer üreme gösterir (Carranza, 2002).

### 2.5.3. Sitotoksitenin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

Sitotoksitenin değerlendirilmesinde birçok farklı yöntem uygulanabilmektedir. Hücre canlılığı ve sitotoksitenin değerlendirmesi için genellikle membran bütünlüğü değerlendirmesi tercih edilmektedir. Sitotoksik etkileri olan bileşikler hücre bütünlüğüne zarar vermektedirler. Tripan mavisi ya da propidiyum iyodine gibi canlı boyalar normalde canlı hücrelerin içinde bulunmamaktadır. Ancak hücre zarı zarar görmüşse, kolaylıkla hücre içine sızıp hücre içi elemanları boyayabilmektedirler (Riss & Moravec, 2004).

#### 2.5.3.1 MTT Analizi

3-(4,5-dimetiltriazol-2-il)-2,5- difeniltetrazolium bromid (MTT) yöntemi, hücre canlılığının belirlenmesi için yaygın olarak tercih edilen yöntemdir. MTT, hücrelere aktif olarak absorbe olan ve mitokondriye bağlı bir reaksiyon ile renkli, suda çözünmeyen formazana indirgenen bir maddedir. Hücrelerin MTT indirgeme özelliği hücre canlılığının ölçütü olarak alınır ve MTT analizi sonucunda elde edilen boya yoğunluğu canlı hücre sayısı ile korelasyon göstermektedir (Abe & Matsuki, 2000).

#### 2.5.3.2. WST-1 Analizi



Hücre proliferasyonunu ve sitotoksitenin belirlenmesi için kullanılan bir yöntemdir. Yapışık veya süspansiyon halindeki hücreler bir mikro levhada kültür edilirler daha sonra 2-[4-iodophenyl]-3-[4-nitrophenyl]-5-[2,4-disulfophenyl]-2H tetrazolium monosodium salt (WST-1) ile inkübe edilirler ve spektrofotometre ile değerlendirilmektedir. Bu analiz hücresel dehidrogenaz sonucu tetrazolium tuzu WST-1'in redüksiyonla formazana dönüşmesi ve spektrofotometre ile görüntülenmesi esasına dayanmaktadır (Ngamwongsatit, Banada, Panbangred, & Bhunia, 2008).

### 2.5.3.3. XTT Analizi

2,3-bis[2-Methoxy-4-nitro-5-sülfophenyl]-2H-tetrazolium -5-carboxanilide inner salt (XTT) testi; spektrofotometrik ölçümlerle hücre proliferasyonunu ve canlılığını değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem; turuncu formazan boyaya sarı tetrazolium 2,3-bis-(2-methoxy-4-nitro-5-sulfophenyl)-2Htetrazolium-5-carboxanilide) tuzunun karıştırılması esasına dayalı büyüme faktörleri, sitokinler ve beslenmeye bağlı olarak hücre proliferasyonunu ve metabolik aktivitesine devam eden hücre canlılığını belirlemek için kullanılmaktadır (Öncel Torun, Torun, Demirkaya, Yavuz, Sarper, & Avcu,2016).

Bu tez çalışmasının amacı; %17'lik EDTA, %7'lik MA, %10'luk CA, %2,25'lik PAA ve serum fizyolojik solüsyonlarının oda sıcaklığı (22 °C) ve vücut sıcaklığında (37 °C) smear kaldırma etkinlikleri ile sitotoksitelerini in vitro koşullarda karşılaştırmaktır.

Ön görülen hipotez 22 °C ve 37 °C'deki %17'lik EDTA, %7'lik MA, %10'luk CA, %2,25'lik PAA ve serum fizyolojik solüsyonlarının smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri ve hPDLF hücrelerine sitotoksik etkileri arasında bir farklılık olmayacağıdır.

### 3. YÖNTEM

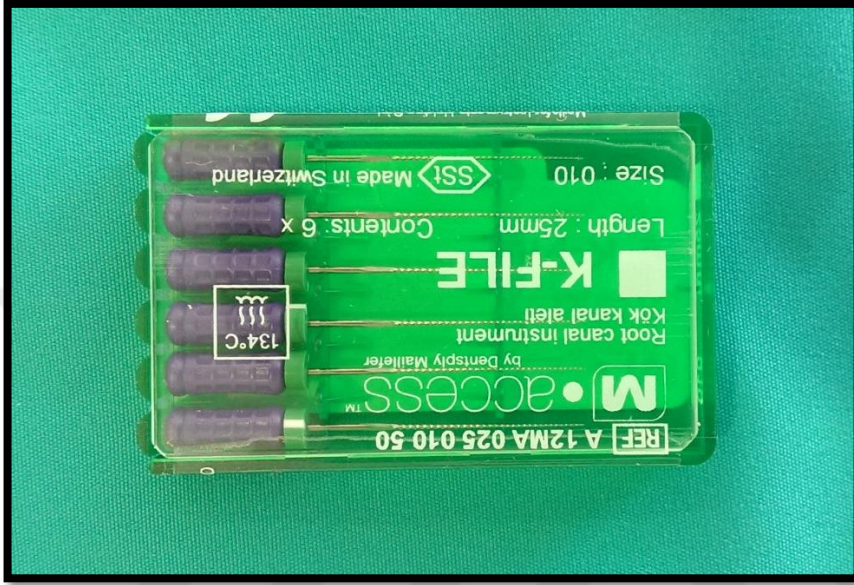
#### 3.1. DENEY KURGUSU

Çalışmanın etik kurul onayı Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alındı (15-KAEK-173) (Ek-1). Çalışmada kullanılacak dişler için tüm hastaların onayı yazılı ve sözlü olarak alınmış ve aydınlatılmış onam formları imzalatılmıştır (Ek-2). Bu çalışmada periodontal ve/veya protetik sebeplerle çekilmiş, 120 adet tek köklü alt çene küçük azı insan dişi kullanılmak için seçildi. Endodontik tedavi ve kök rezorpsiyonu bulunmayan, olgunlaşmış apekse ve tek bir kanala sahip dişler çalışmaya dahil edildi. Yüzeysel yumuşak ve sert doku artıkları ultrasonik aletlerle kaldırıldı. Dişler çalışmada kullanılana kadar %1'lik timol solüsyonunda oda sıcaklığında bekletildi. Tüm dişlerin kronları kök uzunluğunu 16 mm'de standardize etmek için su soğutması altında uzaklaştırıldı (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1:** Kök uzunlukları 16 mm olacak şekilde dişlerin kronlarının uzaklaştırılması

Endodontik giriş kaviteleri açılıp, 10 no'lu K eğesi (M access, Dentsply, İsviçre) apikal açıklıkta görülene kadar ilerletilip kanal aletinin boyu ölçüldü ve ölçülen bu boydan 1 mm geri çekilerek lastik rondel yardımıyla her bir kök için çalışma boyu uzunluğu 15 mm olarak belirlendi (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2:** Çalışmada kök kanalının çalışma boyunu belirlemek için kullanılan K-file kök kanal aleti

Kök kanalları, master apikal eğe RECİPROC 40 (VDW GmbH, Münih, Almanya) olacak şekilde crown-down tekniği kullanılarak sırasıyla RECİPROC 25 ve 40 numaralı eğelerle genişletildi (Şekil 3.3).



**Şekil 3.3:** Çalışmada kullanılan Reciproc 25 ve Reciproc 40 kök kanal aleti

Preparasyon esnasında üç gagalama hareketinden sonra eğe yüzeyindeki dentin talaşları steril spançla uzaklaştırıldı. Kök kanalları dentin duvarlarına sıkışmayan, çalışma uzunluğuna maksimum 1 mm kadar penetre olan ucu kapalı yandan delikli iğne (İ-Tips, İ dental, Siauliai, Litvanya) ile 3 ml %5 NaOCl (Wizard, Rehber Kimya, İstanbul, Türkiye) ile yıkandı (Şekil 3.4 – 3.5).

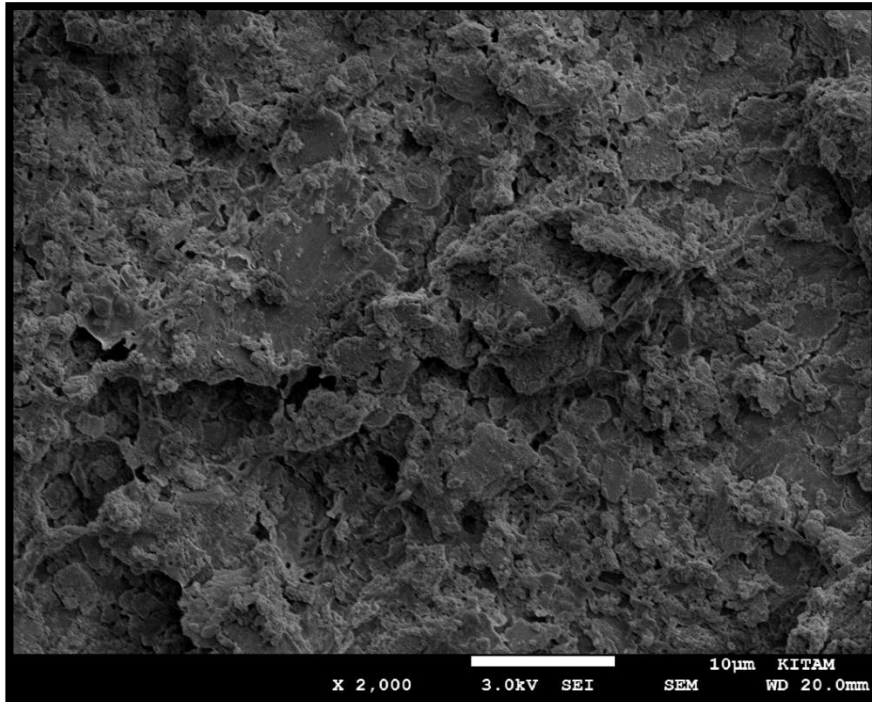


**Şekil 3.4:** Çalışmada kullanılan ucu kapalı yandan delikli irrigasyon iğnesi



**Şekil 3.5:** Kök kanalının preperasyonu sırasında kullanılan %5'lik NaOCl solüsyonu

10 numara K tipi eğe ile apikal açıklık kontrol edildi. RECİPROC 40 eğesi çalışma uzunluğuna ulaşıp kanal içerisinde rahat şekilde dönene kadar bu işleme devam edildi. Her bir eğe bir kanalda kullanıldıktan sonra yenisi ile değiştirildi. Kanalda oluşan smear tabakası SEM'de tespit edildi (Şekil 3.6).



**Şekil 3.6:** Kök kanal preperasyonu sonrası oluşan smear tabakası görünümü

5 ml distile su ile kök kanalları yıkandıktan sonra, smear tabakasını uzaklaştırmak için her grupta 12 diş olacak şekilde rastgele örnekler 10 gruba ayrıldı (n=12).

Çalışmamızda kullanılan MA, CA ve PAA solüsyonları yıkama işleminden önce Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Laboratuvarı'nda taze olarak hazırlandı. MA (Sigma Aldrich, Saint Louis, ABD), CA (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya) ve PAA (Sigma Aldrich Chemie, Steinheim, Almanya) solüsyonlarının %99,9'luk konsantrasyonları distile su ile seyreltilerek %7'lik MA, %10'luk CA ve %2,25'lik PAA solüsyonları kullanılmadan 1 gün önce taze olarak hazırlandı. %17'lik EDTA solüsyonu (ChemBio, İstanbul, Türkiye) hazır olarak üretici firmadan temin edildi (Şekil 3.7).



**Şekil 3.7:** Çalışmada kullanılan sırasıyla %17'lik EDTA, %7'lik MA, %10'luk CA, %2,25'lik PAA solüsyonları

%17'lik EDTA, %7'lik MA, %10'luk CA ve %2,25'lik PAA ve serum fizyolojik solüsyonları kullanım zamanına kadar 22 °C ve 37 °C'de etüvde bekletildi (Şekil 3.8 – 3.9).



**Şekil 3.8:** 22 °C'de (oda sıcaklığında) etüvde bekletilen solüsyonlar



**Şekil 3.9:** 37 °C’de (vücut sıcaklığında) etüvde bekletilen solüsyonlar ve dişler

Grup 1: 22 °C’deki 5 ml %17’lik EDTA ucu kapalı yandan delikli iğneler ile çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde 1-2 mm vertikal hareketler ile 1 dk boyunca kök kanalına gönderildi.

Grup 2: 37 °C’deki 5 ml %17’lik EDTA ucu kapalı yandan delikli iğneler ile çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde 1-2 mm vertikal hareketler ile 1 dk boyunca kök kanalına gönderildi.



Grup 3: 22 °C'deki 5 ml %7'lik MA ucu kapalı yandan delikli iğneler ile çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde 1-2 mm vertikal hareketler ile 1 dk boyunca kök kanalına gönderildi.

Grup 4: 37 °C'deki 5 ml %7'lik MA ucu kapalı yandan delikli iğneler ile çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde 1-2 mm vertikal hareketler ile 1 dk boyunca kök kanalına gönderildi.

Grup 5: 22 °C'deki 5 ml %10'luk CA ucu kapalı yandan delikli iğneler ile çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde 1-2 mm vertikal hareketler ile 1 dk boyunca kök kanalına gönderildi.

Grup 6: 37 °C'deki 5 ml %10'luk CA ucu kapalı yandan delikli iğneler ile çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde 1-2 mm vertikal hareketler ile 1 dk boyunca kök kanalına gönderildi.

Grup 7: 22 °C'deki 5 ml %2,25'lik PAA ucu kapalı yandan delikli iğneler ile çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde 1-2 mm vertikal hareketler ile 1 dk boyunca kök kanalına gönderildi.

Grup 8: 37 °C'deki 5 ml %2,25'lik PAA ucu kapalı yandan delikli iğneler ile çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde 1-2 mm vertikal hareketler ile 1 dk boyunca kök kanalına gönderildi.

Grup 9: 22 °C'deki 5 ml serum fizyolojik ucu kapalı yandan delikli iğneler ile çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde 1-2 mm vertikal hareketler ile 1 dk boyunca kök kanalına gönderildi.

Grup 10: 37 °C'deki 5 ml serum fizyolojik ucu kapalı yandan delikli iğneler ile çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde 1-2 mm vertikal hareketler ile 1 dk boyunca kök kanalına gönderildi.

Son yıkama işlemi, çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde kanala yerleştirilen ucu kapalı yandan delikli endodontik yıkama iğneleri kullanılarak 5 ml distile su kök kanalına gönderildi. Daha sonra kök kanalları steril paper pointlerle kurulandı.

Her kökün bukkal ve lingual yüzeyinde, kanala ulaşmayacak şekilde longitudinal oluklar açılıp, kökler bir kesici kullanılarak iki eşit parçaya ayrıldı (Şekil 3.10).



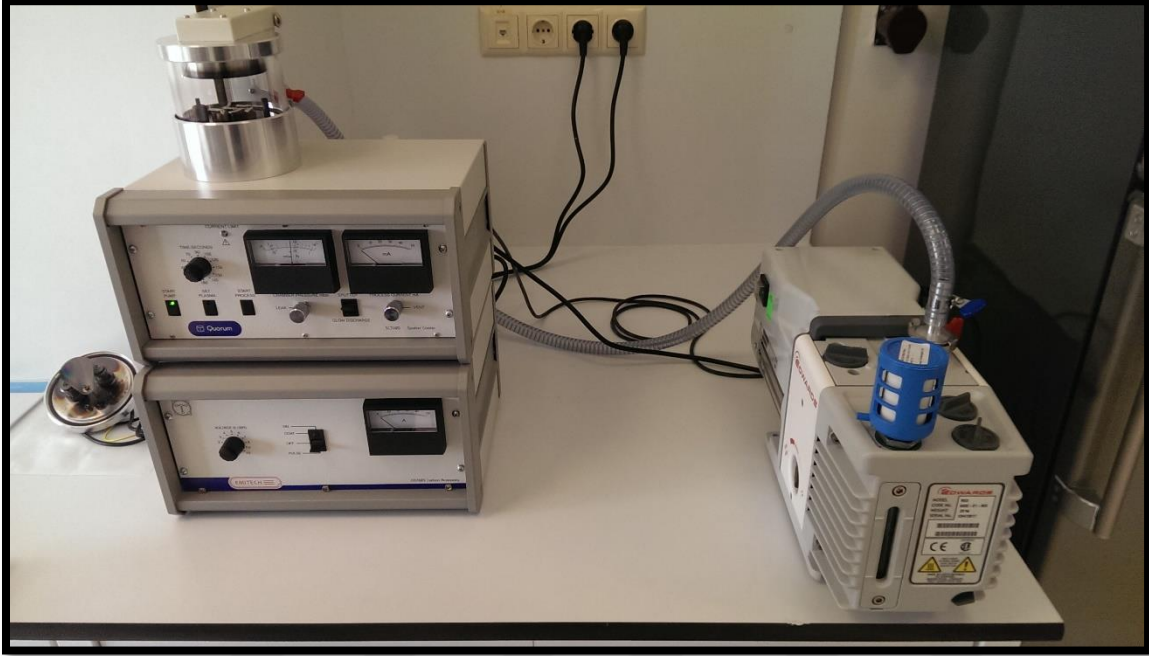
**Şekil 3.10:** Bir kesici kullanılarak iki parçaya ayrılmış diş

Örnekler ışık mikroskopunda incelenerek her bir dişin kanal lümeni en iyi görünen parçası SEM analizi yapılana kadar 37 °C'de distile suda bekletildi.

### 3.2. SEM ANALİZİ

SEM incelemesi Samsun On Dokuz Mayıs Üniversitesi Karadeniz İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (KİTAM) SEM Laboratuvarı'nda yapıldı. 22 ve 37 °C'deki serum fizyolojik grubundan rastgele beşer örnek diğer gruplardan ise tüm örnekler sırasıyla %50 - %70 - %100 etil alkolde birer saat bekletilerek dehidrate edilip, 24 saat kurutucu cihazda kurutuldu. Örnekler, vakumlu bir ortamda Quorum SC7640 Sputter Coater Au/Pd (Quorum Teknolojileri, Birleşik Krallık) cihazı kullanılarak ince bir tabaka (10–15 nm

kalınlığında) altın- palladyum film tabakası ile kaplandı (Şekil 3.11 – 3.12). Örnekler, x2000 büyütmede SEM (Jeol JSM-7001F, Tokyo, Japonya) görüntülemesi altında incelendi (Şekil 3.13).



Şekil 3.11: Çalışmada kullanılan altın kaplama cihazının görüntüsü



Şekil 3.12: Çalışmada kullanılan altın ile kaplanmış dişlerin görünümü



**Şekil 3.13:** Çalışmada kullanılan SEM cihazının görüntüsü

Her örneğin kök kanal duvarından smear kaldırılıp kaldırmadığını gözlemlemek için kök kanallarının koronal, orta ve apikal bölümlerinden x 2000 büyütmede fotomikrograflar alındı. Alınan SEM görüntüleri üzerinden solüsyonların smear kaldırma yetenekleri; smear tabakasının varlığı ve dentin tübüllerinin açık olup olmaması durumuna göre istatistiksel veri elde etmek için aşağıdaki şekilde iki farklı araştırmacı tarafından skorlandı (Takeda, Harashima, Kimura, & Matsumoto, 1998):

Skor 1: Dentin tübülleri açık ve smear tabakası yok.

Skor 2: Dentin tübülleri açık ve smear tabakası bölgesel mevcut.

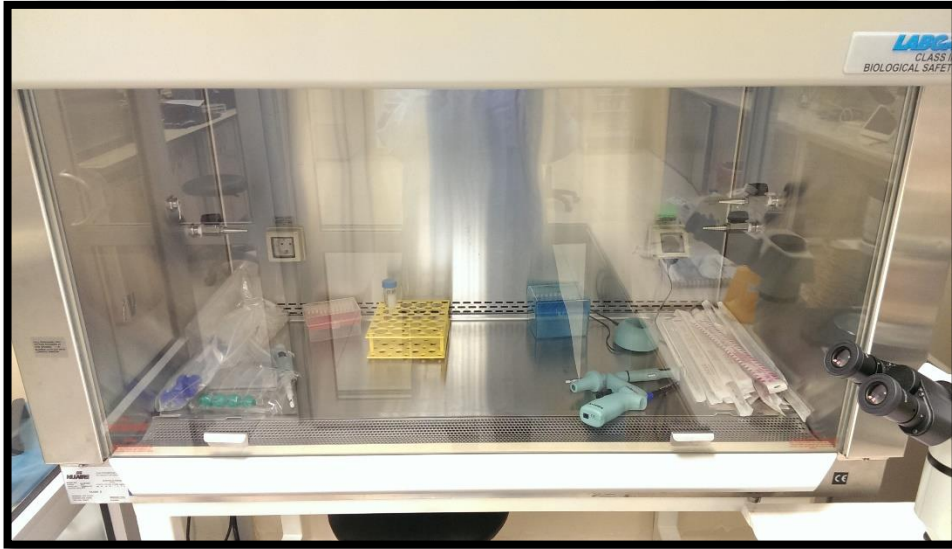
Skor 3: Dentin tübüllerinin varlığı gözüküyor ve smear tabakası ince bir hat şeklinde mevcut.

Skor 4: Dentin kanalları hiç gözüküyor ve çok yoğun smear tabakası mevcut.

### 3.3. HÜCRE KÜLTÜRÜ VE SİTOTOKSİSİTE ANALİZİ (XTT ANALİZİ)

#### 3.3.1. Hücre Kültürünün Hazırlanması

Hücre kültürü testi; hPDLF hücreleri (crl-2014, ATCC, İngiltere) kullanılarak Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya Araştırma Laboratuvarı'nda steril kabin (Labgard Class II Biological Safety Cabinet, Plymouth, ABD) (Şekil 3.14) içerisinde aseptik şartlarda gerçekleştirildi.



**Şekil 3.14:** Çalışmanın gerçekleştirildiği laminar kabin alanı

Sitotoksosite testlerinde kullanılmak üzere, içeriğinde Dulbecco's Modified Minimal Essential Medium (DMEM) (Biological Industries, Kibbutz Beik Haemek, İsrail), %10 fetal sıgır serumu (FBS) (Biological Industries, Kibbutz Beik Haemek, İsrail), %1 L-glutamin, %2 NaHCO<sub>3</sub> (%5,5 konsantrasyonunda), 4X penisilin (400 IU/ml)/streptomisin (400 µg/ml) ve X amfoterisin B (0,25 µg/ml) olan hücre besiyerinde üretilerek uygun pasajlar haline getirildi (Şekil 3.15).



**Şekil 3.15:** Çalışmada kullanılan DMEM besiyeri

Kültürler %5 CO<sub>2</sub> içeren nemli etüvde (Memmert GmbH + Co. KG, Schwabach, Almanya) 37 °C'de bekletildi ve pasajlanan hücrelerin yoğunlukları her gün inverted ışık mikroskobu (Olympus, Olympus Europa Se & Co. Kg, Hamburg, Almanya) altında kontrol edildi (Şekil 3.16). Pasajlanan hücrelerin pH'sı ise etüv yardımıyla kontrol edildi.



**Şekil 3.16:** Çalışmada pasajlanan hücrelerin bekletildiği etüv

En geç 48 saat sonra hücre besiyeri taze besiyeri ile değiştirildi. HPDLF hücreleri kültür kabı yüzeyini %70 – 80 yoğunlukla kapladıktan sonra, kültür kabı içerisindeki besiyeri ortamı uzaklaştırıldı. PBS ile kültür kabı içi yıkandı ve tripsin solüsyonu kullanılarak hücreler yüzeyden ayrıldı. Hücrelerin toplanabilmesi ve çökebilmesi için falcon tüplerine alınıp, 2400 rpm’de 5 dk santrifüj edildi. Hücre çökmesi gözlemlendiğinde, tripsin uzaklaştırıldı ve tekrardan taze besiyeri ortamı eklenip pipetaj işlemi ile homojen karışım elde edildi. 25 cm<sup>2</sup>’lik ve 75 cm<sup>2</sup>’lik kültür kaplarına aktarılarak pasajlandı. Testler için yeterli hücre sayısı elde edilinceye kadar pasajlama işlemine devam edildi (Şekil 3.17). Bu işlemlerin tamamı laminar akışlı kabin (Labgard Class II) içerisinde bakterisiz ortamda gerçekleştirildi.





**Şekil 3.17:** HPDLF hücrelerinin sayımı sırasındaki ışık mikroskobu görüntüsü

Elde edilen hücreler daha sonra testlerde kullanılmak üzere %10 DMSO ve %90 FBS içeren dondurma besiyeri kullanılarak  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$  de sıvı azot içinde dondurularak saklandı.

Bakteri kontaminasyonunu önlemek amacıyla her bir kuyucuğu 300  $\mu\text{l}$  hacme sahip olan 96 kuyucuklu plakalar deney öncesinde 30 dk ultraviyole (UV) ışığına tabi tutularak steril edildi (Şekil 3.18). Bu işlemlerden sonra hücrelerin sitotoksite testlerine hazırlanması aşamasına geçildi.

HPDLF hücreleri ile sitotoksik etkileri incelenecek olan çalışmadaki solüsyonlarımız; taze olarak hazırlandı ve hücreler ile işlem yapılmadan önce filtreden geçirilerek steril hale getirildi.



**Şekil 3.18:** Çalışmada kullanılan 96 kuyucuklu polietilen plaka

Elde edilen hPDLF hücreleri, her kuyucuk başına  $5 \times 10^3$  hücre/ml olacak şekilde hazırlanarak önceden steril edilen 96 kuyucuklu polietilen plakaların her bir kuyucuğuna yerleştirildi. 96 kuyucuklu plakaların her bir kuyucuğuna 100  $\mu$ l DMEM besiyeri eklendi. Her kuyucukta  $5 \times 10^3$  hücre olacak şekilde 96 kuyucuklu plakaya hücreler ekildikten ve her bir kuyucuğuna 100  $\mu$ l DMEM besiyeri eklendikten sonra, hücrelerin bağlanması için 96 kuyucuklu plakalar %5 CO<sub>2</sub> içeren 37 °C'deki nemli ortamda 24 saat inkübe edildi. Enkübasyon sonrası her bir kuyucuktaki kültür ortamları uzaklaştırılarak yerlerine 100  $\mu$ l DMEM eklendi. 96 kuyucuklu plakaya solüsyonların yerleşimi aşağıdaki Tablo 3.1'deki gibi olacak şekilde her bir kuyucuğa 100  $\mu$ l deney solüsyonu eklendi.



HPDLF hücreleri; her bir deney grubu için 5 kuyucuk olacak şekilde 12 gruba rastgele ayrıldı:

Grup 1: 22 °C'deki 100 µl %17'lik EDTA solüsyonu Tablo 3.1'de gösterildiği gibi 96 kuyucuklu plakadaki 5 kuyucuk içerisine çoklu pipetlerle eklendi.

Grup 2: 37 °C'deki 100 µl %17'lik EDTA solüsyonu Tablo 3.1'de gösterildiği gibi 96 kuyucuklu plakadaki 5 kuyucuk içerisine çoklu pipetlerle eklendi.

Grup 3: 22 °C'deki 100 µl %7'lik MA solüsyonu Tablo 3.1'de gösterildiği gibi 96 kuyucuklu plakadaki 5 kuyucuk içerisine çoklu pipetlerle eklendi.

Grup 4: 37 °C'deki 100 µl %7'lik MA solüsyonu Tablo 3.1'de gösterildiği gibi 96 kuyucuklu plakadaki 5 kuyucuk içerisine çoklu pipetlerle eklendi.

Grup 5: 22 °C'deki 100 µl %10'luk CA solüsyonu Tablo 3.1'de gösterildiği gibi 96 kuyucuklu plakadaki 5 kuyucuk içerisine çoklu pipetlerle eklendi.

Grup 6: 37 °C'deki 100 µl %10'luk CA solüsyonu Tablo 3.1'de gösterildiği gibi 96 kuyucuklu plakadaki 5 kuyucuk içerisine çoklu pipetlerle eklendi.

Grup 7: 22 °C'deki 100 µl %2,25'lik PAA solüsyonu Tablo 3.1'de gösterildiği gibi 96 kuyucuklu plakadaki 5 kuyucuk içerisine çoklu pipetlerle eklendi.

Grup 8: 37 °C'deki 100 µl %2,25'lik PAA solüsyonu Tablo 3.1'de gösterildiği gibi 96 kuyucuklu plakadaki 5 kuyucuk içerisine çoklu pipetlerle eklendi.

Grup 9: 22 °C'deki 100 µl serum fizyolojik solüsyonu Tablo 3.1'de gösterildiği gibi 96 kuyucuklu plakadaki 5 kuyucuk içerisine çoklu pipetlerle eklendi.

Grup 10: 37 °C'deki 100 µl serum fizyolojik solüsyonu Tablo 3.1'de gösterildiği gibi 96 kuyucuklu plakadaki 5 kuyucuk içerisine çoklu pipetlerle eklendi.

Grup 11 (negatif kontrol): 100 µl fosfat tamponlu salin (PBS) solüsyonu Tablo 3.1’de gösterildiği gibi 96 kuyucuklu plakadaki 5 kuyucuk içerisine çoklu pipetlerle eklendi.

Grup 12 (pozitif kontrol): 100 µl metil metansülfanat solüsyonu Tablo 3.1’de gösterildiği gibi 96 kuyucuklu plakadaki 5 kuyucuk içerisine çoklu pipetlerle eklendi.

HPDLF hücrelerinin kısa dönem hücre canlılığı değerlendirilmesi 0, 6, 12, 24 saatte ve uzun dönem hücre canlılığı değerlendirilmesi 1, 3, 5, 7 günde XTT testi ile değerlendirildi.

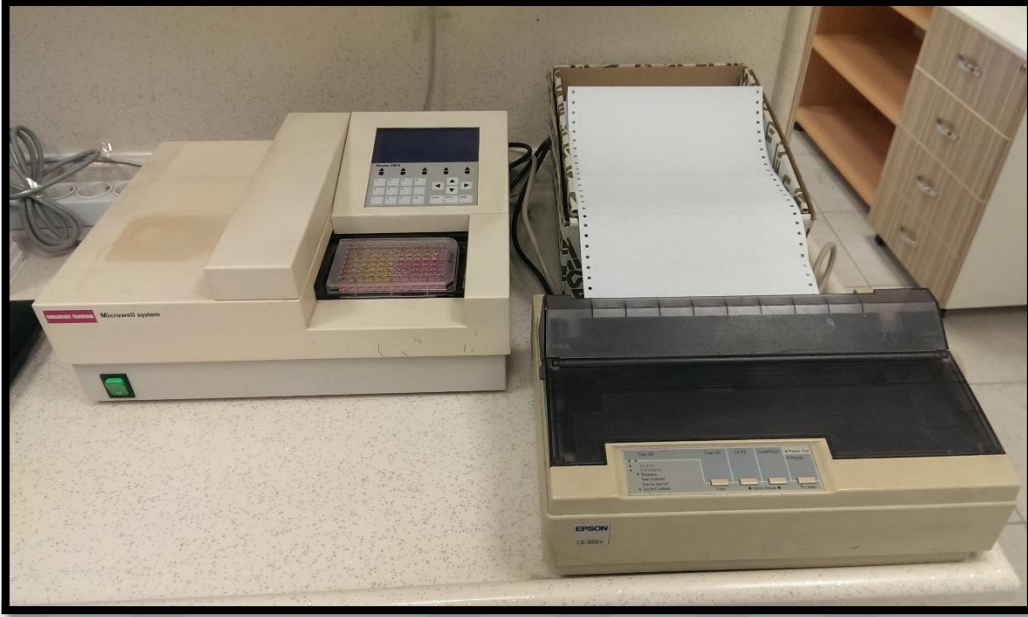
### 3.3.2. XTT Analizi ve Hücre Canlılık Tayini

Kısa dönem ve uzun dönem periyotlarının her birine ulaşıldığında; dönem periyotuna ait hPDLF hücrelerinin ve test edilecek solüsyonların bulunduğu 96 kuyucuklu plakaların kuyucuklarına her biri için 50 µl (0.3 mg/mL) XTT karışımı (Cell Proliferation Kit II; Roche, Mannheim, Almanya) eklendi. Ardından %5 CO<sub>2</sub> içeren 37 °C’deki nemli karanlık ortamda 4 saat bekletildi (Şekil 3.19) (Öncel Torun, Torun, Demirkaya, Yavuz, Elçi, Sarper, & Avcu,2015).



**Şekil 3.19:** 0. saatte XTT solüsyonu uygulandıktan sonraki 96 kuyucuklu plakanın görünümü

Hücre canlılığının tespit edilmesi için XTT analizi karanlık ortamda ve oda ısısında gerçekleştirildi. Metabolize olmuş ortamın 492 nm'deki absorbansı bir mikropilaka okuyucu (Organon Teknika Microwell system, Reader 230s, Almanya) (Şekil 3. 20) ile gerçekleştirildi. Mikropilaka okuyucu ile Tablo 3.1'de açıklandığı gibi 96 kuyucuklu plakaya yerleştirilen solüsyonların ve hücrelerin XTT karışımı eklendikten sonraki absorbans değerleri ölçüldü. Renk değişimini gösteren optik dansite değerleri belirlendi. Test gruplarının hücre canlılığı, kontrol grubunun yüzdesi olarak belirlendi.



**Şekil 3.20:** Çalışmamızda kullanılan mikropilaka okuyucu (Organon Teknika Microwell system)

Test solüsyonlarının hücre canlılığı aşağıdaki denkleme uygun olarak belirlendi (Lee, Son, Noh, Koh, Chang, Hwang, & Oh, 2012):

$$\text{Hücre canlılığı (\%)} = \frac{\text{Test solüsyonunun optik dansite değeri}}{(+)\text{ kontrolün optik dansite değeri}} \times 100$$

### 3.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Bölümü'nde SPSS 19 (IBM SPSS Statistics 19, SPSS inc., an IBM Co., Somers, NY) programı kullanılarak gerçekleştirildi. SEM görüntülemesi ile elde edilen veriler iki gözlemci arasındaki uyumu belirlemek için kappa testi ile analiz edildi. SEM incelemesi için gruplar arasında farklılık olup olmadığı varyanslar homojen dağılım göstermediği için Kruskal Wallis testi ile değerlendirildi. İkili gruplar arasındaki çoklu karşılaştırmaları

incelemek için Bonferroni Correction Mann Whitney U testi kullanıldı. Sitotoksisite değerlendirmesinde, zaman ve grup etkisini incelemek için ANOVA testi kullanıldı. Çoklu karşılaştırmaları incelemek için Bonferroni uyumlaması yapıldı. İstatistiksel değerlendirmelerdeki anlamlılık düzeyi  $p<0,05$  olarak kabul edildi.





## 4. BULGULAR VE YORUM

### 4.1. KULLANILAN İRRİGASYON SOLÜSYONLARININ SMEAR TABAKASI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNE AİT SONUÇLAR

SEM görüntülerini değerlendiren iki gözlemci arasındaki uyum için kappa testi sonuçları; koronalde 0,849, ortada 0,758, apikalde 0,748'dir. Gözlemciler arasındaki genel kappa testi değeri ise 0,797 (iyi düzeyde uyum) olarak belirlendi.

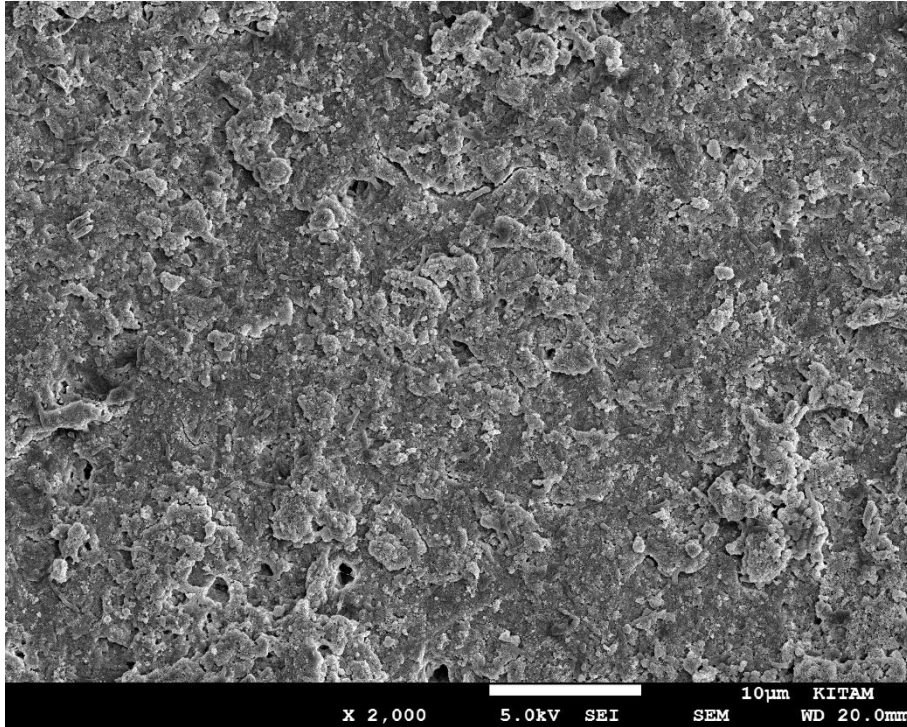
Çalışmamızda kullanılan irrigasyon solüsyonlarının smear tabakası uzaklaştırmadaki etkinlikleri Tablo 4.1'de gösterildi.

**Tablo 4.1:** Çalışmada kullanılan irrigasyon solüsyonlarının smear tabakası uzaklaştırma etkinliği

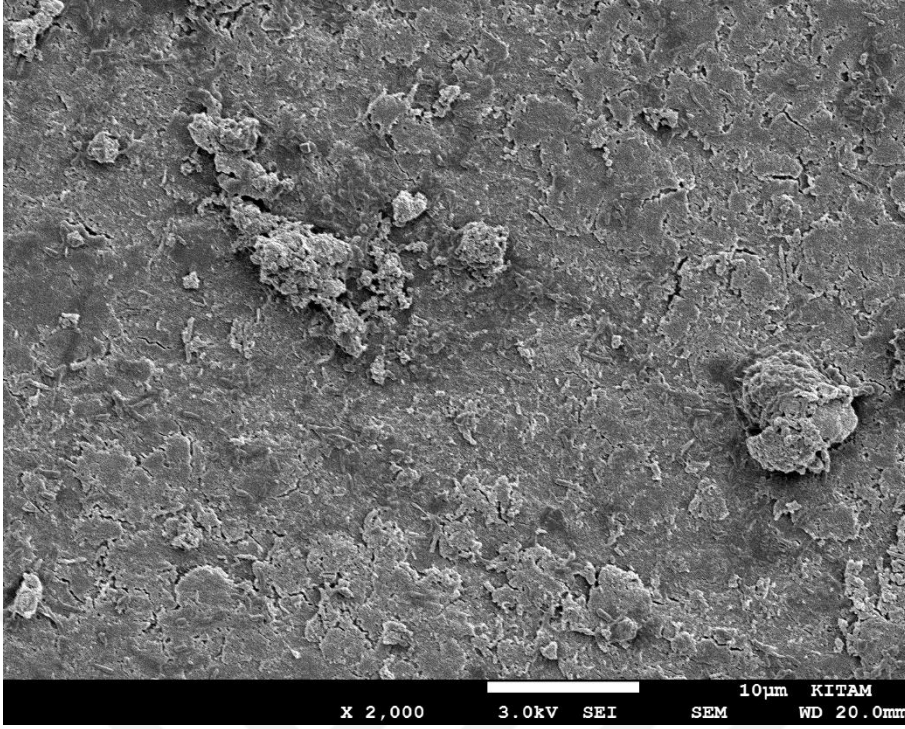
Grup	Bölge	Skor				Ortalama [Ç1-Ç3]	P
		1	2	3	4		
<i>Serum fiz. 22 °C</i>	Koronal	0	0	0	5	4[4-4]	0,999
	Orta	0	0	0	5	4[4-4]	
	Apikal	0	0	0	5	4[4-4]	
<i>Serum fiz. 37 °C</i>	Koronal	0	0	0	5	4[4-4]	0,999
	Orta	0	0	0	5	4[4-4]	
	Apikal	0	0	0	5	4[4-4]	
<i>EDTA 22 °C</i>	Koronal	11	1	0	0	1[1-1] <sup>a</sup>	<0,001
	Orta	8	4	0	0	1[1-2] <sup>a</sup>	
	Apikal	2	7	3	0	2[2-2,5] <sup>b</sup>	
<i>EDTA 37 °C</i>	Koronal	11	1	0	0	1[1-1] <sup>a</sup>	0,049
	Orta	10	2	0	0	1[1-1] <sup>ab</sup>	
	Apikal	6	6	0	0	1,5[1-2] <sup>b</sup>	
<i>MA 22 °C</i>	Koronal	8	4	0	0	1[1-2]	0,890
	Orta	8	4	0	0	1[1-2]	
	Apikal	7	5	0	0	1[1-2]	
<i>MA 37 °C</i>	Koronal	11	1	0	0	1[1-1]	0,053
	Orta	12	0	0	0	1[1-1]	
	Apikal	8	4	0	0	1[1-2]	
<i>CA 22 °C</i>	Koronal	8	4	0	0	1[1-2] <sup>a</sup>	<0,001
	Orta	9	3	0	0	1[1-1,5] <sup>a</sup>	
	Apikal	0	11	1	0	2[2-2] <sup>b</sup>	
<i>CA 37 °C</i>	Koronal	10	2	0	0	1[1-1] <sup>ab</sup>	0,015
	Orta	11	1	0	0	1[1-1] <sup>a</sup>	
	Apikal	5	7	0	0	2[1-2] <sup>b</sup>	
<i>PAA 22 °C</i>	Koronal	0	6	6	0	2,5[2-3] <sup>ab</sup>	0,018
	Orta	0	10	2	0	2[2-2] <sup>a</sup>	
	Apikal	0	3	9	0	3[2,5-3] <sup>b</sup>	
<i>PAA 37 °C</i>	Koronal	0	5	7	0	3[2-3]	0,108
	Orta	0	10	2	0	2[2-2]	
	Apikal	0	8	4	0	2[2-3]	

Buna göre; 22 °C'deki ve 37 °C'deki serum fizyolojik ile irrigasyon yapılan gruplarda smear tabakasının uzaklaşmadığı görülmektedir (Şekil 4.1- 4.6). 22 °C'deki ve 37 °C'deki %17'lik EDTA, %7'lik MA, %10'luk CA ve %2,25'lik PAA'in smear tabakasını uzaklaştırdığı belirlendi (Şekil 4.7- 4.36).

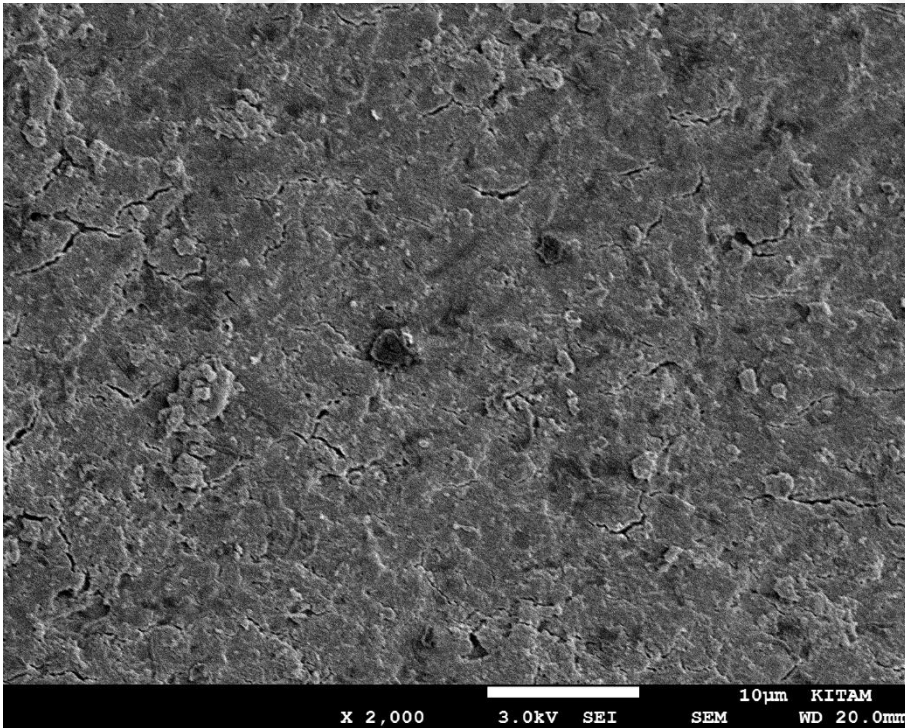
Şekil 4.1-4.3'de görüldüğü gibi 5 ml 22 °C'deki serum fizyolojik ile 1 dk yıkama sonrası 5 ml distile suyun 1 dk süre ile kök kanallarına uygulandığı örneklerde smear tabakasının uzaklaştırılmadığı görülmektedir. Bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilemedi ( $p>0,05$ ).



**Şekil 4.1:** 22 °C'deki serum fizyolojik ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

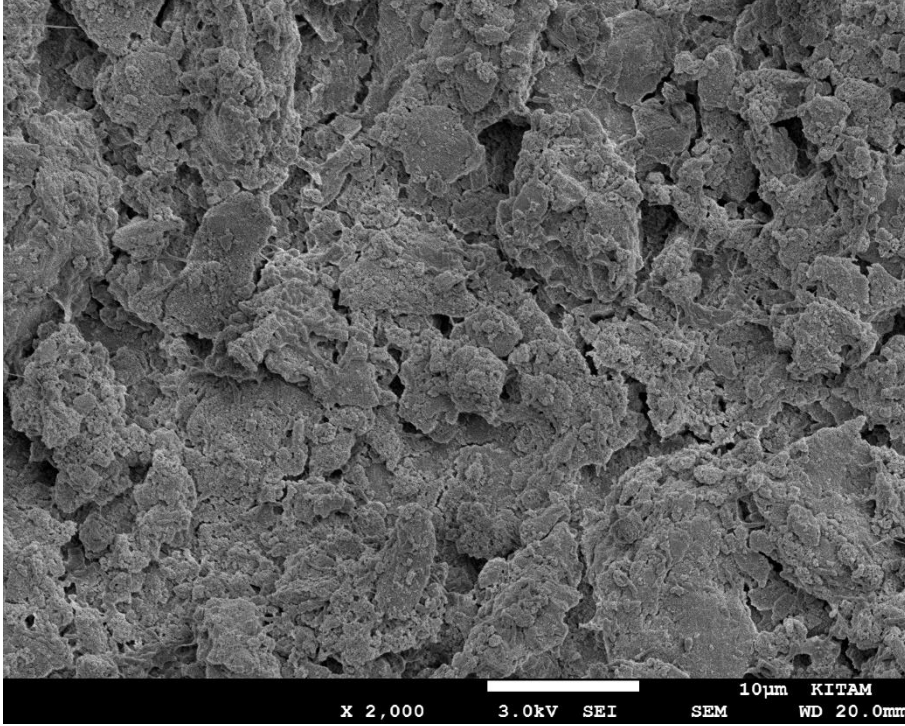


**Şekil 4.2:** 22 °C'deki serum fizyolojik ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

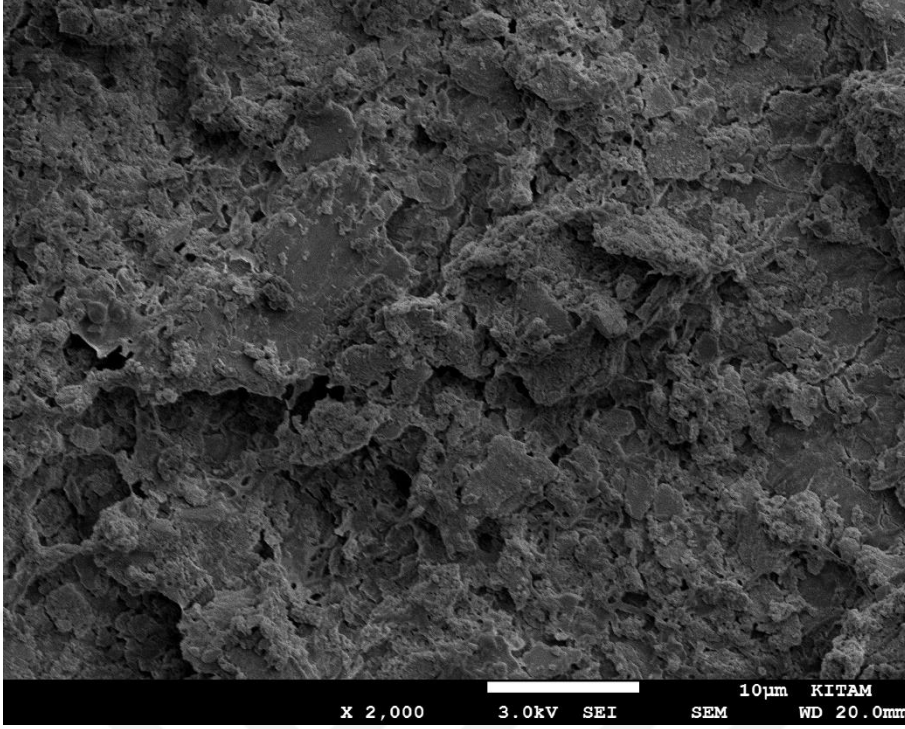


**Şekil 4.3:** 22 °C'deki serum fizyolojik ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

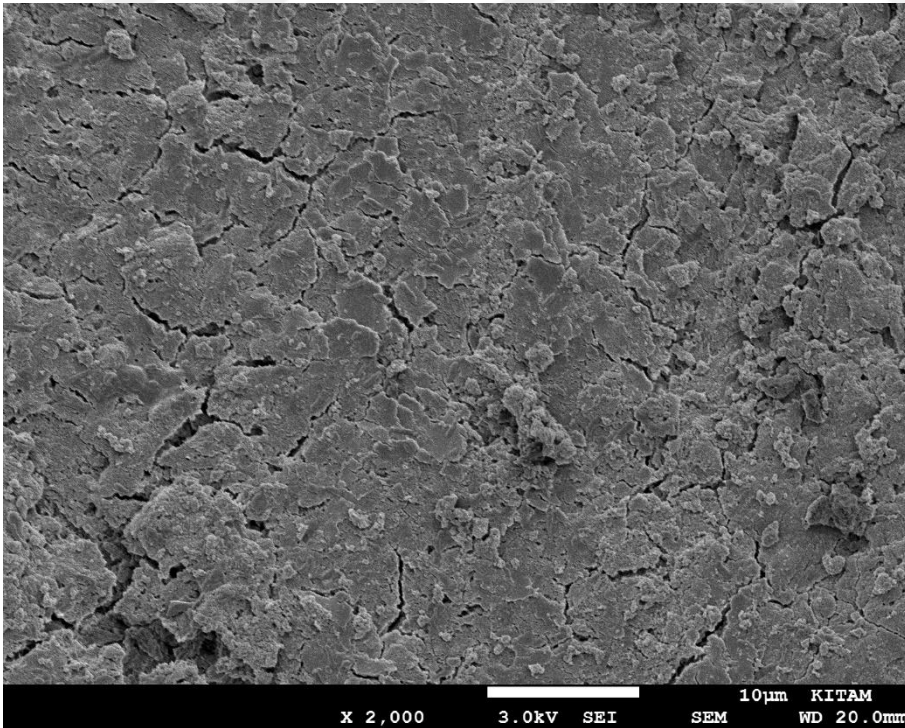
Şekil 4.4–4.6’da görüldüğü gibi 5 ml 37 °C’deki serum fizyolojik ile 1 dk yıkama sonrası 5 ml distile suyun 1 dk süre ile kök kanallarına uygulandığı örneklerde kök kanalının koronal, orta ve apikal üçlüsünden smear tabakasının uzaklaştırılmadığı görülmektedir. Her üç bölge arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi ( $p>0,05$ ).



Şekil 4.4: 37 °C’deki serum fizyolojik ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

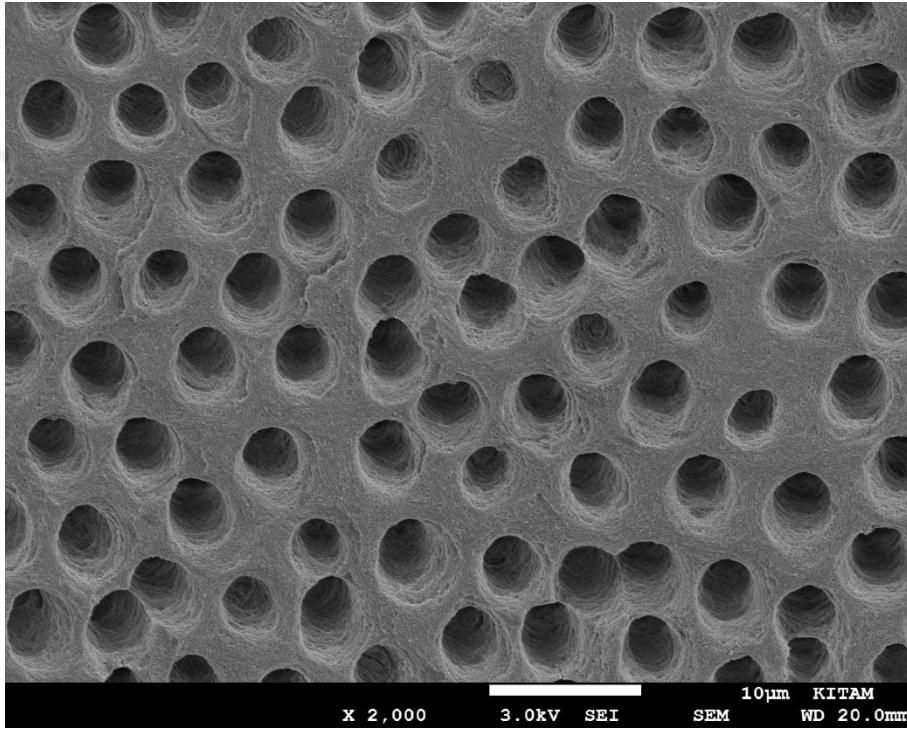


**Şekil 4.5:** 37 °C'deki serum fizyolojik ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

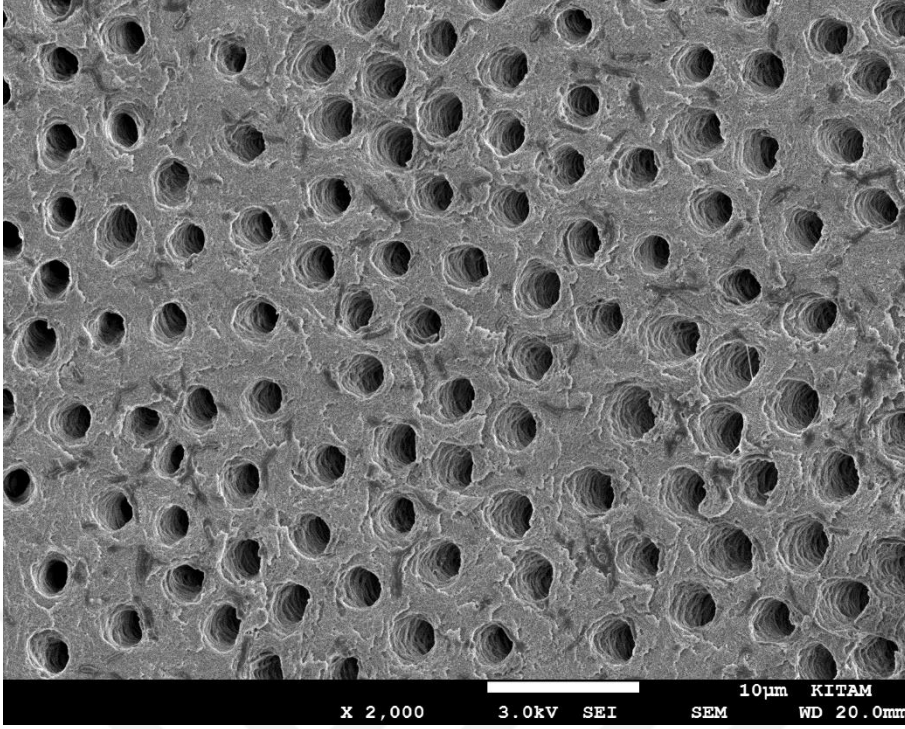


**Şekil 4.6:** 37 °C'deki serum fizyolojik ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

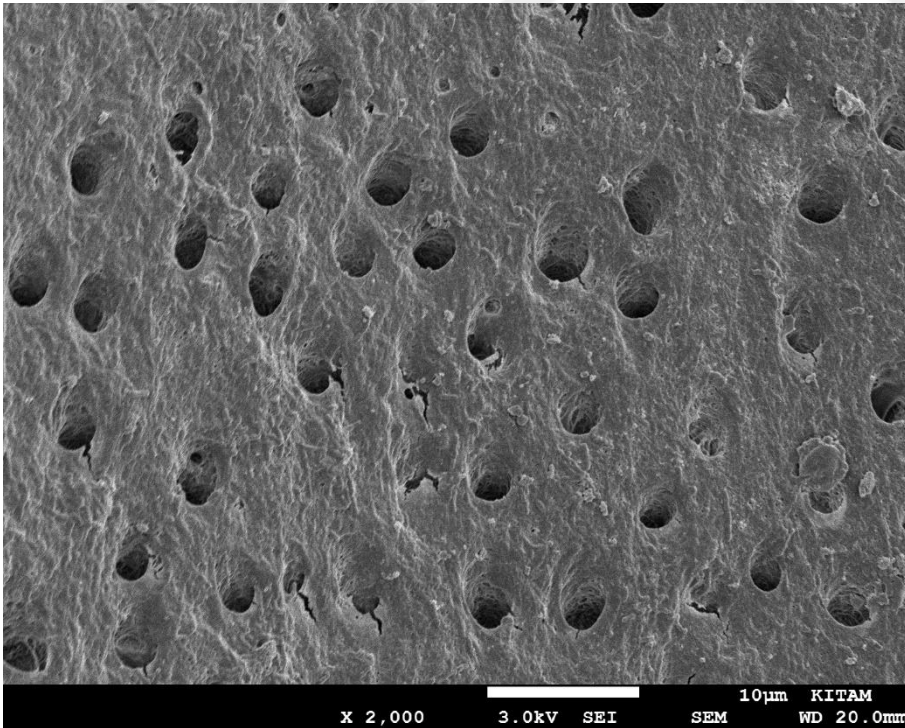
Şekil 4.7 - 4.9'de görüldüğü gibi 5 ml 22 °C'deki %17'lik EDTA ile 1 dk yıkama sonrası 5 ml distile suyun 1 dk süre ile uygulandığı örneklerde smear tabakasının koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinden uzaklaştırıldığı görülmektedir. Apikal üçlü bölgesinde koronal ve orta üçlü bölgesine göre istatistiksel olarak anlamlı daha az dentin tübülü açıldığı belirlendi ( $p<0.001$ ). Ayrıca; kök kanallarının 5 ml 22 °C'deki %17'lik EDTA ile 1 dk yıkanması sonrası koronal bölgede şiddetli dentin erozyonu olduğu görüldü (Şekil 4.10).



Şekil 4.7: 22 °C'deki %17'lik EDTA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

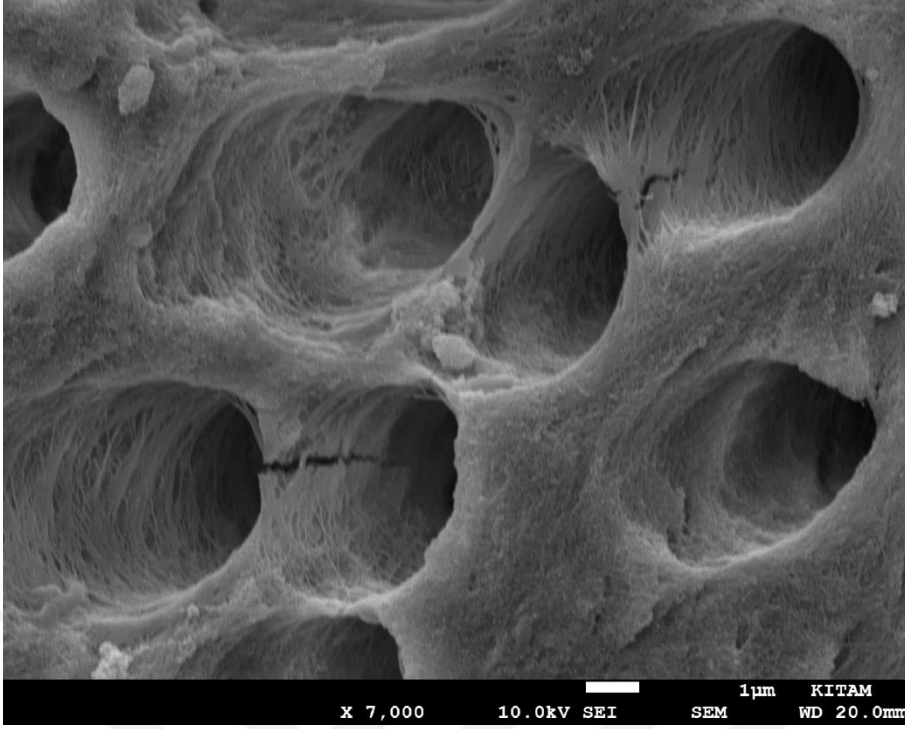


**Şekil 4.8:** 22 °C'deki %17'lik EDTA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü



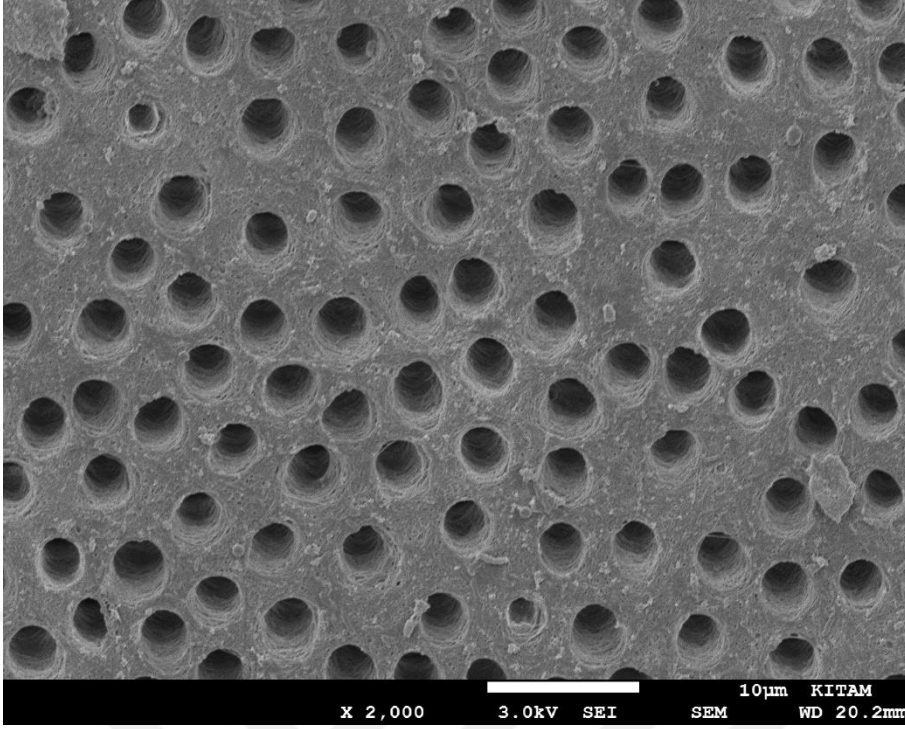
**Şekil 4.9:** 22 °C'deki %17'lik EDTA ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü



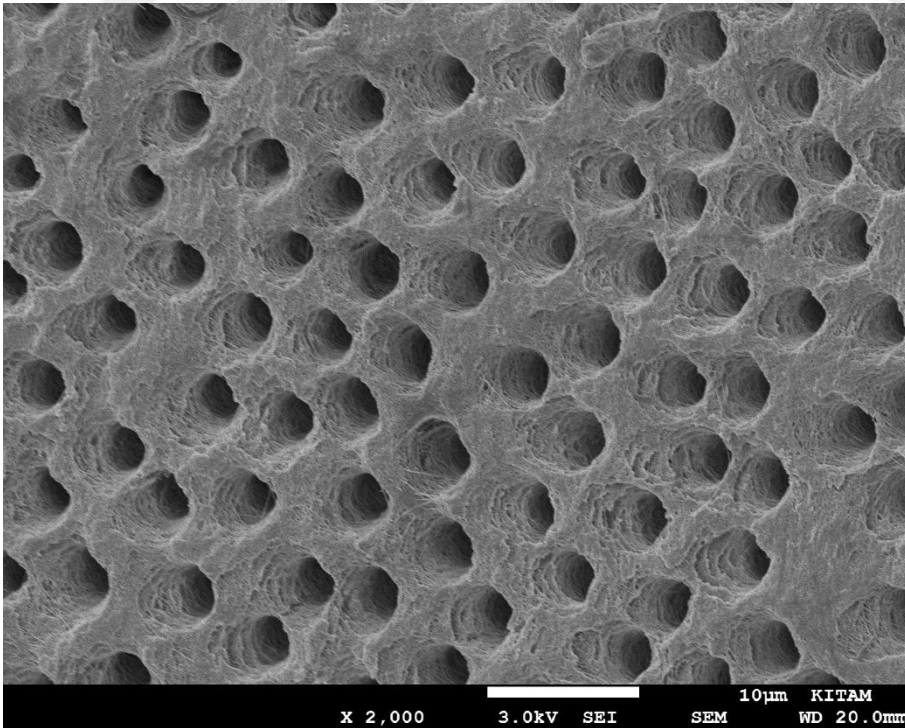


**Şekil 4.10:** 22 °C'deki %17'lik EDTA ile 1 dk yıkama sonucu oluşan koronal bölgedeki dentin erozyonu

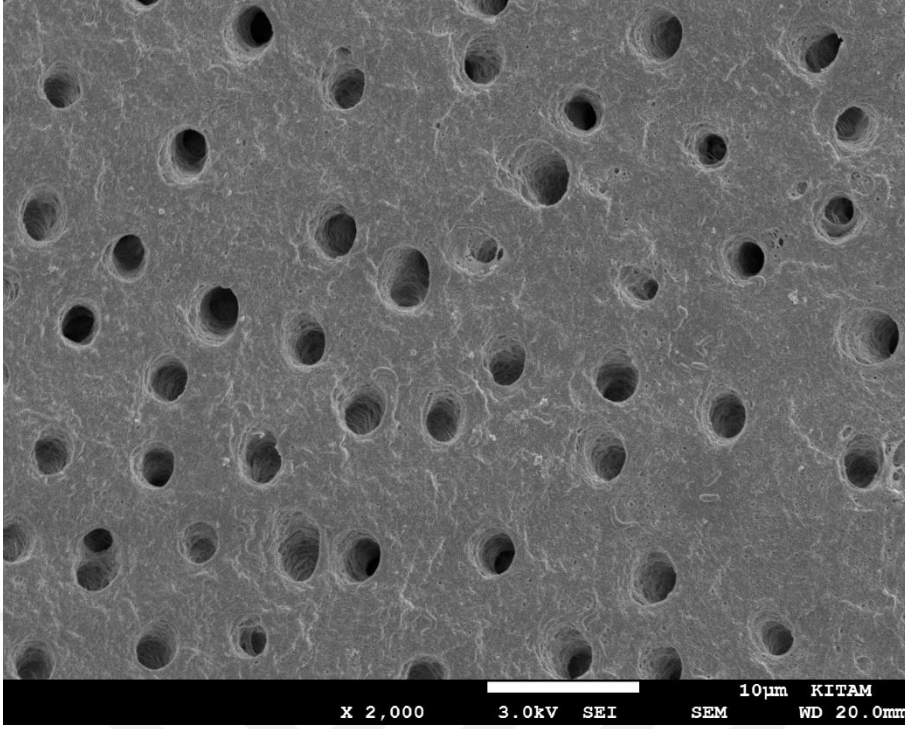
Şekil 4.11-4.13'de görüldüğü gibi 5 ml 37 °C'deki %17'lik EDTA ile 1 dk yıkama sonrası 5 ml distile suyun 1 dk süre ile uygulandığı örneklerde smear tabakasının koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinden uzaklaştırıldığı görülmektedir. Apikal üçlü bölgesinde koronal ve orta üçlü bölgesine göre daha az dentin tübülü açıldığı belirlendi. Koronal bölge ile apikal bölge arasında istatistiksel olarak farklılık gözlenmekteyken ( $p < 0,05$ ), orta bölümler aralarında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamaktadır. Ayrıca; kök kanallarının 5 ml 37 °C'deki %17'lik EDTA ile 1 dk yıkanması sonrası koronal bölgede şiddetli dentin erozyonu olduğu görüldü (Şekil 4.14).



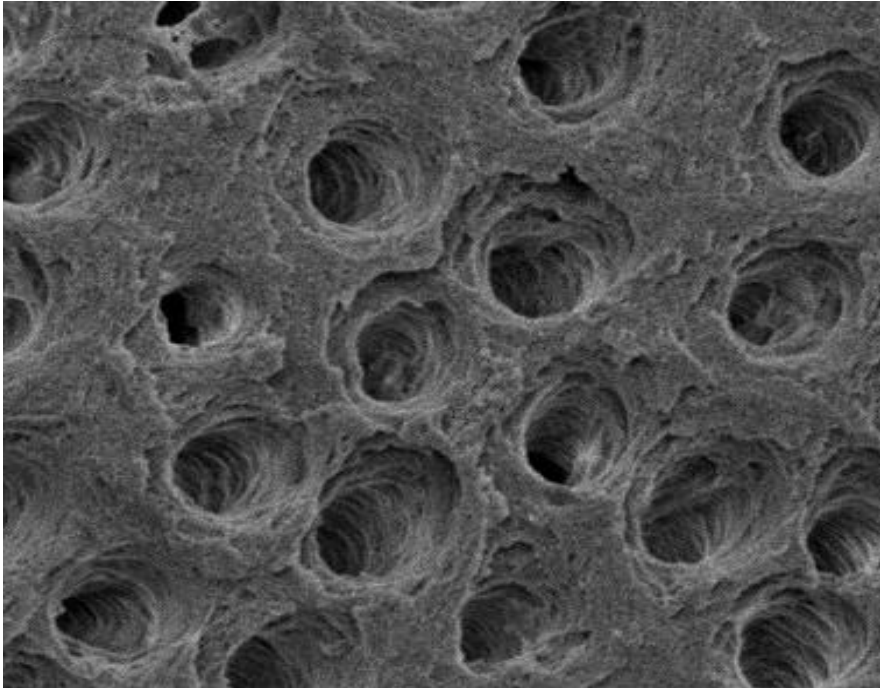
**Şekil 4.11:** 37 °C'deki %17'lik EDTA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü



**Şekil 4.12:** 37 °C'deki %17'lik EDTA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

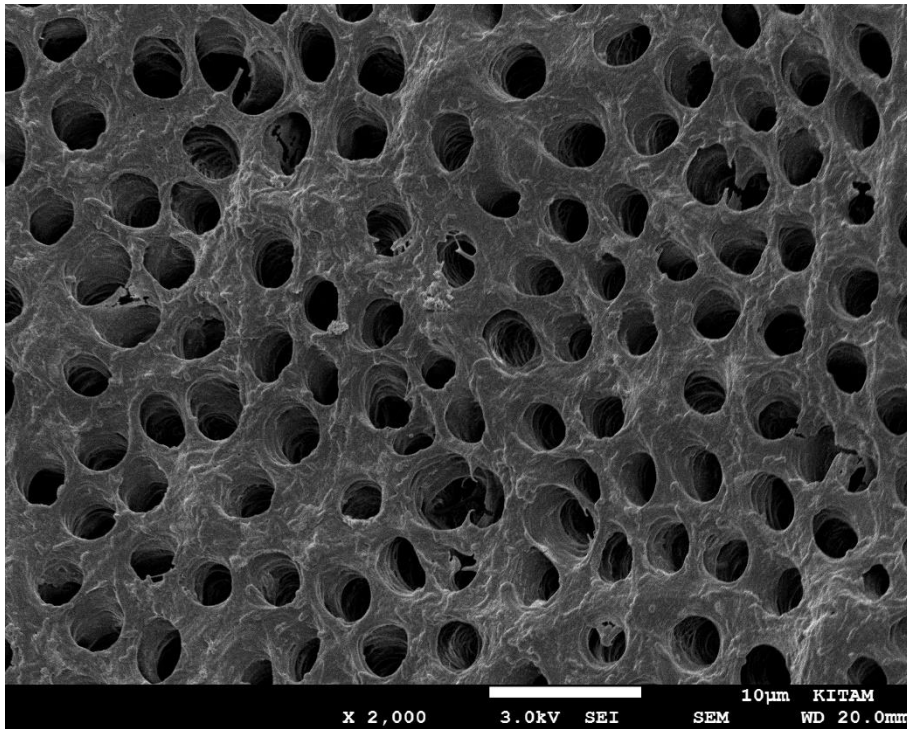


**Şekil 4.13:** 37 °C'deki %17'lik EDTA ile irrigasyon sonrası apikal uçlu bölgesinden alınan SEM görüntüsü

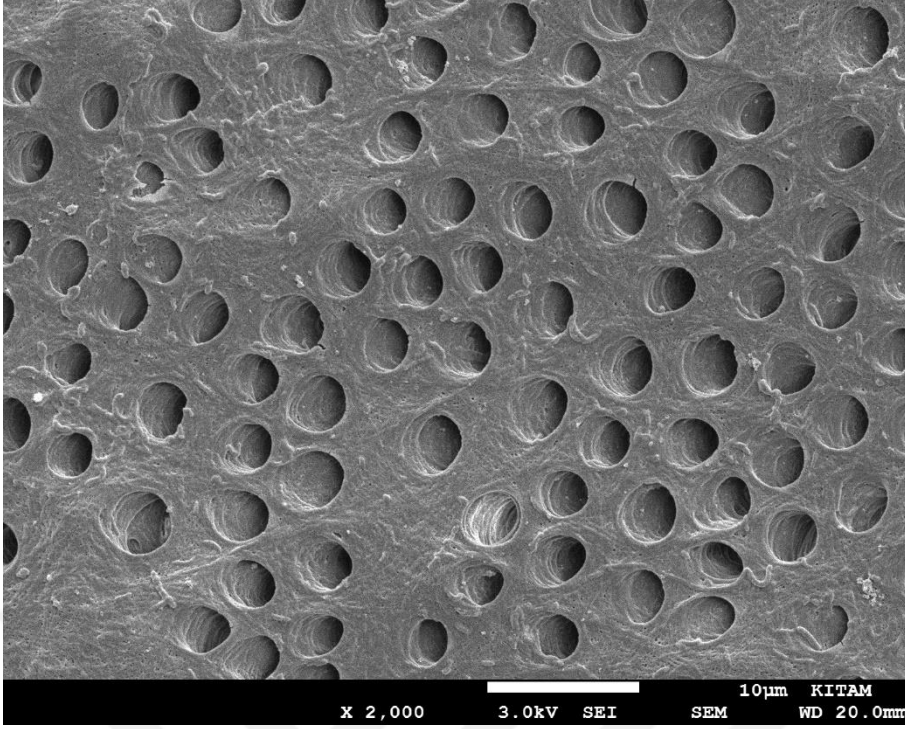


**Şekil 4.14:** 37 °C'deki %17'lik EDTA ile 1 dk yıkama sonucu oluşan koronal bölgedeki şiddetli dentin erozyonu

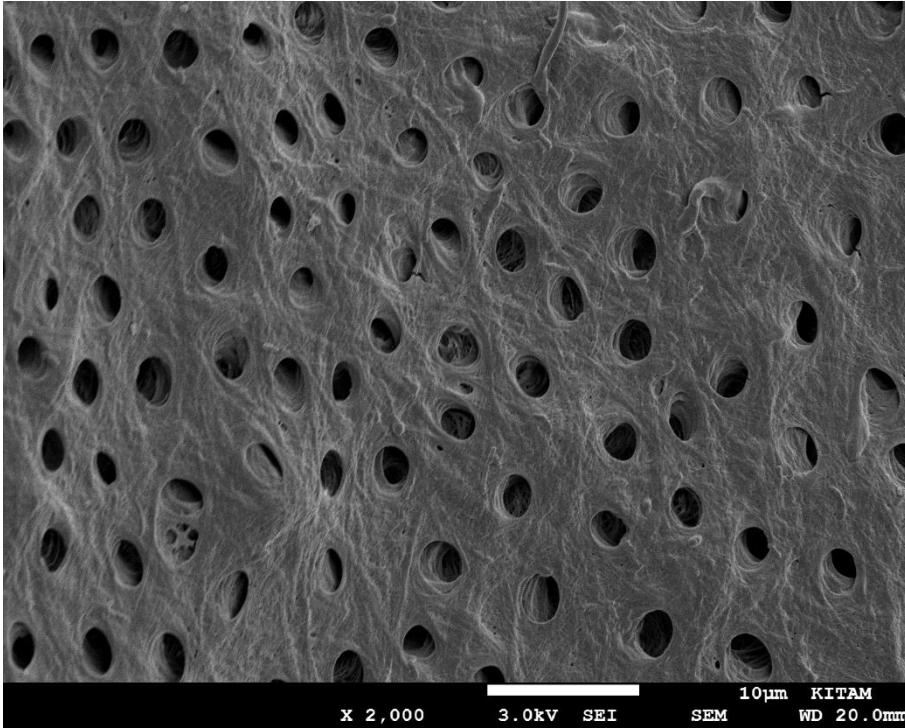
Şekil 4.15 - 4.17'de görüldüğü gibi 5 ml 22 °C'deki %7'lik MA ile 1 dk yıkama sonrası 5 ml distile suyun 1 dk süre ile uygulandığı örneklerde smear tabakasının koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinde uzaklaştırıldığı görülürken bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmedi ( $p>0,05$ ). Ayrıca; kök kanallarının 5 ml 22 °C'deki %7'lik MA ile 1 dk yıkanması sonrası apikal bölgede orta düzeyde dentin erozyonu olduğu görüldü (Şekil 4.18).



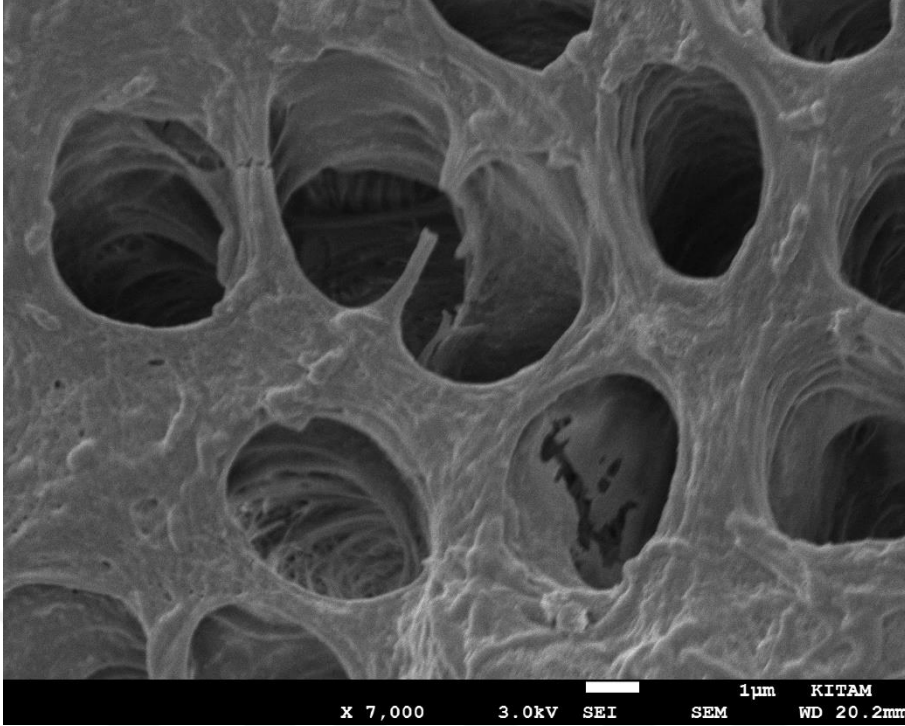
Şekil 4.15: 22 °C'deki %7'lik MA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü



Şekil 4.16: 22 °C'deki %7'lik MA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

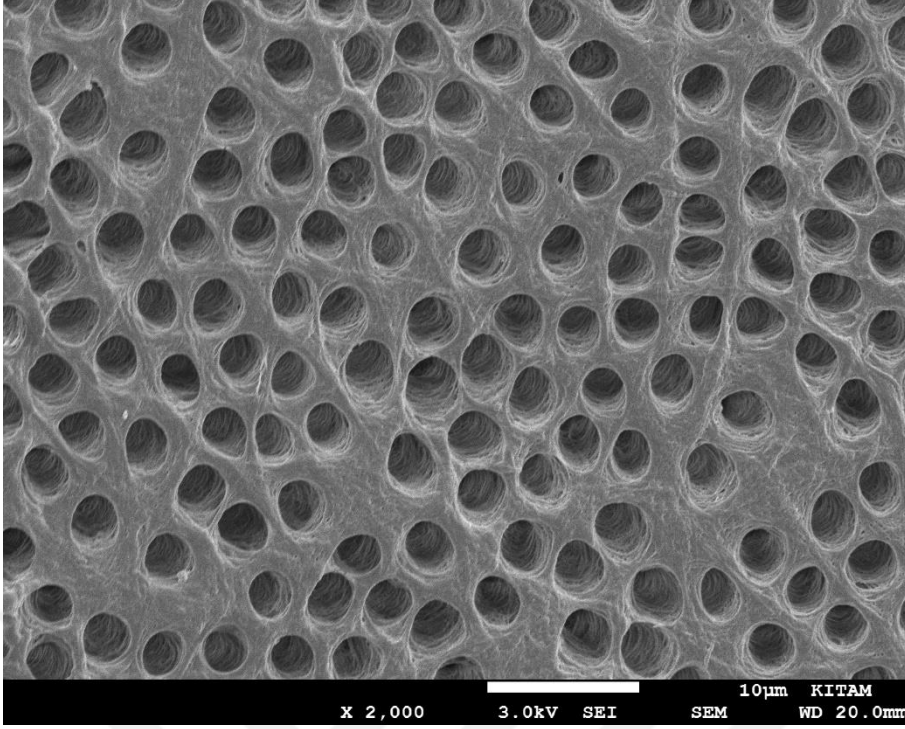


Şekil 4.17: 22 °C'deki %7'lik MA ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

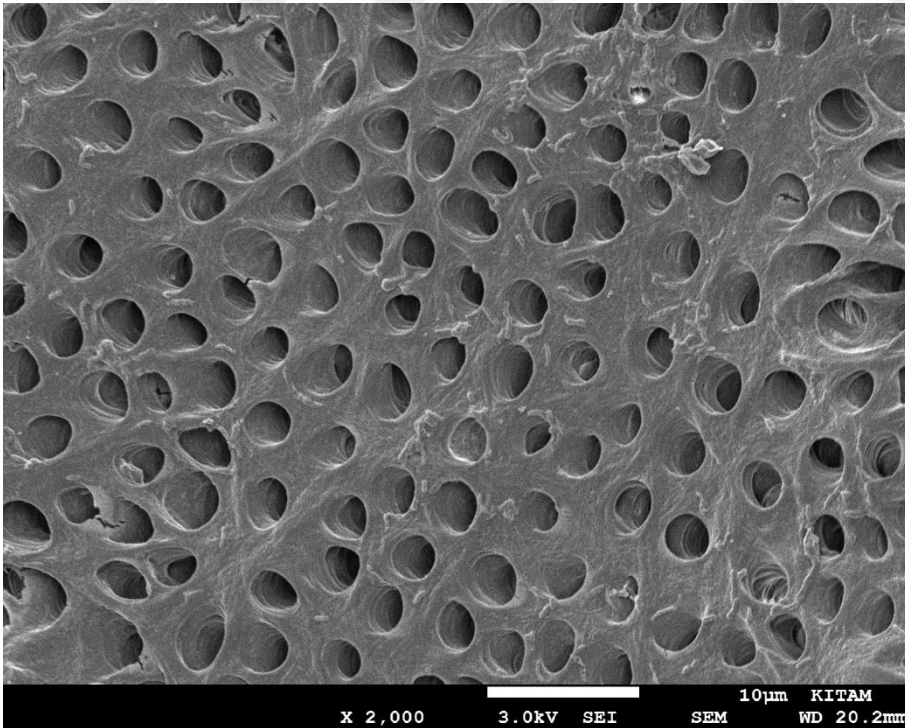


**Şekil 4.18:** 22 °C'deki %7'lik MA ile 1 dk yıkama sonucu oluşan dentin erozyonu

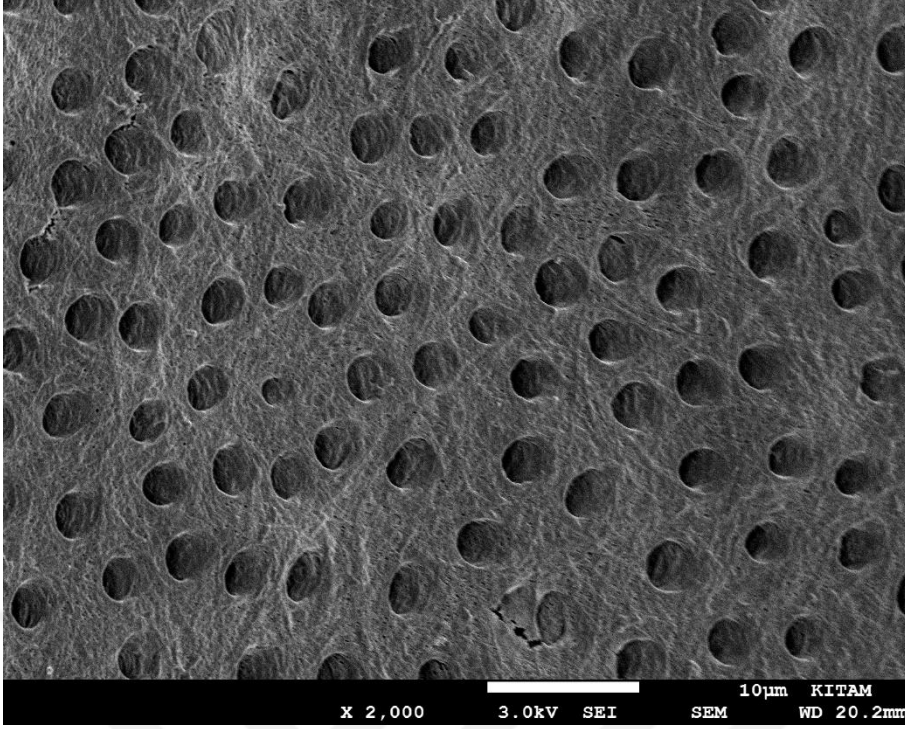
Şekil 4.19 - 4.21'de görüldüğü gibi 5 ml 37 °C'deki %7'lik MA ile 1 dk yıkama sonrası 5 ml distile suyun 1 dk süre ile uygulandığı örneklerde smear tabakasının koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinde uzaklaştırıldığı görülmektedir. Koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinde birbirine benzer miktarda dentin tübülü açıldığı belirlendi ( $p>0,05$ ). Ayrıca; kök kanalları 5 ml 37 °C'deki %7'lik MA ile 1 dk yıkama sonrası apikal bölgede hafif düzeyde dentin erozyonu oluştuğu görüldü (Şekil 4.22).



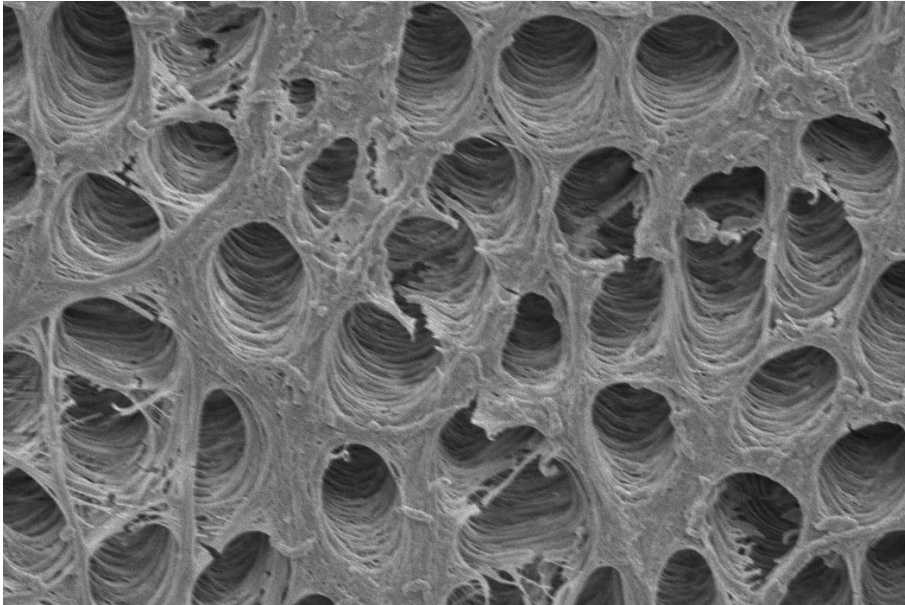
**Şekil 4.19:** 37 °C'deki %7'lik MA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü



**Şekil 4.20:** 37 °C'deki %7'lik MA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü



**Şekil 4.21:** 37 °C'deki %7'lik MA ile irrigasyon sonrası apikal uçlu bölgesinden alınan SEM görüntüsü

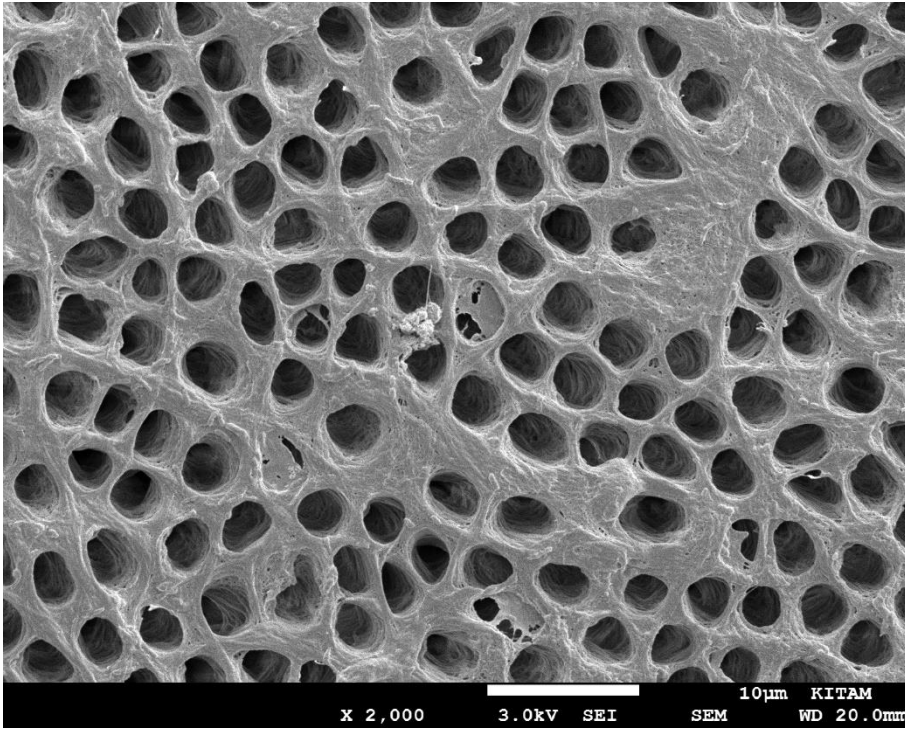


**Şekil 4.22:** 37 °C'deki %7'lik MA ile 1 dk yıkama sonucu oluşan dentin erozyonu

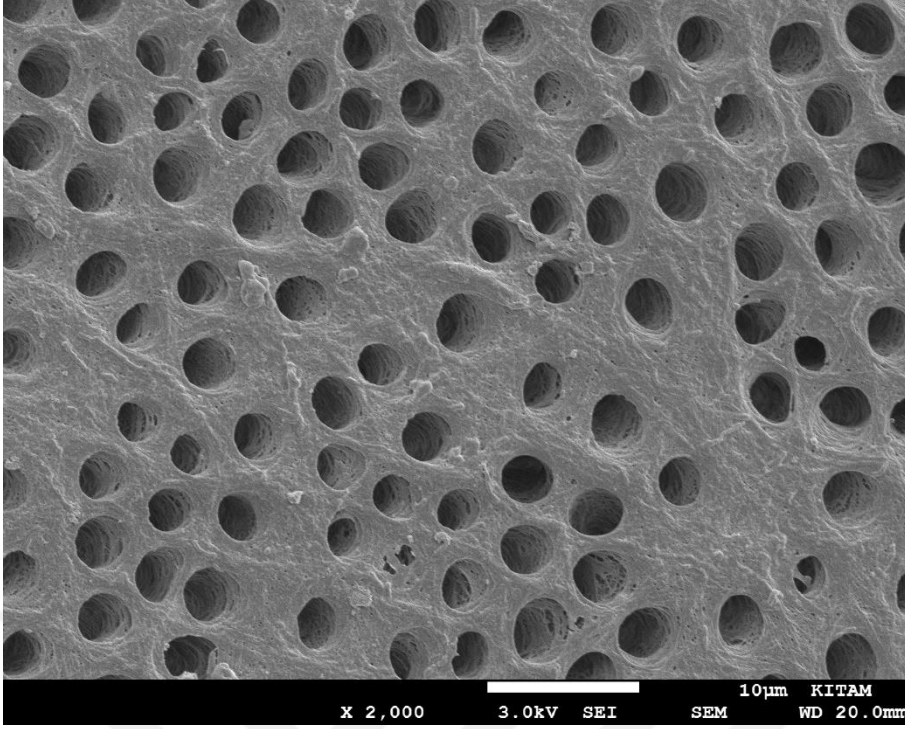
Şekil 4.23-4.25'de görüldüğü gibi 5 ml 22 °C'deki %10'luk CA ile 1 dk yıkama sonrası 5 ml distile suyun 1 dk süre ile uygulandığı örneklerde smear tabakasının koronal, orta



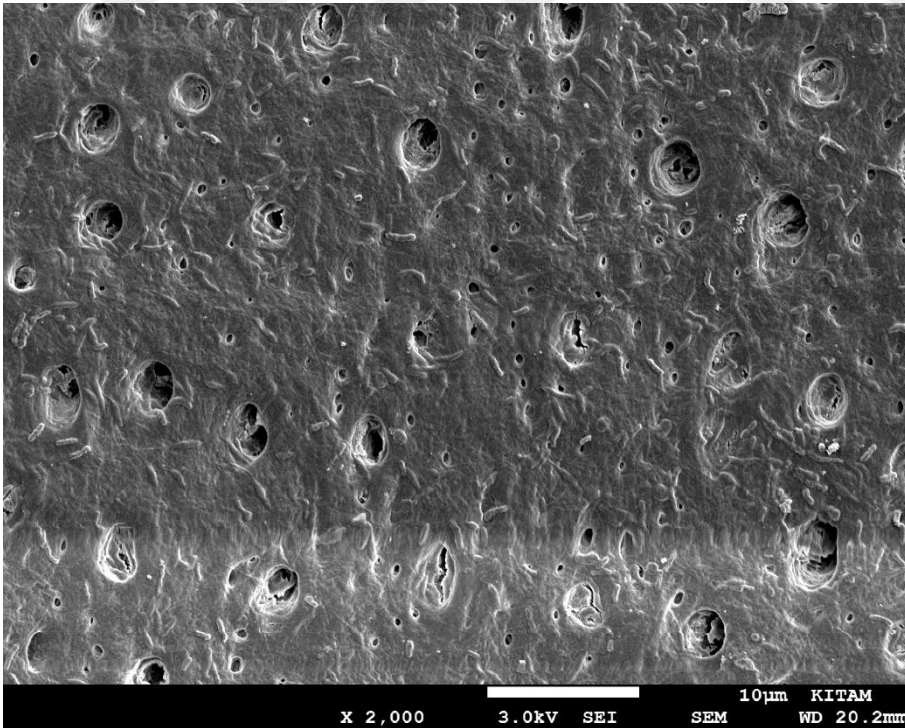
ve apikal uçlu bölgesinden uzaklaştırıldığı görülmektedir. Apikal uçlu bölgesinde koronal ve orta uçlu bölgesine göre daha az dentin tübülü açıldığı belirlendi. Koronal uçlu ve orta uçlu bölgesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yokken ( $p>0,05$ ), apikal uçlu bölgesi ile koronal ve orta uçlu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p<0.001$ ). Ayrıca; kök kanalları 5 ml 22 °C'deki %10'luk CA ile 1 dk yıkama sonrası koronal bölgede şiddetli dentin erozyonu olduğu görüldü (Şekil 4.26).



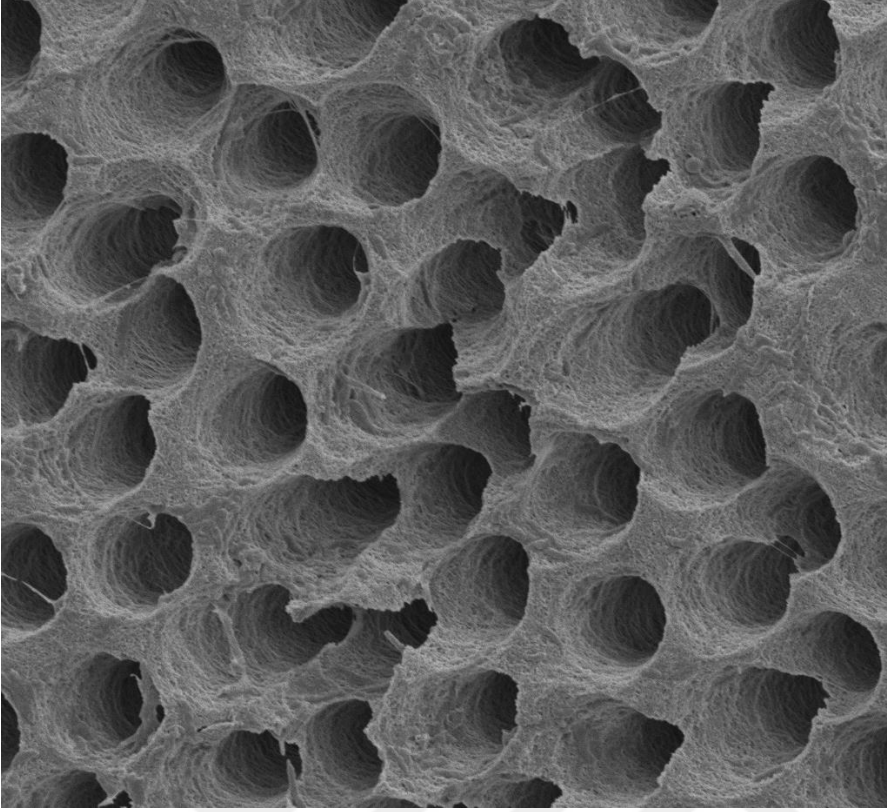
**Şekil 4.23:** 22 °C'deki %10'luk CA ile irrigasyon sonrası koronal uçlu bölgesinden alınan SEM görüntüsü



Şekil 4.24: 22 °C'deki %10'luk CA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

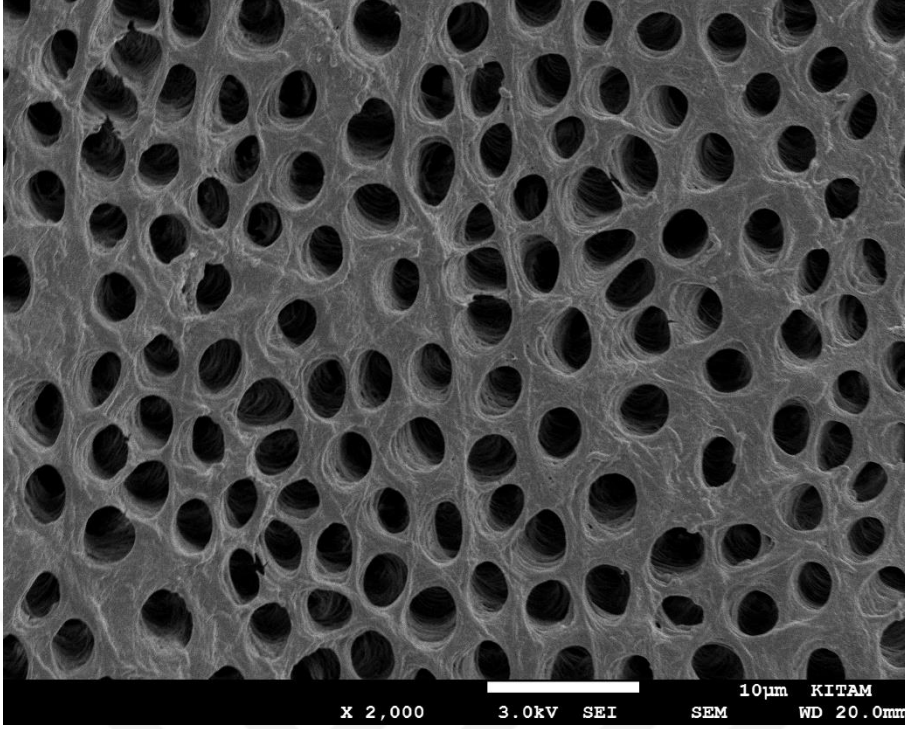


Şekil 4.25: 22 °C'deki %10'luk CA ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

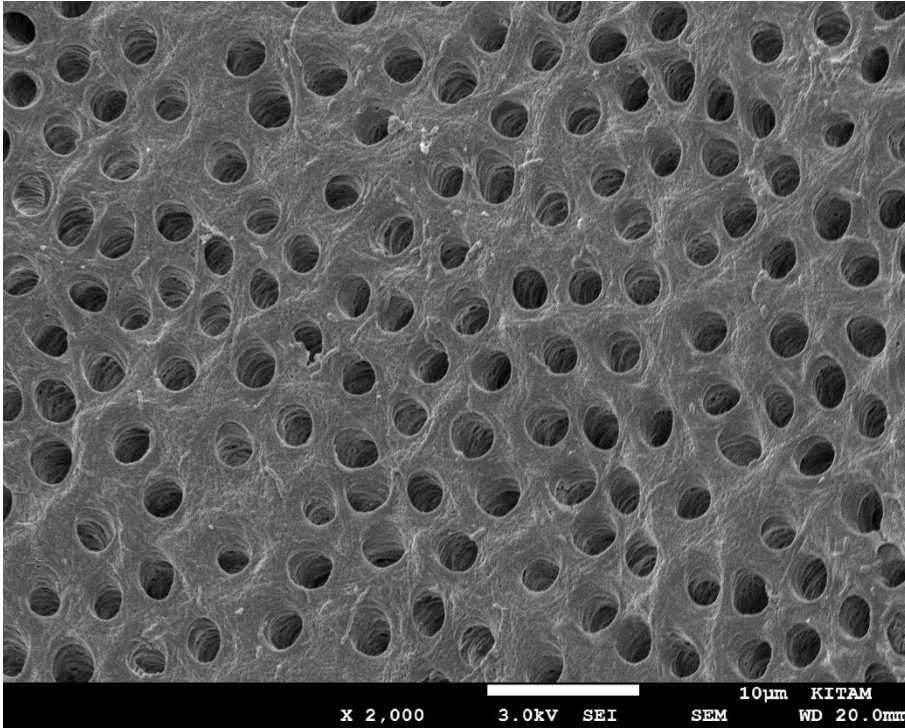


**Şekil 4.26:** 22 °C'deki %10'luk CA ile 1 dk yıkama sonucu oluşan dentin erozyonu

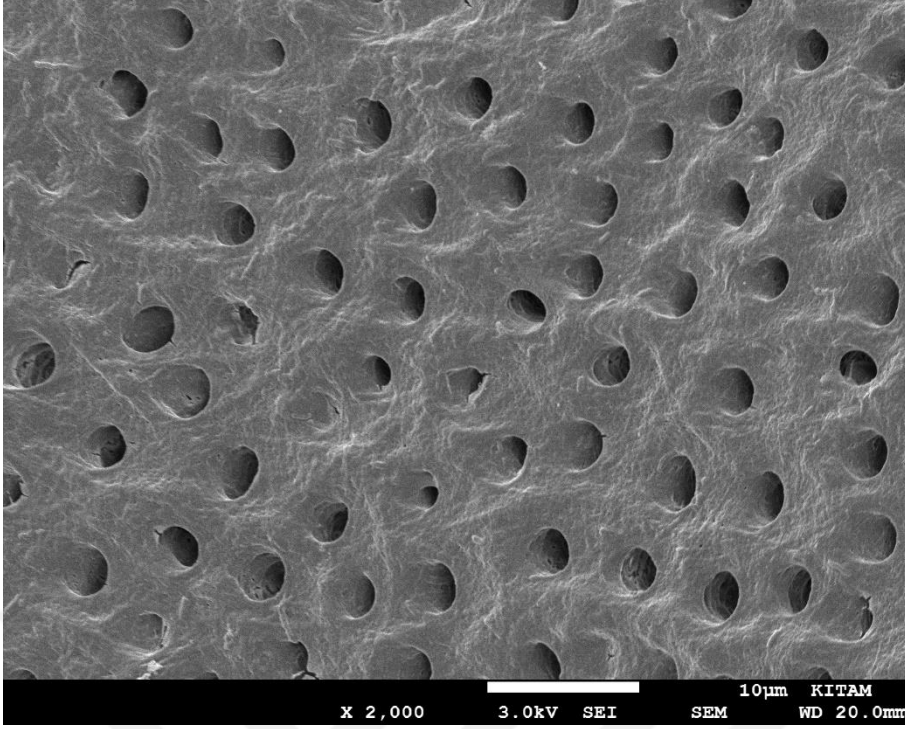
Şekil 4.27 - 4.29'de görüldüğü gibi 5 ml 37 °C'deki %10'luk CA ile 1 dk yıkama sonrası 5 ml distile suyun 1 dk süre ile uygulandığı örneklerde smear tabakasının koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinden uzaklaştırıldığı görülmektedir. Apikal üçlü bölgesinde koronal ve orta üçlü bölgesine göre daha az dentin tübülü açıldığı belirlendi. Orta bölüm ile apikal bölüm arasında istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmekteyken ( $p < 0,05$ ), koronal bölüm ile diğer her iki bölüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p > 0,05$ ). Ayrıca; kök kanallarının 5 ml 37 °C'deki %10'luk CA ile 1 dk yıkanması sonrası koronal bölgede orta düzeyde dentin erozyonu olduğu görüldü (Şekil 4.30).



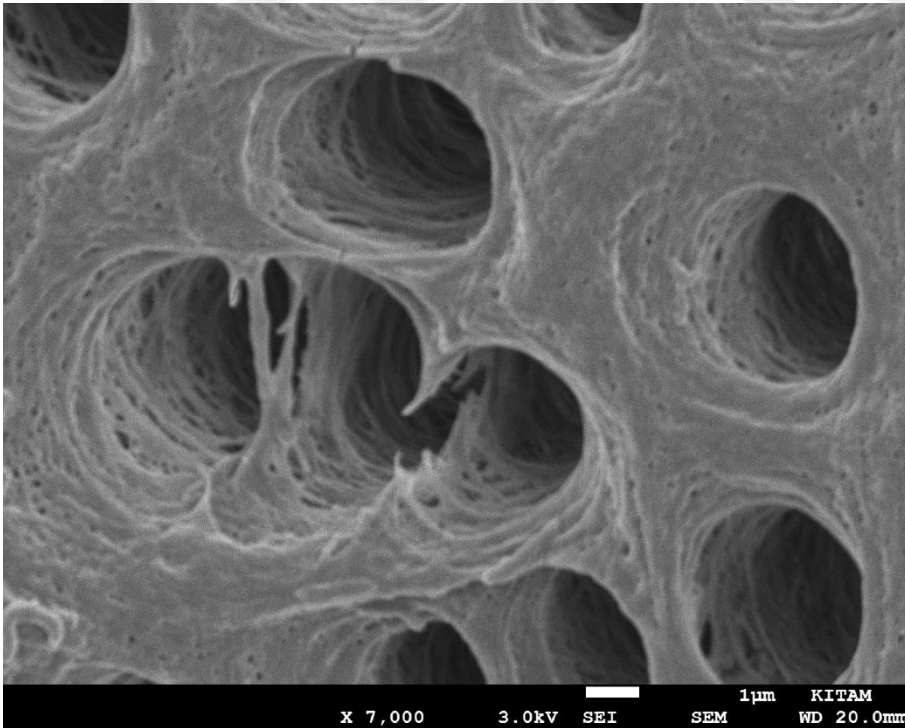
Şekil 4.27: 37 °C'deki %10'luk CA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü



Şekil 4.28: 37 °C'deki %10'luk CA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

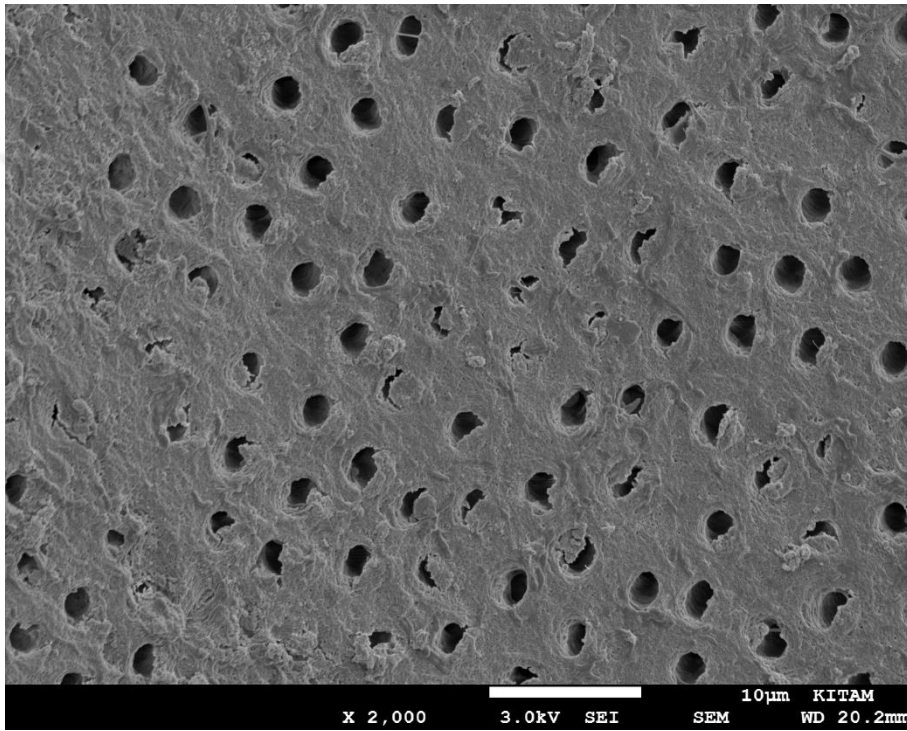


**Şekil 4.29:** 37 °C'deki %10'luk CA ile irrigasyon sonrası apikal uçlu bölgesinden alınan SEM görüntüsü

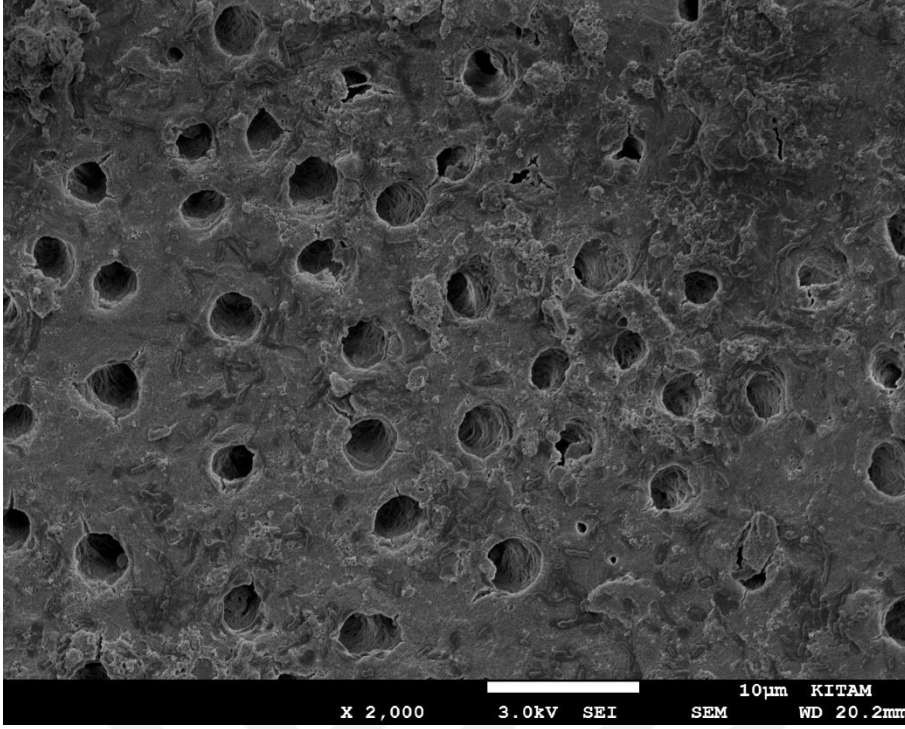


**Şekil 4.30:** 37 °C'deki %10'luk CA ile 1 dk yıkama sonucu oluşan dentin erozyonu

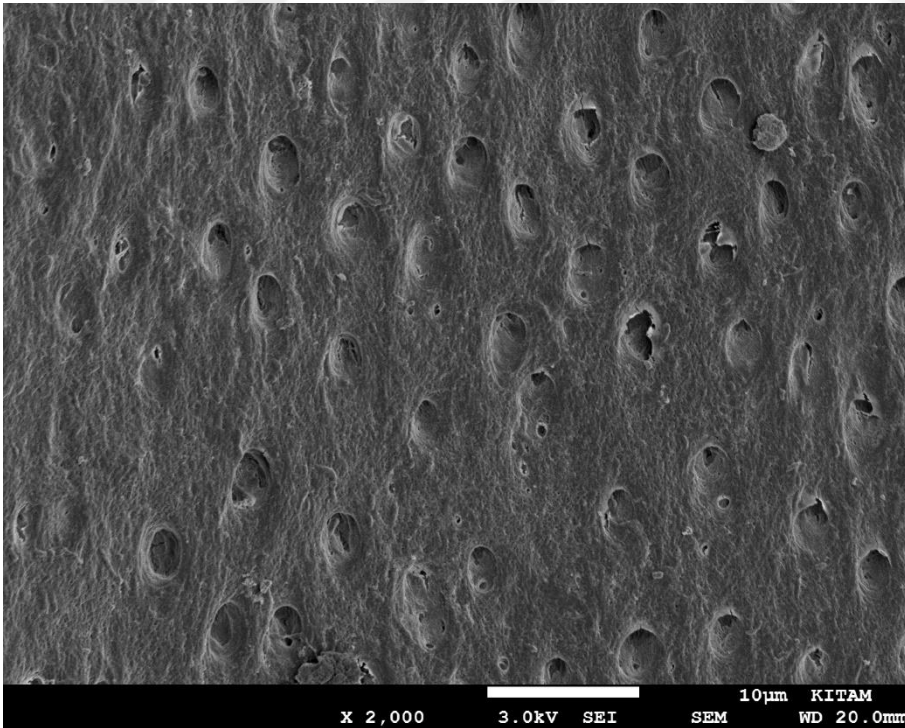
Şekil 4.31 - 4.33'de görüldüğü gibi 5 ml 22 °C'deki %2,25'lik PAA ile 1 dk yıkama sonrası 5 ml distile suyun 1 dk süre ile uygulandığı örneklerde smear tabakasının koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinden kısmen uzaklaştırıldığı görülmektedir. Orta üçlü ve apikal üçlü bölgeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık varken ( $p<0,001$ ), koronal üçlü bölgesi ile aralarında farklılık bulunmadı ( $p>0,05$ ). Ayrıca; kök kanalları 5 ml 22 °C'deki %2,25'lik PAA ile 1 dk yıkanması sonrası dentin tübüllerinde erozyona rastlanılmadı.



Şekil 4.31: 22 °C'deki %2,25'lik PAA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

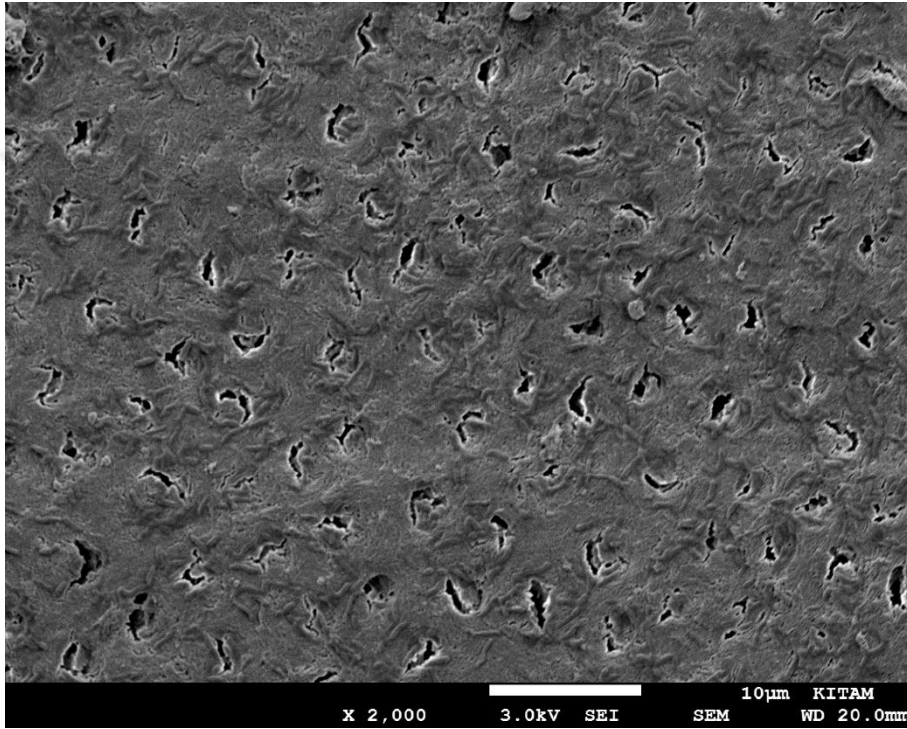


Şekil 4.32: 22 °C'deki %2,25'lik PAA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü



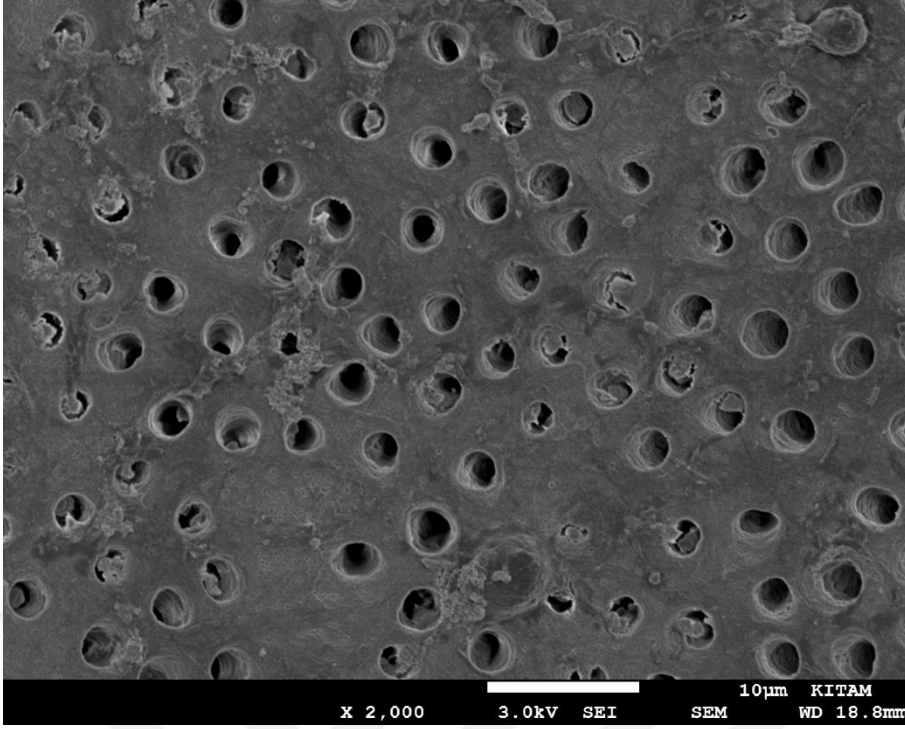
Şekil 4.33: 22 °C'deki %2,25'lik PAA ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

Şekil 4.34 - 4.36'de görüldüğü gibi 5 ml 37 °C'deki %2,25'lik PAA ile 1 dk yıkama sonrası 5 ml distile suyun 1 dk süre ile uygulandığı örneklerde smear tabakasının koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinden kısmen uzaklaştırıldığı görülmektedir. Koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmaksızın birbirine benzer miktarda dentin tübülü açıldığı belirlendi ( $p>0,05$ ). Ayrıca; kök kanalları 5 ml 37 °C'deki %2,25'lik PAA ile 1 dk yıkanması sonrası dentin tübüllerinde erozyona rastlanılmadı.

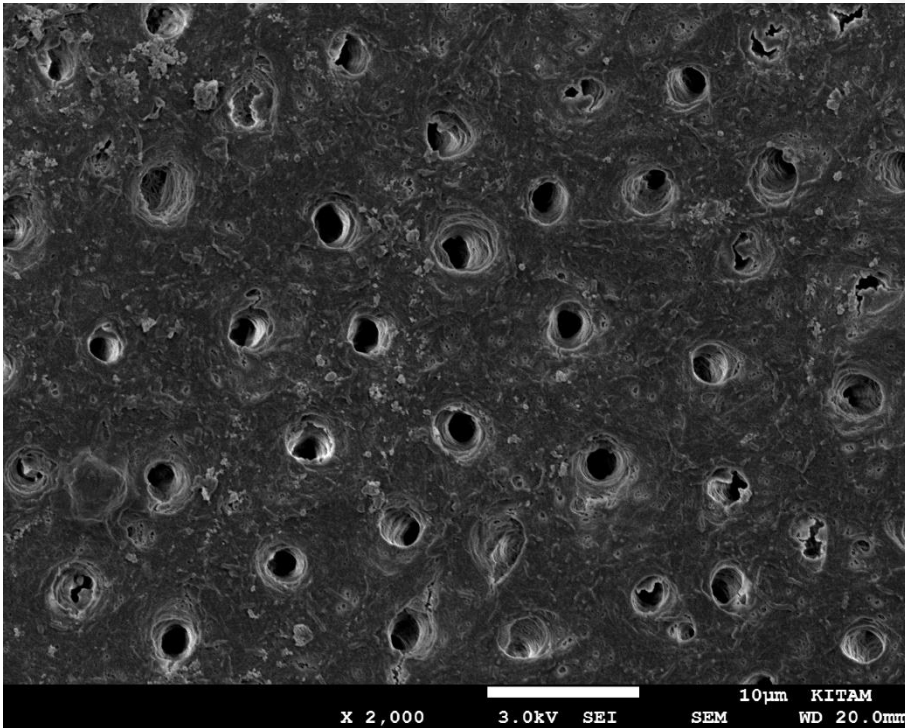


Şekil 4.34: 37 °C'deki %2,25'lik PAA ile irrigasyon sonrası koronal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü





Şekil 4.35: 37 °C'deki %2,25'lik PAA ile irrigasyon sonrası orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü



Şekil 4.36: 37 °C'deki %2,25'lik PAA ile irrigasyon sonrası apikal üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüsü

Kullanılan irrigasyon solüsyonlarının bölgesel olarak smear tabakası uzaklaştırma etkinliği sonuçları Tablo 4.2’de gösterildi. Kök kanallarının koronal bölgesinde; serum fizyolojik ve PAA solüsyonlarının 22 °C ve 37 °C’de sıcaklıklardaki smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken ( $p>0,05$ ), EDTA, MA, CA solüsyonlarının 22 °C ve 37 °C’de sıcaklıklardaki etkinlikleri ile aralarında istatistiksel olarak farklılık görüldü ( $p<0,001$ ). EDTA, MA, CA gruplarının 22 °C ve 37 °C’de sıcaklıklardaki smear tabakası uzaklaştırmadaki etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ( $p>0,05$ ). Buna göre; koronal bölgede smear tabakasını 22 °C ve 37 °C’deki EDTA, MA, CA solüsyonları, 22 °C ve 37 °C’deki PAA ve serum fizyolojik solüsyonlarından daha iyi uzaklaştırdı.

Kök kanallarının koronal bölgesine benzer şekilde orta bölgesinde de; 22 °C ve 37 °C’deki serum fizyolojik ve PAA solüsyonlarının smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken ( $p>0,05$ ), 22 °C ve 37 °C’deki EDTA, MA, CA solüsyonlarının etkinlikleri ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görüldü ( $p<0,001$ ). 22 °C ve 37 °C’deki EDTA, MA, CA solüsyonlarının smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ( $p>0,05$ ). Buna göre; orta bölgede 22 °C ve 37 °C’deki EDTA, MA, CA solüsyonları, 22 °C ve 37 °C’deki PAA ve serum fizyolojik solüsyonlara göre smear tabakasını daha iyi uzaklaştırdı.

Kök kanallarının apikal bölgesinde; 22 °C ve 37 °C’deki serum fizyolojik solüsyonları ile 22 °C’deki EDTA ve 22 °C’deki CA ve 22 °C ve 37 °C’deki PAA solüsyonları arasında smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ( $p>0,05$ ). Ayrıca; 37 °C’deki EDTA solüsyonu ile 22 °C ve 37 °C’deki MA ve 22 °C ve 37 °C’deki CA solüsyonları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktu ( $p>0,05$ ). Apikal bölgede en iyi sonuçları veren 22 °C ve 37 °C’deki MA solüsyonları ile 22

°C ve 37 °C'deki serum fizyolojik solüsyonları ve 22 °C'deki PAA solüsyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulundu ( $p < 0,001$ ). Buna göre; apikal bölgede sırasıyla 37 °C ve 22 °C'deki MA, 37 °C'deki EDTA, 37 °C ve 22 °C'deki CA, 22 °C'deki EDTA, 37 °C ve 22 °C'deki PAA solüsyonları smear tabakasını etkin bir şekilde uzaklaştırmıştır.

**Tablo 4.2:** SEM incelemesi sonrası grupların istatistik değerlendirmesi

Bölge	Grup	Skor				Ortalama [Ç1-Ç3]	p
		1,00	2,00	3,00	4,00		
<i>Koronal</i>	Serum fiz. 22 °C	0	0	0	5	4[4-4] <sup>a</sup>	<0,001
	Serum fiz. 37 °C	0	0	0	5	4[4-4] <sup>a</sup>	
	EDTA 22 °C	11	1	0	0	1[1-1] <sup>b</sup>	
	EDTA 37 °C	11	1	0	0	1[1-1] <sup>b</sup>	
	MA 22 °C	8	4	0	0	1[1-2] <sup>b</sup>	
	MA 37 °C	11	1	0	0	1[1-1] <sup>b</sup>	
	CA 22 °C	8	4	0	0	1[1-2] <sup>b</sup>	
	CA 37 °C	10	2	0	0	1[1-1] <sup>b</sup>	
	PAA 22 °C	0	6	6	0	2,5[2-3] <sup>a</sup>	
	PAA 37 °C	0	5	7	0	3[2-3] <sup>a</sup>	
<i>Orta</i>	Serum fiz. 22 °C	0	0	0	5	4[4-4] <sup>a</sup>	<0,001
	Serum fiz. 37 °C	0	0	0	5	4[4-4] <sup>a</sup>	
	EDTA 22 °C	8	4	0	0	1[1-2] <sup>b</sup>	
	EDTA 37 °C	10	2	0	0	1[1-1] <sup>b</sup>	
	MA 22 °C	8	4	0	0	1[1-2] <sup>b</sup>	
	MA 37 °C	12	0	0	0	1[1-1] <sup>b</sup>	
	CA 22 °C	9	3	0	0	1[1-1,5] <sup>b</sup>	
	CA 37 °C	11	1	0	0	1[1-1] <sup>b</sup>	
	PAA 22 °C	0	10	2	0	2[2-2] <sup>a</sup>	
	PAA 37 °C	0	10	2	0	2[2-2] <sup>a</sup>	
<i>Apikal</i>	Serum fiz. 22 °C	0	0	0	5	4[4-4] <sup>a</sup>	<0,001
	Serum fiz. 37 °C	0	0	0	5	4[4-4] <sup>a</sup>	
	EDTA 22 °C	2	7	3	0	2[2-2,5] <sup>acde</sup>	
	EDTA 37 °C	6	6	0	0	1,5[1-2] <sup>bd</sup>	
	MA 22 °C	7	5	0	0	1[1-2] <sup>bc</sup>	
	MA 37 °C	8	4	0	0	1[1-2] <sup>bc</sup>	
	CA 22 °C	0	11	1	0	2[2-2] <sup>ab</sup>	
	CA 37 °C	5	7	0	0	2[1-2] <sup>be</sup>	
	PAA 22 °C	0	3	9	0	3[2,5-3] <sup>a</sup>	
	PAA 37 °C	0	8	4	0	2[2-3] <sup>acde</sup>	

Tablo 4.2’de görüldüğü gibi çalışmamızda kullanılan irrigasyon solüsyonlarının sıcaklık değişiklikleri (22 -37 C°) solüsyonların smear tabakası uzaklaştırma etkinliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadı ( $p>0,05$ ).

#### 4.2. KULLANILAN İRRİGASYON SOLÜSYONLARININ SİTOTOKSİSİTE İNCELEMESİNE AİT SONUÇLAR

İrrigasyon solüsyonlarının sitotoksitesini değerlendirmek için XTT analizi kullanıldı. 22 °C’deki ve 37 °C’deki %17’lik EDTA, %7’lik MA, %10’luk CA ve %2,25’lik PAA ve serum fizyolojik solüsyonlarının sitotoksitesi 0, 6, 12, 24 saatlik kısa dönem ve 1, 3, 5, 7 günlük uzun dönemde incelendi. Zaman periyotlarına göre araştırılan yıkama solüsyonlarının hücre canlılık oranları Tablo 4.3’de sunuldu.

0. Saatte kontrol grubuna kıyasla 22 °C’deki ve 37 °C’deki MA ile 22 °C’deki ve 37 °C’deki serum fizyolojik grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı seviyede hücre canlılığında artma tespit edildi ( $p<0,05$ ). Diğer gruplar ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı seviyede hücre canlılığında azalma tespit edildi ( $p<0,05$ ). 0. saatte en sitotoksik solüsyon 22 °C’deki ve 37 °C’deki %2,25 PAA solüsyonuydu.

6. saatte kontrol grubuna göre 22 °C’deki ve 37 °C’deki MA gruplarında hücre çoğalmasında artış görüldü. Bu artış 37 °C’deki MA grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturdu ( $p<0,05$ ). Kontrol grubuna göre 22 °C’deki ve 37 °C’deki serum fizyolojik gruplarında hücre canlılığında azalma tespit edildi. Bu azalma 37 °C’deki serum fizyolojik grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturdu ( $p<0,05$ ). 6. saatte en sitotoksik solüsyon 22 °C’deki ve 37 °C’deki %2,25’lik PAA solüsyonuydu ve 22 °C’deki ve 37 °C’deki %17’lik EDTA solüsyonu ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi ( $p>0,05$ ).

12. saatteki değerlendirmede 22 °C'deki ve 37 °C'deki %7'lik MA grupları ile 37 °C'deki serum fizyolojik grubu, kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmaksızın hücre çoğalmasında artışa neden oldu. 12. saatte en sitotoksik solüsyonlar olan 22 °C'deki ve 37 °C'deki PAA solüsyonları ile 22 °C'deki ve 37 °C'deki EDTA solüsyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi ( $p>0,05$ ).

24 saatlik ve 1 günlük değerlendirmede 22 °C'deki ve 37 °C'deki MA grupları ile 37 °C'deki serum fizyolojik grubu, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı seviyede hücre çoğalmasında artışa neden oldu ( $p<0,05$ ). Kontrol grubu ile 22 °C'deki serum fizyolojik grubu arasında anlamlı bir fark tespit edilmezken, 22 °C'deki ve 37 °C'deki PAA, EDTA ve CA grupları istatistiksel olarak anlamlı seviyede hücre canlılığında azalmaya sebep oldu ( $p<0,05$ ). Bu periyotta en sitotoksik solüsyonlar olan 22 °C'deki ve 37 °C'deki PAA solüsyonları ile 22 °C'deki ve 37 °C'deki EDTA ve CA solüsyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi ( $p<0,05$ ).

3 günlük değerlendirmede kontrol grubuna göre 22 °C'deki ve 37 °C'deki MA gruplarında istatistiksel olarak anlamlı seviyede hücre çoğalmasında artış, diğer gruplarda ise hücre canlılığında azalma tespit edildi ( $p<0,05$ ). 22 °C'deki ve 37 °C'deki PAA 3. günde en sitotoksik solüsyon olmasına rağmen 22 °C'deki ve 37 °C'deki EDTA, 22 °C'deki CA ve 22 °C'deki serum fizyolojik solüsyonları ile aralarında anlamlı bir farklılık bulunmadığı ( $p>0,05$ ), diğer solüsyonlar ile aralarında anlamlı bir farklılık olduğu belirlendi ( $p<0,05$ ).

5 günlük değerlendirmede 22 °C'deki ve 37 °C'deki %7'lik MA grupları ile kontrol grubu arasında hücre çoğalmasında istatistiksel farklılık görülmedi ( $p>0,05$ ), diğer gruplarda ise hücre canlılığında azalma tespit edildi ( $p<0,05$ ). 37 °C'deki serum fizyolojik solüsyonu 5. günde en sitotoksik solüsyon olmasına rağmen; 22 °C'deki serum fizyolojik ve 22 °C'deki PAA solüsyonları ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ( $p>0,05$ ).

7 günlük değerlendirmede kontrol grubuna göre tüm gruplardaki hücre çoğalmasında istatistiksel olarak anlamlı derecede azalma belirlendi ( $p<0,05$ ). 22 °C'deki ve 37 °C'deki CA solüsyonunun sitotoksitesinin daha yüksek olduğu ve diğer solüsyonlar ile aralarında anlamlı bir farklılık olduğu belirlendi ( $p<0,05$ ) (Tablo 4.3).

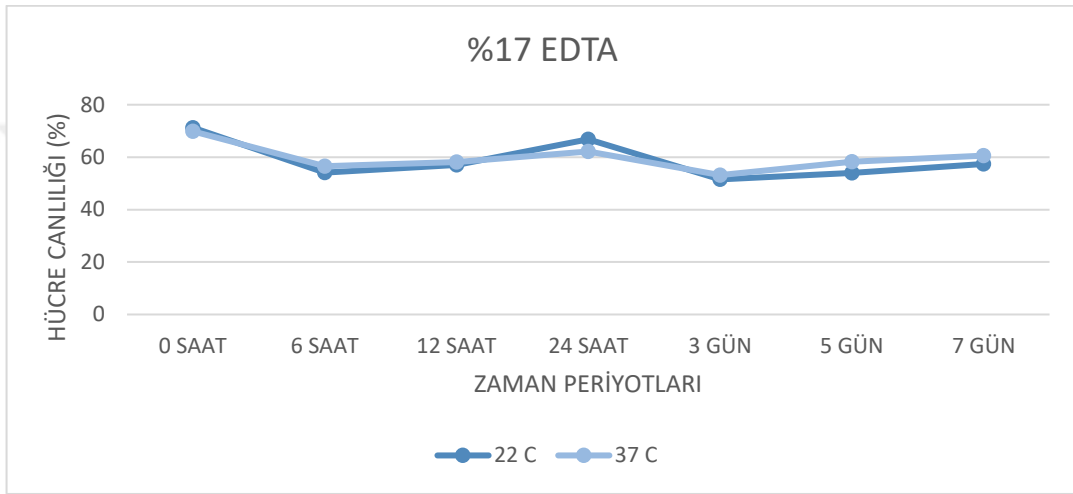
**Tablo 4.3:** Zaman periyotlarına göre hücre canlılık oranlarının ortalama  $\pm$  SD, minimum ve maksimum değerleri

Zaman Periyotları	Gruplar	Hücre canlılığı Ortalama $\pm$ SD	Minimum	Maksimum
<i>0. saat</i>	EDTA 22°C	71.24 $\pm$ 12.07 <sup>a</sup>	51.10	79.50
	EDTA 37°C	69.84 $\pm$ 16.35 <sup>a</sup>	49.70	92.30
	MA 22°C	111.74 $\pm$ 2.42 <sup>b</sup>	107.90	113.90
	MA 37°C	114.16 $\pm$ 7.06 <sup>b</sup>	102.60	120.70
	CA 22°C	63.86 $\pm$ 3.77 <sup>ac</sup>	60.30	69.90
	CA 37°C	69 $\pm$ 9.57 <sup>a</sup>	59.30	82.30
	PAA 22°C	44.42 $\pm$ 4.08 <sup>d</sup>	39.40	48.20
	PAA 37°C	47.46 $\pm$ 2.75 <sup>cd</sup>	44.00	50.70
	Serum Fiz. 22°C	135.46 $\pm$ 10.33 <sup>e</sup>	119.30	144.80
	Serum Fiz. 37°C	141.92 $\pm$ 6.15 <sup>e</sup>	134.90	149.10
	KONTROL	100 $\pm$ 0 <sup>b</sup>	100.00	100.00
<i>6. saat</i>	EDTA 22°C	54.06 $\pm$ 7.37 <sup>ag</sup>	47.50	66.00
	EDTA 37°C	56.54 $\pm$ 3.21 <sup>bg</sup>	53.20	60.30
	MA 22°C	113.6 $\pm$ 4.9 <sup>cdi</sup>	109.00	121.80
	MA 37°C	117.8 $\pm$ 7.01 <sup>d</sup>	112.20	129.60
	CA 22°C	67.28 $\pm$ 3.75 <sup>abeh</sup>	62.50	71.30
	CA 37°C	79.98 $\pm$ 9.89 <sup>ef</sup>	70.30	93.30
	PAA 22°C	46.98 $\pm$ 3.7 <sup>g</sup>	42.60	50.00
	PAA 37°C	49.1 $\pm$ 4.6 <sup>g</sup>	44.70	56.80
	Serum Fiz. 22°C	84.3 $\pm$ 12.11 <sup>fhi</sup>	72.70	101.90
	Serum Fiz. 37°C	71.92 $\pm$ 13.63 <sup>bf</sup>	60.70	93.70
	KONTROL	97.3 $\pm$ 1.64 <sup>ci</sup>	95.20	99.40
<i>12. saat</i>	EDTA 22°C	57.06 $\pm$ 4.49 <sup>ad</sup>	51.80	63.20
	EDTA 37°C	58.12 $\pm$ 7.14 <sup>ad</sup>	51.80	70.30
	MA 22°C	119.12 $\pm$ 3.51 <sup>bf</sup>	115.70	124.20
	MA 37°C	118.92 $\pm$ 3.25 <sup>b</sup>	114.30	121.80
	CA 22°C	74.72 $\pm$ 5.77 <sup>cde</sup>	67.80	81.60
	CA 37°C	68.26 $\pm$ 6.3 <sup>de</sup>	60.30	75.20
	PAA 22°C	46.96 $\pm$ 3 <sup>a</sup>	43.30	51.40
	PAA 37°C	49.64 $\pm$ 7.76 <sup>a</sup>	41.10	61.70
	Serum Fiz. 22°C	72.9 $\pm$ 8.74 <sup>e</sup>	62.80	83.40
	Serum Fiz. 37°C	108.56 $\pm$ 4.79 <sup>f</sup>	104.40	116.10
	KONTROL	112.68 $\pm$ 1.91 <sup>bf</sup>	110.00	115.00
<i>24. saat</i>	EDTA 22°C	66.86 $\pm$ 3.56 <sup>a</sup>	64.20	72.40

	EDTA 37°C	62.12±11.22 <sup>a</sup>	42.60	70.30
	MA 22°C	121.7±7.67 <sup>b</sup>	115.00	130.00
	MA 37°C	119.96±10.68 <sup>b</sup>	103.60	128.50
	CA 22°C	66.64±8.87 <sup>a</sup>	54.60	78.40
	CA 37°C	65.28±7.65 <sup>a</sup>	55.30	74.20
	PAA 22°C	52.3±3.99 <sup>a</sup>	49.00	58.20
	PAA 37°C	50.88±3.22 <sup>a</sup>	47.20	54.60
	Serum Fiz. 22°C	91.66±14.14 <sup>c</sup>	77.40	110.40
	Serum Fiz. 37°C	141.38±8.28 <sup>d</sup>	130.30	149.50
	KONTROL	99.6±1.48 <sup>c</sup>	97.60	101.60
<b>1.gün</b>	EDTA 22°C	66.86±3.56 <sup>a</sup>	64.20	72.40
	EDTA 37°C	62.12±11.22 <sup>a</sup>	42.60	70.30
	MA 22°C	121.7±7.67 <sup>b</sup>	115.00	130.00
	MA 37°C	119.96±10.68 <sup>b</sup>	103.60	128.50
	CA 22°C	66.64±8.87 <sup>a</sup>	54.60	78.40
	CA 37°C	65.28±7.65 <sup>a</sup>	55.30	74.20
	PAA 22°C	52.3±3.99 <sup>a</sup>	49.00	58.20
	PAA 37°C	50.88±3.22 <sup>a</sup>	47.20	54.60
	Serum Fiz. 22°C	91.66±14.14 <sup>c</sup>	77.40	110.40
	Serum Fiz. 37°C	141.38±8.28 <sup>d</sup>	130.30	149.50
	KONTROL	99.6±1.48 <sup>c</sup>	97.60	101.60
<b>3.gün</b>	EDTA 22°C	51.52±3 <sup>a</sup>	47.90	55.70
	EDTA 37°C	53.16±5.66 <sup>ab</sup>	46.80	60.70
	MA 22°C	110.88±5.96 <sup>c</sup>	100.80	115.70
	MA 37°C	112.17±7.1 <sup>c</sup>	102.90	121.80
	CA 22°C	59.35±4.37 <sup>ad</sup>	53.20	64.60
	CA 37°C	63.62±0.64 <sup>bd</sup>	62.80	64.60
	PAA 22°C	49.68±4.45 <sup>a</sup>	42.90	55.00
	PAA 37°C	51.7±4.83 <sup>a</sup>	44.30	57.10
	Serum Fiz. 22°C	52.86±3.37 <sup>a</sup>	48.20	57.10
	Serum Fiz. 37°C	68.76±6.17 <sup>d</sup>	63.20	78.80
	KONTROL	92.8±1.43 <sup>e</sup>	90.80	94.80
<b>5.gün</b>	EDTA 22°C	53.92±3.11 <sup>ad</sup>	49.30	57.10
	EDTA 37°C	58.26±1.94 <sup>ad</sup>	55.70	61.00
	MA 22°C	75.9±20.86 <sup>bc</sup>	46.40	105.40
	MA 37°C	84.48±1.43 <sup>c</sup>	82.40	86.40
	CA 22°C	61.7±1.42 <sup>bd</sup>	59.70	63.70
	CA 37°C	57.1±2.13 <sup>ad</sup>	54.10	60.10
	PAA 22°C	50.9±2.82 <sup>ade</sup>	47.20	55.00
	PAA 37°C	53.05±1.38 <sup>ad</sup>	51.10	55.00
	Serum Fiz. 22°C	44.35±2.02 <sup>af</sup>	41.50	47.20
	Serum Fiz. 37°C	36.2±0.54 <sup>ef</sup>	35.50	36.90
	KONTROL	82.6±2.32 <sup>c</sup>	80.00	85.20
<b>7.gün</b>	EDTA 22°C	57.42±5.47 <sup>a</sup>	49.70	63.20
	EDTA 37°C	60.6±5.82 <sup>a</sup>	53.90	67.10
	MA 22°C	36±0.35 <sup>b</sup>	35.50	36.50
	MA 37°C	63.5±3.55 <sup>a</sup>	58.50	68.50
	CA 22°C	25.62±2.8 <sup>c</sup>	23.90	30.50

	CA 37°C	23.56±2.18 <sup>c</sup>	20.20	26.20
	PAA 22°C	42.5±1.96 <sup>bd</sup>	40.10	44.70
	PAA 37°C	45.06±1.18 <sup>de</sup>	44.00	46.50
	Serum Fiz. 22°C	39.02±1.19 <sup>be</sup>	37.60	40.40
	Serum Fiz. 37°C	40.66±3.58 <sup>be</sup>	37.60	46.50
	KONTROL	73.8±1.42 <sup>f</sup>	71.80	75.80

Araştırılan yıkama solüsyonlarının farklı zaman aralıklarındaki hücre canlılıklarının yüzdesi Tablo 4.3 ve Şekil 4.37-4.38'te sunulmuştur.

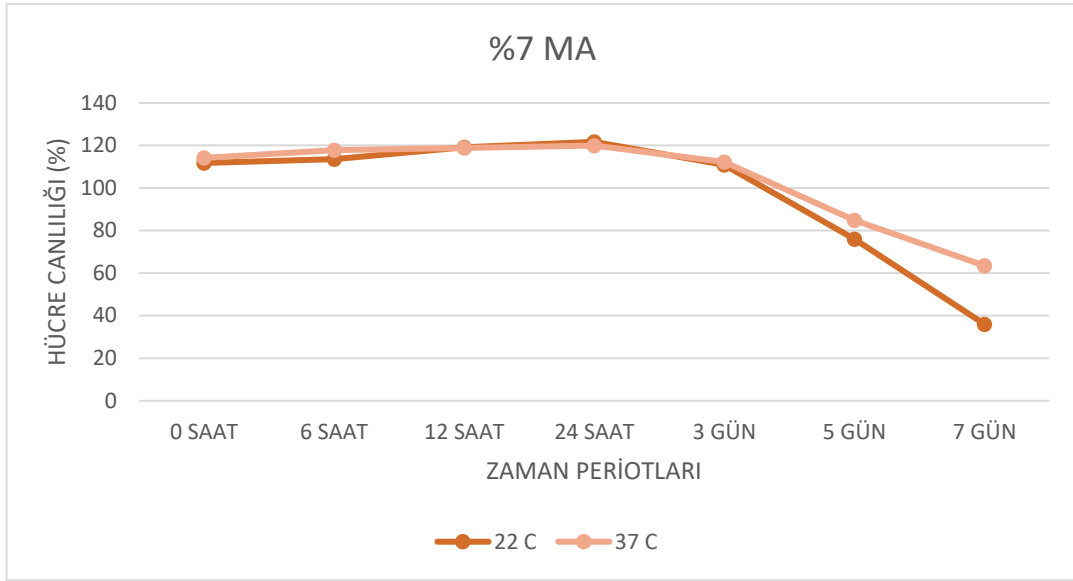


**Şekil 4.37:** 22 °C ve 37 °C'deki %17'lik EDTA solüsyonunun zaman periyotlarına göre hücre canlılığı (%) yüzdesi

22 °C'deki EDTA solüsyonunun zaman aralıklarındaki sitotoksitesi incelendiğinde en yüksek sitotoksite değeri 3. günde tespit edilirken, bu değer sadece 0. saat ve 24. saat ile anlamlı bir farklılığa neden oldu ( $p < 0,05$ ) (Şekil 4.37).

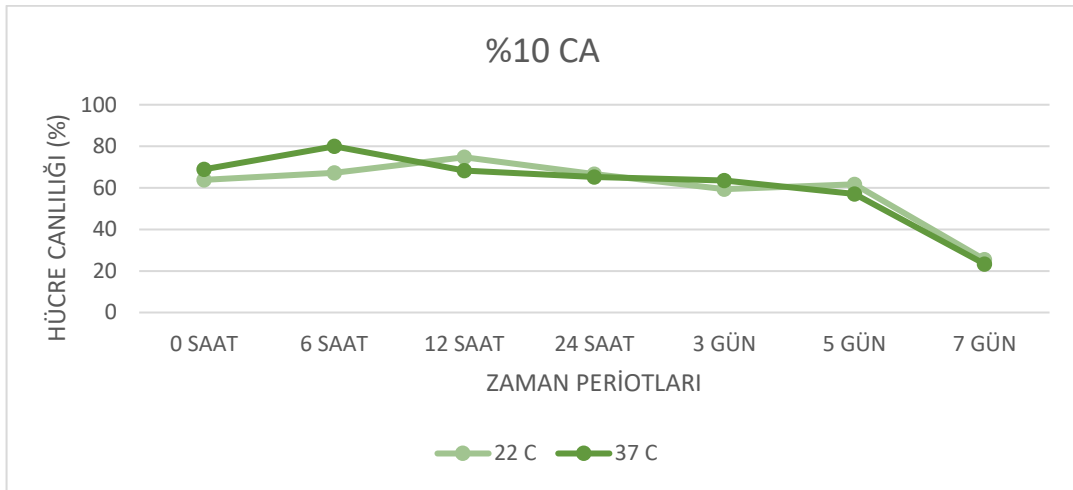
37 °C'deki EDTA solüsyonu en yüksek sitotoksite değerini 3. günde gösterirken, 6, 12 ve 24 saatlik, 1 ve 5 günlük değerlendirmelerle arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlendi ( $p > 0,05$ ) (Şekil 4.37).





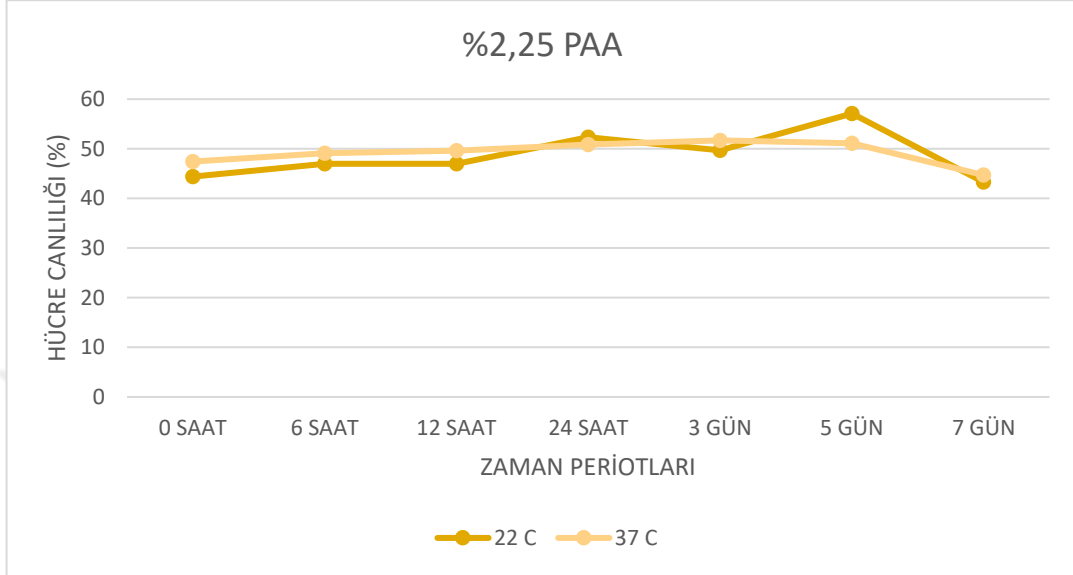
**Şekil 4.38:** 22 °C ve 37 °C'deki %7'lik MA solüsyonunun zaman periyotlarına göre hücre canlılığı (%) yüzdesi

22 ve 37 °C'deki MA solüsyonu 7 günlük değerlendirmede daha yüksek sitotoksosite değeri gösterdi ve diğer zaman aralıkları ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlendi ( $p < 0,05$ ). 22 ve 37 °C'deki MA solüsyonu 5. ve 7. gün hariç tüm zaman aralıklarında hücre çoğalmasını teşvik ettiği belirlendi (Şekil 4.38).



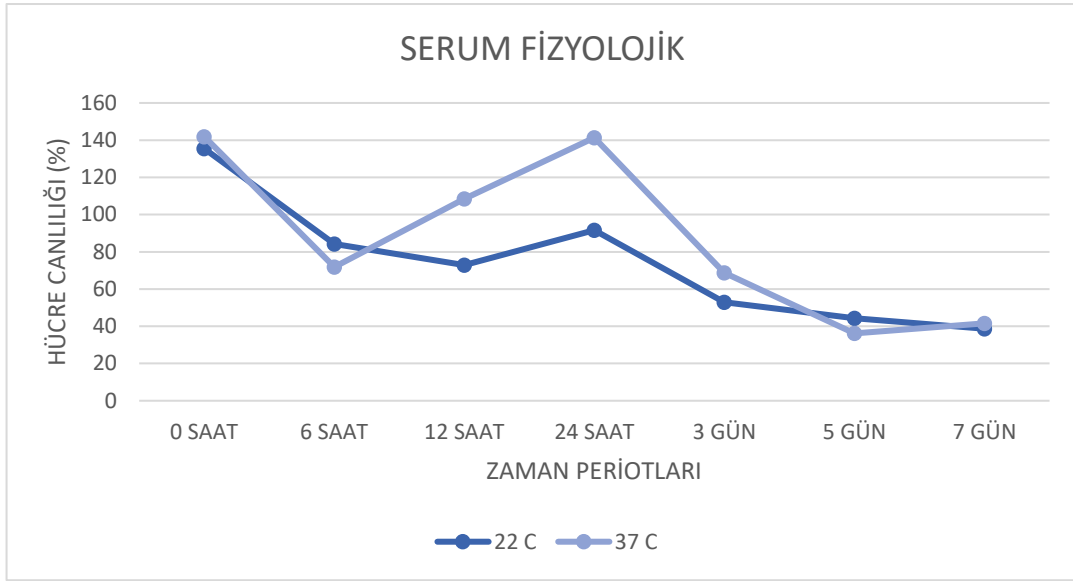
**Şekil 4.39:** 22 °C ve 37 °C'deki %10'luk CA solüsyonunun zaman periyotlarına göre hücre canlılığı (%) yüzdesi

22 ve 37 °C'deki CA solüsyonu 7 günde en yüksek sitotoksosite değeri gösterdi ve diğer zaman aralıkları ile istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturdu ( $p<0,05$ ) (Şekil 4.39).



**Şekil 4.40:** 22 °C ve 37 °C'deki %2,25'lik PAA solüsyonunun zaman periyotlarına göre hücre canlılığı (%) yüzdesi

22 ve 37 °C'deki PAA solüsyonu 7 günlük değerlendirmede daha yüksek sitotoksosite değeri gösterdi ve diğer zaman aralıkları ile karşılaştırıldığında sadece 3. gündeki değerlendirme ile arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlendi ( $p<0,05$ ) (Şekil 4.40).



**Şekil 4.41:** 22 °C ve 37 °C’deki serum fizyolojik solüsyonunun zaman periyotlarına göre hücre canlılığı (%) yüzdesi

22 °C’deki serum fizyolojik solüsyonu 7. günde daha yüksek sitotoksosite değeri gösterdi ve 5. gün hariç, diğer zaman aralıkları ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlendi ( $p<0,05$ ) (Şekil 4.41). 37 °C’deki serum fizyolojik solüsyonu 5. günde daha yüksek sitotoksosite değeri gösterdi ve 7. gün hariç diğer zaman periyotları ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ( $p<0,05$ ) (Şekil 4.41).

**Tablo 4.4:** Grupların farklı zaman periyotlarındaki hücre canlılığı ortalama  $\pm$  SD, minimum ve maksimum değerleri

Gruplar	Zaman Periyotları	Hücre Canlılığı Ortalama $\pm$ SD	Minimum	Maksimum
<b>EDTA 22°C</b>	0. saat	71.24 $\pm$ 12.07 <sup>a</sup>	51.10	79.50
	6. saat	54.06 $\pm$ 7.37 <sup>bc</sup>	47.50	66.00
	12.saat	57.06 $\pm$ 4.49 <sup>abc</sup>	51.80	63.20
	24.saat	66.86 $\pm$ 3.56 <sup>ac</sup>	64.20	72.40
	1.gün	66.86 $\pm$ 3.56 <sup>ac</sup>	64.20	72.40
	3.gün	51.52 $\pm$ 3 <sup>b</sup>	47.90	55.70
	5.gün	53.92 $\pm$ 3.11 <sup>bc</sup>	49.30	57.10
<b>EDTA 37°C</b>	0. saat	69.84 $\pm$ 16.35 <sup>a</sup>	49.70	92.30
	6. saat	56.54 $\pm$ 3.21 <sup>ab</sup>	53.20	60.30
	12.saat	58.12 $\pm$ 7.14 <sup>ab</sup>	51.80	70.30

	24.saat	62.12±11.22 <sup>ab</sup>	42.60	70.30
	1.gün	62.12±11.22 <sup>ab</sup>	42.60	70.30
	3.gün	53.16±5.66 <sup>b</sup>	46.80	60.70
	5.gün	58.26±1.94 <sup>ab</sup>	55.70	61.00
	7.gün	60.6±5.82 <sup>a</sup>	53.90	67.10
<i>MA 22°C</i>	0. saat	111.74±2.42 <sup>a</sup>	107.90	113.90
	6. saat	113.6±4.9 <sup>a</sup>	109.00	121.80
	12.saat	119.12±3.51 <sup>a</sup>	115.70	124.20
	24.saat	121.7±7.67 <sup>a</sup>	115.00	130.00
	1.gün	121.7±7.67 <sup>a</sup>	115.00	130.00
	3.gün	110.88±5.96 <sup>a</sup>	100.80	115.70
	5.gün	75.9±20.86 <sup>b</sup>	46.40	105.40
	7.gün	36±0.35 <sup>c</sup>	35.50	36.50
<i>MA 37°C</i>	0. saat	114.16±7.06 <sup>a</sup>	102.60	120.70
	6. saat	117.8±7.01 <sup>a</sup>	112.20	129.60
	12.saat	118.92±3.25 <sup>a</sup>	114.30	121.80
	24.saat	119.96±10.68 <sup>a</sup>	103.60	128.50
	1.gün	119.96±10.68 <sup>a</sup>	103.60	128.50
	3.gün	112.17±7.1 <sup>a</sup>	102.90	121.80
	5.gün	84.48±1.43 <sup>b</sup>	82.40	86.40
	7.gün	63.5±3.55 <sup>c</sup>	58.50	68.50
<i>CA 22°C</i>	0. saat	63.86±3.77 <sup>ab</sup>	60.30	69.90
	6. saat	67.28±3.75 <sup>ab</sup>	62.50	71.30
	12.saat	74.72±5.77 <sup>b</sup>	67.80	81.60
	24.saat	66.64±8.87 <sup>ab</sup>	54.60	78.40
	1.gün	66.64±8.87 <sup>ab</sup>	54.60	78.40
	3.gün	59.35±4.37 <sup>a</sup>	53.20	64.60
	5.gün	61.7±1.42 <sup>a</sup>	59.70	63.70
	7.gün	25.62±2.8 <sup>c</sup>	23.90	30.50
<i>CA 37°C</i>	0. saat	69±9.57 <sup>ab</sup>	59.30	82.30
	6. saat	79.98±9.89 <sup>b</sup>	70.30	93.30
	12.saat	68.26±6.3 <sup>ab</sup>	60.30	75.20
	24.saat	65.28±7.65 <sup>a</sup>	55.30	74.20
	1.gün	65.28±7.65 <sup>a</sup>	55.30	74.20
	3.gün	63.62±0.64 <sup>a</sup>	62.80	64.60
	5.gün	57.1±2.13 <sup>a</sup>	54.10	60.10
	7.gün	23.56±2.18 <sup>c</sup>	20.20	26.20
<i>PAA 22°C</i>	0. saat	44.42±4.08 <sup>ab</sup>	39.40	48.20
	6. saat	46.98±3.7 <sup>ab</sup>	42.60	50.00
	12.saat	46.96±3 <sup>ab</sup>	43.30	51.40
	24.saat	52.3±3.99 <sup>ab</sup>	49.00	58.20
	1.gün	52.3±3.99 <sup>ab</sup>	49.00	58.20
	3.gün	49.68±4.45 <sup>a</sup>	42.90	55.00
	5.gün	50.9±2.82 <sup>ab</sup>	47.20	55.00
	7.gün	42.5±1.96 <sup>b</sup>	40.10	44.70
<i>PAA 37°C</i>	0. saat	47.46±2.75 <sup>ab</sup>	44.00	50.70
	6. saat	49.1±4.6 <sup>ab</sup>	44.70	56.80
	12.saat	49.64±7.76 <sup>ab</sup>	41.10	61.70

	24.saat	50.88±3.22 <sup>ab</sup>	47.20	54.60
	1.gün	50.88±3.22 <sup>ab</sup>	47.20	54.60
	3.gün	51.7±4.83 <sup>b</sup>	44.30	57.10
	5.gün	53.05±1.38 <sup>ab</sup>	51.10	55.00
	7.gün	45.06±1.18 <sup>a</sup>	44.00	46.50
<i>Serum Fiz. 22°C</i>	0. saat	135.46±10.33 <sup>a</sup>	119.30	144.80
	6. saat	84.3±12.11 <sup>bc</sup>	72.70	101.90
	12.saat	72.9±8.74 <sup>b</sup>	62.80	83.40
	24.saat	91.66±14.14 <sup>c</sup>	77.40	110.40
	1.gün	91.66±14.14 <sup>c</sup>	77.40	110.40
	3.gün	52.86±3.37 <sup>d</sup>	48.20	57.10
	5.gün	44.35±2.02 <sup>de</sup>	41.50	47.20
	7.gün	39.02±1.19 <sup>e</sup>	37.60	40.40
<i>Serum Fiz. 37°C</i>	0. saat	141.92±6.15 <sup>a</sup>	134.90	149.10
	6. saat	71.92±13.63 <sup>b</sup>	60.70	93.70
	12.saat	108.56±4.79 <sup>c</sup>	104.40	116.10
	24.saat	141.38±8.28 <sup>a</sup>	130.30	149.50
	1.gün	141.38±8.28 <sup>a</sup>	130.30	149.50
	3.gün	68.76±6.17 <sup>b</sup>	63.20	78.80
	5.gün	36.2±0.54 <sup>d</sup>	35.50	36.90
	7.gün	40.66±3.58 <sup>d</sup>	37.60	46.50
<i>Kontrol</i>	0. saat	100±0 <sup>abc</sup>	100.00	100.00
	6. saat	97.3±1.64 <sup>bd</sup>	95.20	99.40
	12.saat	112.68±1.91 <sup>c</sup>	110.00	115.00
	24.saat	99.6±1.48 <sup>abd</sup>	97.60	101.60
	1.gün	99.6±1.48 <sup>abd</sup>	97.60	101.60
	3.gün	92.8±1.43 <sup>abd</sup>	90.80	94.80
	5.gün	82.6±2.32 <sup>de</sup>	80.00	85.20
	7.gün	73.8±1.42 <sup>e</sup>	71.80	75.80

Çalışmamızda kullandığımız EDTA, MA, CA ve PAA solüsyonlarının 22 °C'deki ve 37 °C'deki sitotoksosite değerleri karşılaştırıldığında MA'in 7 günlük değeri hariç, solüsyonların sıcaklık değişimlerinin sitotoksosite değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa neden olmadığı tespit edildi ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.3).

Serum fizyolojik solüsyonunun 22 °C'deki ve 37 °C'deki sitotoksosite değerleri karşılaştırıldığında, 12 ve 24 saatlik, 1 ve 3 günlük periyotları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktayken ( $p<0,05$ ), 0 ve 6 saatlik, 5 ve 7 günlük periyotları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlendi ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.3).

## 5. TARTIŞMA

Başarılı bir endodontik tedavinin gerçekleştirilebilmesi için kök kanallarının iyi bir şekilde temizlenmesi gerekmektedir. Enfeksiyon oluşumuna ve/veya periapikal lezyon gelişmesine neden olan mikroorganizmaları ve toksik ürünlerini kök kanallarından tamamen uzaklaştırmak endodontik tedavinin önemli hedeflerinden birisidir. Kök kanalından elimine edilemeyen mikroorganizmaların kanal tedavisi sonrası tekrar kolonize olabilmesi endodontik tedavi başarısızlığının ana nedenlerinden birisidir. Kök kanalının preparasyon öncesi ve preparasyon sırasında sık aralıklarla, nekrotik veya vital dokuyu çözücü, antimikrobiyal özelliğe sahip, inorganik ve organik yapıları uzaklaştırabilecek bir ya da daha fazla irrigasyon solüsyonu ile yıkanması endodontik tedavinin başarısını arttıracaktır (Zehnder, 2006).

Preparasyon sonrasında kök kanal yüzeylerinde oluşan smear tabakası ve debris endodontik tedavinin başarısını olumsuz yönde etkileyen faktörlerdendir. Smear tabakası, organik ve inorganik kısımdan oluşmaktadır. Organik kısımda mikroorganizmalar, canlı ve nekrotik pulpa artıkları, proteinler, odontoblast hücreleri gözlemlenirken inorganik kısımda ise yapılan endodontik tedavi girişimi sonrasında ortaya çıkan dentin parçacıklarına rastlanılmaktadır (Mader, Baumgartner, & Peters, 1984; McComb & Smith, 1975). Çalışmalarda kök kanalının temizleme ve şekillendirme işlemleri sonrasında kanal duvarlarındaki dentin tübülleri içerisine 40 µm kadar uzanabilen yaklaşık 1-2 µm kalınlığında smear tabakası olduğu gözlenmiştir (Mader, Baumgartner, & Peters, 1984). Kök kanal yüzeyinde kalın bir smear tabakasının varlığı irrigasyon solüsyonlarının ve kanal dezenfektanlarının dentin kanallarına ulaşmasına engel olmaktadır (Khedmat & Shokouhinejad, 2008). Kök kanallarının başarılı bir şekilde temizlenmesi ve şekillendirilmesi için kök kanal sisteminin, pulpanın vital ve nekrotik doku artıklarından, mikroorganizmalar ve ürünlerinden tamamen temizlenmesine ilave olarak smear tabakasının da uzaklaştırılması

gerektiği bildirilmiştir (Al-Hadlaq, Al-Turaiki, Al-Sulami, & Saad, 2006; Garcia, Murray, Garcia-Godoy, & Namerow, 2010; George, Kishen, & Song, 2005).

Kök kanalı içerisinde kullanılan irrigasyon solüsyonları; dentin debrislerini uzaklaştırabilmeli, organik dokuları çözebilmeli, kök kanal sistemini dezenfekte edebilmeli ve geniş spektrumlu antibakteriyel etki sağlayabilmeli, kanal şekillendirmesi esnasında kayganlaştırıcı etki oluşturmali, düşük yüzey gerilimi göstermelidir. Bu özellikleri yanı sıra irrigasyon solüsyonunun apikalden taşması durumunda düşük toksisite göstererek periapikal dokularda herhangi bir irritasyon oluşturmaması ve biyouyumlu olması beklenmektedir (Hülsmann & Hahn, 2000). Kök kanalı içerisinde kullanılan irrigasyon solüsyonlarının etkinliği; ısısına, miktarına, yüzey gerilimine ve dokuyla olan temas süresine de bağlıdır (Çiçek & Keskin, 2015; Hauman & Love, 2003).

Günümüzde kök kanal yüzeyinden smear tabakasını tamamen uzaklaştırmaya yönelik, bu tabakanın hem organik ve hem de inorganik içeriği üzerine etkili tek bir solüsyon bulunmamaktadır. Bu tabakayı uzaklaştırmak için farklı birçok solüsyonun ortak kullanımı önerilmektedir (Caron, Nham, Bronnec, & Machtou, 2010; Garcia, Murray, Garcia-Godoy, & Namerow, 2010). Bu amaçla EDTA solüsyonu dentinin inorganik yapısını demineralize etmek için önerilirken, dentinin organik yapısını çözmek için ise NaOCl solüsyonunun kullanılması tavsiye edilmiştir. NaOCl tek başına kullanıldığında kök kanal yüzeyinde inorganik madde artıklarının biriktiği gözlemlenirken, EDTA'nın tek başına kullanılması sonucu kök kanal dentininin çözülemediği belirlenmiştir (Niu, Yoshioka, Kobayashi, & Suda, 2002). EDTA tek başına kullanıldığında smear tabakasını uzaklaştırmada yetersiz olsa da NaOCl'in organik dokuyu çözebilmesi gibi iyi bir özelliği sayesinde beraber kullanımı önerilmektedir (Ayhan, Sultan, Cirak, Ruhi, & Bodur, 1999). Zand ve ark. (2010) çalışmasında 5 ml %2,5'luk NaOCl'in ardından %17'lik EDTA'yı kullandığında kök kanalının tüm bölgelerinde smear tabakanın uzaklaştırılmasında etkin olduğu gözlenmiştir

(Zand, Lotfi, Rahimi, Mokhtari, Kazemi, Sakhamanesh,2010). Crumpton ve ark. (2005) 3 ml %5,25 NaOCl'in ardından 1 ml %17'lik EDTA'nın 1 dk kullanılması ile kök kanalının tamamında smear tabakasının etkin bir şekilde uzaklaştırıldığını bildirmişlerdir (Crumpton, Goodell, & McClanahan, 2005). Bunun aksine bazı çalışmalarda kök kanalın apikal kısmında daha az etkin olduğu bildirilmiştir (Balto, Salama, Al-Mofareh, & Al-Yahya, 2015; Patterson, 1963).

Beltz ve ark. (2003) çalışmasında; %5,25'lik NaOCl'in %90'ın üzerinde dentinde organik komponenti çözdüğünü, %17'lik EDTA'nın %70'in üzerinde inorganik komponenti çözdüğünü ve smear tabakasını tamamen uzaklaştırmadığını göstermişlerdir (Beltz, Torabinejad, & Pouresmail, 2003).

Çalışmamızda smear tabakasını uzaklaştırmak için; 120 adet yeni çekilmiş alt küçük azı dişi kullanıldı. Daha sağlıklı veriler elde edebilmek için tek köklü ve kök yapıları birbirine yakın alt küçük azı dişleri tercih edildi (Bulut, Kose, Ozcan, Sekerci, Canger, & Sisman,2015; Sert, Aslanalp, & Tanalp, 2004). Her bir grupta 12 diş kullanıldı. Fazla sayıda diş kullanmamızın nedeni dişlerin kök yüzey anatomilerinin potansiyel varyasyon göstermesi ve daha fazla örnekle daha iyi bir istatistiksel sonuç elde edebilmektir. Daha fazla veri elde ederek daha sağlıklı sonuçlara ulaşmayı amaçladık.

Smear tabakasını uzaklaştırmak için %17'lik EDTA solüsyonunu ve sırasıyla %7, %10, %2.25 konsantrasyonlardaki organik asitlerden olan MA, CA ve PAA'yi kök kanal irrigasyon solüsyonu olarak kullanıp smear tabakası üzerine etkilerini inceledik. Tüm gruplarda 5 ml irrigasyon solüsyonu 1 dk süresince, yöntemde belirtildiği gibi kanal içerisine uygulandı. Smear tabakası kaldırma protokolü uygulandıktan sonra örneklerin SEM görüntüsünü almak için dişlerin bukkal ve lingual yüzeylerine çentik açılarak bir kesici yardımıyla kökler iki eşit parçaya ayrıldı.



Smear tabakasının uzaklaştırılmasının incelenmesinde dişlerin ikiye ayrılmasından farklı olarak uygulanan bir yöntem ise; dişlerden kesitler alınarak dentin diskleri oluşturmaktır (De-Deus, Souza, Marins, Reis, Paciornik, & Zehnder, 2011). Bu yöntemde yeni çekilmiş dişlerin koronal pulpa odası üzerinden 3 mm kalınlığında dentin diskleri oluşturulup diskler üzerinde standart smear tabakası elde etmek için polisaj işlemleri uygulanır. Smear tabakası uzaklaştırma etkinliği incelenecek solüsyonlar dentin diskleri üzerine uygulanıp, dentin diskleri SEM analizi ile incelenir. Bu yöntemin aksine çoğu çalışmada uygulandığı gibi (Arslan, Guneser, Dincer, Kustarci, Er, & Siso, 2016; Vemuri, Kolanu, Varri, Pabbati, Penumaka, & Bolla, 2016); bizim çalışmamızda da çekilmiş dişlerin kök kanalları klinik koşullara uyumlu olarak prepare edilip, preparasyon sırasında smear tabakası oluşturuldu. Oluşan smear tabakasını kaldırmak için incelenecek solüsyonlar kök kanalı içerine kliniğe uygun olarak uygulandı. Köklerin bukkal ve lingual dış yüzeylerinde kök kanalı ile bağlantısı olmayacak şekilde longitudinal iki oluk açıldı. Kesici yardımıyla kök kanalı içerine temas etmeden dişler iki eşit parçaya ayrıldı. İki eşit parçaya ayrılan kök kanalları SEM analizi için kullanıldı. İn vitro çalışmaların klinik uygulamalara uyumlu olması ve ışık tutması gerekmektedir.

Bu çalışmada; 22 °C ve 37 °C'deki %17'lik EDTA solüsyonları ile sırasıyla ( %7, %10, %2,25 ) konsantrasyonlardaki MA, CA, PAA solüsyonlarının smear tabakası üzerine etkisi ve sitotoksik etkileri incelendi. Balto ve ark. (2015) çalışmasında, 5 ml %17'lik EDTA ile kök kanalları 3 dk irrigate edildiğinde kök kanalının koronal ve orta bölgesinde smear tabakasının yeterince uzaklaştırıldığını, apikal bölgede ise yeterli temizlik sağlanmadığını bildirmişlerdir (Balto, Salama, Al-Mofareh, & Al-Yahya, 2015). Ancak; Hulsman ve ark.'nın (2003) çalışmasında EDTA'nın ideal konsantrasyonunun %15 – 17 aralığında, düşük veya nötr pH'da olması gerektiği bildirilmiştir (Hülsmann, Heckendorff, & Lennon, 2003). Ballal ve ark.'nın (2009) çalışmasında ise; EDTA solüsyonu kök kanallarına 1 dk'dan daha fazla

uygulandığında, dentin tübüllerinde erozyona sebep olduğu ve böylece dentin mikro sertliğinin azaltıldığı bildirilmiştir (Ballal, Kandian, Mala, Bhat, & Acharya, 2009). Ayrıca; kök kanalının apikal bölümünde %7'lik MA solüsyonunun %17'lik EDTA solüsyonundan daha fazla smear tabakası uzaklaştırdığı gösterilmiştir (Ballal, Kandian, Mala, Bhat, & Acharya, 2009). EDTA solüsyonunun bu yetersizlikleri sebebiyle kök kanal yüzeyindeki smear tabakasını uzaklaştırmak için çalışmamızda MA, CA, PAA solüsyonlarının tabakası uzaklaştırma etkinliği araştırıldı.

Kalyoncuoğlu ve Demiryürek (2013) %17'lik EDTA'nın (5 ml/5 dk) kök kanallarının koronal, orta ve apikal bölgesindeki smear tabakası uzaklaştırma etkinliğini inceledikleri çalışmada; %17'lik EDTA'nın koronal ve orta bölgede, apikal bölgeden daha etkin smear tabakası uzaklaştırdığını bildirmişlerdir (Arslan, Guneser, Dincer, Kustarci, Er, & Siso, 2016; Kalyoncuoğlu & Demiryürek, 2013). Aynı sonuçlar daha önceki çalışmalarda da görülmüştür (Balto, Salama, Al-Mofareh, & Al-Yahya, 2015; Mancini, Armellin, Casaglia, Cerroni, & Cianconi, 2009). Benzer şekilde bizim çalışmamızda 5 ml 22 °C ve 37 °C'deki %17'lik EDTA ile 1 dk yıkama sonrası 5 ml distile suyun 1 dk süre ile uygulandığı örneklerde smear tabakasının koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinde uzaklaştığı görüldü. Ancak; apikal üçlü bölgesinde koronal ve orta üçlü bölgesine göre daha az dentin tübülleri açıldığı belirlendi. Bunun sebebinin apikal bölgedeki vapor lock etkisi sebebiyle irrigasyon solüsyonlarının dentin tübülü penetrasyonunun iyi olmamasından kaynaklandığını düşünmekteyiz (de Gregorio, Estevez, Cisneros, Heilborn, & Cohenca, 2009).

Ballal ve ark.'nın (2016) çalışmasında 5 ml %7'lik MA 1 dk kök kanallarına uygulandığında %17'lik EDTA ve QMix solüsyonlarından koronal, orta ve apikalde smear tabakasını daha iyi uzaklaştırdığını bildirmiştir (Ballal, Jain, & Tay, 2016). Prabhu ve ark. (2003) %5, %7, %10 ve %15'lik MA solüsyonları (1 ml/ 1 dk) ve %17'lik EDTA'nın (1 ml/1 dk) kök kanallarındaki smear tabakası uzaklaştırma etkinliğini incelediği çalışmada;

EDTA'nın, MA'in kullanılan tüm konsantrasyonlarından daha az etkin olduğu bildirilmiştir. Ayrıca; MA'nın %7'den daha yüksek konsantrasyonlarda kullanıldığında, intertübüler dentine hasar verdiğini bulmuşlardır (Prabhu, Rahim, Bhat, & Mathew, 2003). Bu sebeple çalışmamızda kullanacağımız MA'in konsantrasyonunu %7, EDTA'nın konsantrasyonunu %17 olarak tercih ettik ve uygulama süresini 1 dk olarak sabit tuttuk. Ballal ve ark. (2009) %7'lik MA (5 ml/1 dk) + %2,5 NaOCl'in (5 ml/1 dk) kök kanallarının koronal, orta ve apikal bölgesindeki smear tabakası uzaklaştırma etkinliğini inceledikleri çalışmada; %7'lik MA'in apikal bölgede, koronal ve orta bölgeden daha etkin smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinin olduğunu bildirmişlerdir (Ballal, Kandian, Mala, Bhat, & Acharya, 2009). Bizim çalışmamızda ise 5 ml 22 °C ve 37 °C'deki %7'lik MA ile 1 dk yıkama sonrası 5 ml distile suyun 1 dk süre ile uygulandığı örneklerde smear tabakasının koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinde etkin bir şekilde uzaklaştırıldığı görüldü. Kök kanalının koronal, orta ve apikal bölgesinde birbirine benzer miktarda dentin tübülü açıldığı belirlendi.

Herrera ve ark. (2013) Mtwo (25/0.6) (VDW, Münih, Almanya) döner aletle genişleterek 1 ml %2'lik CHX jel ve toplamda 5 ml distile su ile irrigasyonunu gerçekleştirdikleri kök kanallarında, %17'lik EDTA (1 ml/1 dk) ve %10'luk CA'in (1 ml/1 dk) smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri arasında istatistiksel farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada %17'lik EDTA ve %10'luk CA kök kanalı içerisinde sonik sistemlerle veya manuel dinamik aktivasyon yöntemi ile aktive edildiğinde, her iki yıkama solüsyonunun benzer miktarda smear tabakası uzaklaştırdığını gözlemlemişlerdir (Herrera, Santos, Tay, Silva, Loguercio, & Gomes, 2013). Benzer şekilde çalışmamızda Reciproc 40# döner aletle preparasyonunu gerçekleştirdiğimiz kök kanallarında, farklı sıcaklıklardaki (22 °C ve 37 °C) %17'lik EDTA ve %10'luk CA'in koronal, orta ve apikal bölgedeki smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını gözlemledik. Khedmat ve Shokouhinejad (2008) %17'lik EDTA (1 ml/1

dk) + %5,25 NaOCl (3 ml/1 dk), %10'luk CA (1 ml/1 dk) + %5,25 NaOCl (3 ml/1 dk) ve Smear Clear (1 ml/1 dk) + %5,25 NaOCl'in (3 ml/1 dk) kök kanallarındaki smear uzaklaştırma etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında; EDTA, CA ve Smear Clear'ın kök kanalının koronal, orta ve apikal bölgesinde eşdeğer düzeyde smear tabakasını uzaklaştırdığını bildirmişlerdir (Khedmat & Shokouhinejad, 2008). Khedmat ve Shokouhinejad'ın (2008) bulguları ile uyumlu bir şekilde çalışmamızda da %17'lik EDTA ve %10'luk CA koronal, orta ve apikal bölgede benzer oranda smear tabakası uzaklaştırdı.

De-Deus ve ark. (2011) çalışmalarında; kök kanallarındaki smear tabakasının uzaklaştırılması için %17'lik EDTA, %0,5'lik PAA ve %2,25'lik PAA solüsyonlarını 1 dk uyguladıklarında, %17'lik EDTA ve %2,25'lik PAA arasında istatistiksel bir farklılık olmadığı %0,5'lik PAA'den ise üstün olduklarını göstermişlerdir (De-Deus, Souza, Marins, Reis, Paciornik, & Zehnder, 2011). Yukarıdaki çalışmadan farklı olarak bizim çalışmamızda ise; 22 °C ve 37 °C'deki %17'lik EDTA solüsyonlarının kök kanalının koronal ve orta bölgesinde smear uzaklaştırma etkinliklerini, 22 °C ve 37 °C'deki %2,25'lik PAA solüsyonundan daha üstün bulduk. De-Deus ve ark. (2011) çalışmalarında dentin diskleri üzerinde oluşturulan deneysel smear tabakasını uzaklaştırmışlardır. Çalışmamızda ise kök kanallarının preparasyonu sırasında oluşan smear tabakasının uzaklaştırılması incelenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılığın sebebi yöntemdeki farklılıktan kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz (De-Deus, Souza, Marins, Reis, Paciornik, & Zehnder, 2011). Lottanti ve ark. (2009) %2,25'lik PAA (5 ml/3 dk) ve %17'lik EDTA'nın (5 ml/3 dk) kök kanallarındaki smear tabakasını uzaklaştırmadaki etkinliklerini incelemişler ve koronal bölgede EDTA'nın daha etkin smear tabakası uzaklaştırdığını, orta ve apikal bölgede EDTA ile PAA arasında istatistiksel farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca %2,25'lik PAA kullanımı ile kök kanallarındaki dentin erozyonunun arttığı bildirilmiştir (Lottanti, Gautschi, Sener, & Zehnder, 2009). Bizim çalışmamızda ise 22 °C ve 37 °C'deki %2,25'lik PAA (5 ml/1 dk)

solüsyonlarının %17'lik EDTA (5 ml/1 dk) solüsyonundan kök kanallarının koronal, orta ve apikal bölgesinde daha az smear tabakası uzaklaştırdığı tespit edildi. Çalışmamızda PAA solüsyonunun orta ve apikal bölgede daha az etkinlik göstermesinin sebebi, Lottanti ve ark. (2009) çalışmasına göre irrigasyon solüsyonlarının daha kısa süre kullanılması olabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızda farklı sıcaklıklarda (22 °C ve 37 °C) kullandığımız PAA ve EDTA solüsyonlarının dentin tübülü erozyonu oluşturduğunu belirledik. Taneja ve ark. (2014) %5'lik NaOCl'in (10 ml/5 dk) ardından %17'lik EDTA (10 ml/5 dk), %2,25'lik PAA (10 ml/5 dk) ve QMix solüsyonları kök kanallarında kullanarak dentin mikrosertliğine etkilerini araştırdıkları çalışmada, %5'lik NaOCl ve %2,25'lik PAA solüsyonları kullanıldığında kalsiyum salınımının daha fazla olduğunu ve dentin mikrosertliğini azalttığını bildirmişlerdir (Taneja, Kumari, & Anand, 2014).

Ulusoy ve Görgül (2013) %17'lik EDTA (1 ml/5 dk) + %2,5'lik NaOCl (1 ml/5 dk), %7'lik MA (1 ml/5 dk) +%2,5'lik NaOCl (1 ml/5 dk), MTAD (1 ml/5 dk) + %1,3'lik NaOCl (1 ml/5 dk) ve Smear Clear (1 ml/5 dk) + %2,5'lik NaOCl (1 ml/5 dk) solüsyonlarının kök kanallarındaki smear tabakası uzaklaştırma etkinliklerini ve dentin sertliğine etkisini ölçtükleri çalışmada; MA'in kök kanallarının apikal bölgesinde smear tabakasını EDTA, MTAD ve Smear Clear'dan daha etkin kaldırdığını, koronal ve orta bölgede MA'in diğer solüsyonlarla arasında istatistiksel farklılık oluşmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca; MA 5 dk uygulandığında EDTA ve MTAD'ye göre dentin mikrosertliğinde daha fazla azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Ulusoy & Görgül, 2013). Bizim çalışmamızda ise 22 °C ve 37 °C'deki %7'lik MA (5 ml/1 dk) solüsyonları 22 °C ve 37 °C'deki %17'lik EDTA (5 ml/1 dk) solüsyonları ile kıyaslandığında kök kanallarının koronal, orta ve apikal bölgesinde benzer oranda smear tabakası uzaklaştırma etkinliği gösterdiği belirlendi. İki çalışma sonuçları arasındaki farklılığın yıkama solüsyonlarının uygulama sürelerindeki farklılıktan ortaya çıktığını düşünmekteyiz. Bununla birlikte 22 °C ve 37 °C'deki %7'lik MA ve %17'lik EDTA

solüsyonlarının kök kanallarına 1 dk boyunca uyguladığımızda dentin erozyonu oluşturduğunu ve dentin tübülü yapılarının bozulduğunu gösterdik.

Blank-Gonçalves ve ark. (2011) eğimli kök kanallarının apikal bölgesindeki smear tabakasının kaldırılmasında sonik ve ultrasonik aktivasyon sistemleri ile geleneksel iğne irrigasyon sistemlerinin etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmada, sonik ve ultrasonik aktivasyon yapan sistemlerin daha etkin smear tabakası uzaklaştırdığını bildirmişlerdir (Blank-Gonçalves, Nabeshima, Martins, & de Lima Machado, 2011). Ribeiro ve ark. (2012) çalışmasında; kök kanalındaki smear tabakanın uzaklaştırılmasında ultrasonik yöntem ve EndoVac ajitasyon sistemlerinin kullanılmasının, NaviTip FX ile yapılan iğne irrigasyon sisteminden daha etkin olduğunu bulmuşlardır (Ribeiro, Silva-Sousa, Souza-Gabriel, Sousa-Neto, Lorencetti, & Silva,2012). Smear tabakasının kaldırılması amacıyla, irrigasyon solüsyonlarının aktive edilmesi bir çok çalışmada önerilmiştir (Mancini, Armellin, Casaglia, Cerroni, & Cianconi,2009; Tanboğa, Eren, Altınok, Peker, Berker, & Özyöney,2011; Torabinejad, Cho, Khademi, Bakland, & Shabahang, 2003; Violich & Chandler, 2010). Biz çalışmamızda sadece solüsyonların ve sıcaklık değişiminin smear tabakası uzaklaştırma etkinliklerini incelemeyi amaçladık. İleriki çalışmalarda kullandığımız solüsyonların farklı aktivasyon yöntemi ile aktive edilmesinin smear tabakasının uzaklaştırılmasına etkisi incelenebilir.

Şelasyon yapan ajanların optimum etki gösterdiği sıcaklık değerleri değişebilmektedir (Zehnder & Paqué, 2008). EDTA ve CA 20 °C'den 90 °C'ye kadar ısıtıldığında, kalsiyum ile bağlanma kapasiteleri sırasıyla 219 mg'dan 154 mg'a ve 195 mg'dan 30 mg'a (CaO/g) kadar azaldığı belirlenmiştir (Coons, Dankowski, Diehl, Jakobi, Kuzel, Sung, & Trabitzzsch, 1987). Bizim çalışmamızda %17'lik EDTA, %7'lik MA, %10'luk CA, %2,25'luk PAA ve serum fizyolojik solüsyonlarının 22 °C (oda sıcaklığı) ve 37 °C'deki (vücut sıcaklığı) smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamasının,

sıcaklık değişimleri arasındaki farkın (22 °C'den 37 °C'ye) az olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Guo ve ark. (2014) 60 °C'de %3'lük NaOCl (1 ml/1 dk) ardından %17'lik EDTA (1 ml/1 dk) kullandıkları çalışmada, kök kanallarından smear tabakasının etkin bir şekilde uzaklaştırıldığını bildirmişlerdir (Guo, Miao, Li, Zhang, Zhou, Lu, & Wu, 2014). Eriksson ve Albrektsson (1984) çalışmasında kök dış yüzeyindeki sıcaklığın 10 °C'den daha fazla artış göstermesi durumunda; sement, periodontal ligament ve alveolar kemik dokusunun zarar göreceğini, alveolar kemikte rezorbsiyon, dişte ankiloz oluşabileceğini bildirmişlerdir (Eriksson & Albrektsson, 1984). Yılmaz ve ark. (2011) % 17'lik EDTA, REDTA ve EDTA-T solüsyonlarının farklı pH değerleri, 22 °C ve 37 °C sıcaklıklarda kök kanallarındaki dentinin yüzey gerilimi üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada; 22 °C'yi oda sıcaklığı ve 37 °C'yi vücut sıcaklığı olarak kabul etmişlerdir (Yılmaz, Aktemur, Buzoglu, & Gümüşderelioglu, 2011). Çalışmamızın klinik olarak uyumluluk göstermesi için, kullandığımız solüsyonların sıcaklığını 22 °C (oda sıcaklığı) ve 37 °C (vücut sıcaklığı) olarak belirledik. Çiçek ve Keskin (2015) 4 °C, 25 °C ve 37 °C'deki %17'lik EDTA ve 4 °C, 25 °C ve 37 °C'deki MTAD'nin kök kanallarındaki smear tabakası uzaklaştırma etkinliklerini karşılaştırmışlar; 25 °C ve 37 °C'deki EDTA ve MTAD'nin, 4 °C'deki EDTA ve MTAD'den kök kanalının apikal bölgesinde daha fazla smear tabakası uzaklaştırdığını bildirmişlerdir (Çiçek & Keskin, 2015). Bizim çalışmamızda ise %17'lik EDTA, %7'lik MA, %10'luk CA, %2,25'luk PAA ve serum fizyolojik solüsyonlarının 22 °C (oda sıcaklığı) ve 37 °C'deki (vücut sıcaklığı) smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı.

Canlı dokularla temasta olan bir maddenin, sistemik ve lokal toksisite, alerjik, mutajenik ve karsinojenik etki yapmayan inert özelliklere sahip olması ve vücudun yumuşak ya da sert dokularında doku reaksiyonuna yol açmamasına biyoyumluluk denmektedir (Wataha, 2000). Bir materyalin ağız ortamında kullanılabilmesi için doku toksisitesi

göstermemesi gerekmektedir. Biyolojik uyumu olmayan materyaller değişik doku reaksiyonlarına yol açabilirler. Kök kanalı içerisinde kullandığımız irrigasyon solüsyonları apikalden taşması durumunda dokuda herhangi bir irritasyon oluşturmamalıdır.

İnsanlarda kullanılması düşünülen materyallerin toksisitesinin belirlenmesi için in vivo ve in vitro koşullarda çalışmalar yapılmaktadır. In vivo koşullardaki çalışmalar hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen sitotoksosite çalışmalarını kapsamaktadır. Ancak; deneyler sırasında hayvanlara bağlı bireysel faktörlerin deney sonuçlarını ve çalışmanın güvenilirliğini etkileyebileceği düşünülmektedir. Ayrıca; deney işlemlerinde kontaminasyon riski ve yaşanabilecek zorluklar, çalışma ile ilgili standardizasyon problemlerinden dolayı in vitro çalışmalar tercih edilmektedir. In vitro koşullarda gerçekleştirilen çalışmalar klinik çalışmaları tam olarak yansıtmaz fakat in vivo koşullarda gerçekleştirilen çalışmalara öncülük edeceği düşünülmektedir (Hirschman, Wheeler, Bringas, & Hoen, 2012). Çalışmamızda kullandığımız solüsyonların ve sıcaklık değerlerinin in vitro koşullarda gerçekleştirilmiş sitotoksosite sonuçları bulunmadığından in vivo çalışma yapmak etik değildir. Öncelikli olarak in vitro çalışmalar yapılması gerektiğinden, çalışmamız in vitro koşullarda gerçekleştirildi.

Kök kanal tedavisinde kullanılan materyallerin biyouyumluluğunun değerlendirilmesinde in vivo ve ex vivo testleri içeren birçok farklı yöntem uygulanmıştır (Szep, Grumann, Ronge, Schriever, Schultze, & Heidemann, 2003). Biyouyumluluğun belirlenmesinde en yaygın kullanılan in vitro testlerden birisi de sitotoksosite testleridir. Basit, hızlı, ucuz ve kabul edilebilir görüntüleme yöntemleri içerdiği için in vitro hücre kültürü testleri tercih edilmektedir (Hirschman, Wheeler, Bringas, & Hoen, 2012; Lee, Son, Noh, Koh, Chang, Hwang, & Oh, 2012; Scotti, Tiozzo, Parisi, Croce, & Baldissara, 2008). Hücre kültürü testlerinde kullanılan hücreler; HeLa veya 3T3 hücreleri gibi daimi hücre çizgileri ve primer diploid hücreler ya da daha yaygın olarak oral fibroblastlardır (Hauman & Love, 2003). Çalışmamızda ise hPDLF hücrelerini kullandık. Periodontal ligament fibroblast



hücreleri periapikal dokuda endodontik materyaller ile reaksiyona giren major hücrelerdir (Yan, Yuan, Jiang, Peng, & Bian, 2010). İrrigasyon solüsyonlarının kök ucundan periapikal dokuya taşması durumunda ilk karşılaşabileceği hücrelerin periodontal ligament fibroblast hücreleri olabileceği için çalışmamızda bu hücreleri tercih ettik.

Hücre kültürü testlerinde genellikle primer veya devamlı hücre kültürleri kullanılmaktadır. Primer hücre kültürleri hayvan veya bitki dokusundan izole edilip kültüre alınan hücrelerden oluşur. Devam hücre hatları ise uygun besiyeri ortamında daha hızlı bölünen kültürlerdir. Primer hücre kültürleri tipik olarak sınırlı bir yaşam süresine sahipken (belli bir bölünme sayısından sonra çoğalma durur), devamlı hücre hatları hızlı büyüme eğrileri göstermektedir. Primer hücrelerin elde edilişi zor ve zahmetlidir. Bir hayvanın öldürülüp dissekte edildikten sonra hücrelerin izole edilip kültüre alınmasını gerektirir. Birçok hücre tipinin primer kültüründe hücre sayısı azdır ve hücrelerin ömrü kısadır, bakteri kontaminasyon riski de bulunmaktadır. Ancak “gerçek” hücreye en yakın model primer hücrelerdir (Koh, McDonald, Ford, & Torabinejad, 1998; MacDonald, 1994; Schmalz, 1994). Üretici firmalar devamlı hücre kültüründeki hücrelerin yaşar durumda ve kontaminasyonsuz olduğunu garanti etmektedir (McAteer & Davis, 1998). Çalışmamızda devamlı hücre hattı tipi olan hPDLF hücreleri dondurulmuş olarak üretici firmadan (crl-2014, ATCC, İngiltere) temin edildi ve steril ortamda çoğalmaları gerçekleştirildi.

Çalışmamızda; kök kanalı içerisinde kullanılan EDTA, MA, CA, PAA solüsyonlarının oda ve vücut sıcaklığında hPDLF hücrelerine sitotoksik etkisi değerlendirildi. Solüsyonların in vitro sitotoksitesini, hücre canlılığı ve/veya sitotoksik etkinin belirlenmesi için standart bir yöntem olan XTT analizi ile değerlendirdik (Azimi, Fazlyab, Sadri, Saghiri, Khosravanifard, & Asgary, 2014; Öncel Torun, Torun, Demirkaya, Yavuz, Elçi, Sarper, Avcu, 2015; Torun, Torun, Demirkaya, Yavuz, Sarper, & Avcu, 2016). Kısa dönem hücre canlılığı değerlendirilmesi 0, 6, 12, 24 saatlik ve uzun dönem hücre canlılığı değerlendirilmesi

1, 3, 5, 7 günlük olan zaman periyotlarındaki ve gruplardaki sonuçlar farklılık gösterdi. Hücre canlılığı seviyesi; Uluslararası Standartları Organizasyonu (ISO) (10993-5, 2009) tarafından kabul edilmiş seviye olan %70 olarak belirlendi (Chan, Zhang, & Cheung, 2015; Öncel Torun, Torun, Demirkaya, Yavuz, Elçi, Sarper, Avcu, 2015; Standardization., 2009).

Sitotoksosite testleri; hücre yaşayabilirliği ve hücre proliferasyonu gibi farklı parametrelerin incelendiği yöntemlerdir (Weyermann, Lochmann, & Zimmer, 2005). Bu parametrelerden en önemlileri metabolik aktivite ve DNA sentezidir (Ngamwongsatit, Banada, Panbangred, & Bhunia, 2008). Metabolik aktivite bazlı çalışmalar hücrelerin enerji metabolizması ve hücre büyümesiyle alakalı mitokondriyel aktivitesini ölçmek için gerçekleştirilmektedir (Ngamwongsatit, Banada, Panbangred, & Bhunia, 2008). XTT analizi yaşayabilen hücrelerin mitokondriyel aktivitesini ve metabolik aktivite değişimleri ile biyomateryallerin sitotoksitesini değerlendirmede kullanılan basit ve hassas bir testtir (Lin, Park, & Nahm, 2001). Tetrazolium boyalarının diğer jenerasyonları olan MTT ve WST-1 testleri de aynı şekilde kullanılmaktadır (Scudiero, Shoemaker, Paull, Monks, Tierney, Nofziger, Boyd, 1988). MTT test yöntemi yaygın olarak kullanılmasına rağmen; MTT testi için 52 – 72 saatlik bir bekleme süresine ihtiyaç vardır (Ngamwongsatit, Banada, Panbangred, & Bhunia, 2008). Ancak; XTT analizi için 4 saatlik bekleme süresi yeterli sonuçlar göstermektedir (Torun, Torun, Demirkaya, Yavuz, Sarper, & Avcu, 2016). Kimyasal olarak stabil olan MTT, suda çözünmeyen ürünler oluşturmaktadır (Ngamwongsatit, Banada, Panbangred, & Bhunia, 2008). Bu durumda oluşan ürünleri çözmek için ayrı aşama gerekmektedir. İlave olarak bir aşama daha olması deneyin karmaşıklığını arttırmaktadır (Lin, Park, & Nahm, 2001). MTT testinin en büyük eksikliği hücrenin toksine 24 saat maruz kalması ve bunun sonucu olarak kontaminasyon olma ihtimalidir (Ngamwongsatit, Banada, Panbangred, & Bhunia, 2008). Çalışma sırasında bu problemle karşılaşmamak için kısa zaman periyodunda gerçekleştirilmelidir. Bu sebeplerden dolayı çalışmamızda, suda

çözünebilen ürünler oluşturan ve 450 – 500 nm dalga boyu aralığında absorbe olan XTT analizini 492 nm dalga boyunda kullandık (Lin, Park, & Nahm, 2001).

Motoki ve ark. (2008) insan deri fibroblast hücrelerine MA uygulandığında epidermal büyüme faktörü, platelet kaynaklı büyüme faktörü, bazik fibroblast büyüme faktörü hücre proteinlerinin indüklendiğini belirlemişlerdir. MA'in insan deri fibroblast hücrelerinin çoğalmasında artış sağlayabileceğini göstermişlerdir (Motoki, Sugiura, Matsumoto, Tsuji, Kubota, Takigawa, & Gohda,2008). Motoki ve ark. (2008) çalışmasındaki bulgularla, bizim çalışmamızdaki 22 °C'deki ve 37 °C'deki %7'lik MA uygulandığında hücre yaşayabilirliğinin arttığını gösteren bulgular uyumluluk göstermektedir. 22 °C'deki ve 37 °C'deki %17'lik EDTA, %10'luk CA ve %2,25'lik PAA solüsyonları 0, 6, 12, 24 saatlik kısa dönem ve 1, 3, 5, 7 günlük uzun dönem periyotlarında hPDLF hücresi yaşayabilirlik değerlerinde azalma gösterirken, 22 °C'deki ve 37 °C'deki %7'lik MA 0, 6, 12, 24 saatlik kısa dönem ve 1, 3 günlük uzun dönem periyotlarında (5 ve 7 günlük uzun dönem periyodu haricinde) hPDLF hücresi yaşayabilirlik değerlerinde artış gösterdi.

Uzun dönem sitotoksikite değerlendirmeleri materyallerin sitotoksik davranışlarının belirlenmesinde daha geniş bir süreç sağlamaktadır. Materyallerin klinik kullanımda uzun dönem biyoyumluluğunun belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir (Brackett, Marshall, Lockwood, Lewis, Messer, Bouillaguet, & Wataha, 2008). Bu sebeple çalışmamızda kullandığımız tüm solüsyonların 1, 3, 5, 7 günlük uzun dönem sitotoksikite değerlendirmelerini inceledik. Ancak; çalışmamızdaki 5 ve 7 günlük uzun dönem periyotlarında tüm gruplardaki hPDLF hücresi yaşayabilirlik oranının azaldığını belirledik. Bu azalmanın sebebinin; kuyucuklardaki hücreler için besiyeri ortamının azaldığı, hücre proliferasyonlarındaki aşırı artış sebebiyle yeterli yüzey alanının kalmadığı ve deneysel kaynaklı hatalar olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda kullandığımız %17'lik EDTA, %7'lik MA, %10'luk CA ve %2,25'lik PAA solüsyonlarının sitotoksikite değerlerinin 0, 6, 12, 24 saatlik kısa dönem ve 1, 3, 5, 7 günlük uzun dönem periyotlarındaki sıcaklık değişimleri (22 °C'deki ve 37 °C'deki) arasında (%7'lik MA'in 7 günlük değeri haricinde) anlamlı bir farklılık bulunmadığı belirlendi ( $p>0,05$ ).

Ballal ve ark. (2009) çalışmasında %0,05 ve 1'lik konsantrasyonlardaki EDTA ve MA solüsyonlarının Çin hamster fibroblast hücreleri (V79) üzerindeki sitotoksik etkisini incelemiş ve MA'in yüksek konsantrasyonlarda bile EDTA'dan daha az hücre canlılığını etkilediğini daha az sitotoksikite gösterdiğini belirlemişlerdir (Ballal, Kundabala, Bhat, Rao & Rao, 2009). Benzer şekilde bizim çalışmamızda 22 °C'deki ve 37 °C'deki %17'lik EDTA'nın 0, 6, 12, 24 saatlik kısa dönem ve 1, 3, 5, 7 günlük uzun dönem periyotlarında hPDLF hücresi yaşayabilirlik değerlerinde azalmaya neden olduğu gözlemlenirken, 22 °C'deki ve 37 °C'deki %7'lik MA'in 0, 6, 12, 24 saatlik kısa dönem ve 1, 3 günlük uzun dönem periyotlarında (5 ve 7 günlük uzun dönem periyodu haricinde) hPDLF hücresi yaşayabilirlik değerlerinde artış sağladığını gözlemledik.

Malheiros ve ark. (2005) çalışmasında NIH-3T3 fare fibroblast hücreleri üzerinde %17'lik EDTA ve %10-15-25'lik CA solüsyonlarının sitotoksik etkilerini incelemişler ve %17'lik EDTA'nın, CA'in uygulanan tüm konsantrasyonlarından daha yüksek sitotoksik etki gösterdiğini belirlemişlerdir (Malheiros, Marques, & Gavini, 2005). Bizim çalışmamızdaki bulgulara göre, hPDLF hücreleri üzerinde farklı sıcaklıklardaki (22 °C ve 37 °C) %17'lik EDTA ve %10'luk CA'in kısa dönem ve uzun dönem sitotoksikite değerlendirmelerinin çoğunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşmadığı belirlendi. Bu durumun Malheiros ve ark. (2005) çalışmasında kullanılan NIH-3T3 fare fibroblastı ile bizim çalışmamızda kullanılan hPDLF hücrelerinin farklı olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Sceiza ve ark. (2001) 0, 6, 12, 24 saatlik kısa dönem ve 1, 3, 5, 7 günlük uzun dönem periyotlarında NIH 3T3 fibroblast hücreleri üzerinde %10'luk CA ve EDTA-T'yi %1, %0,1, %0,01 DMEM besiyeri ile seyrelterek sitotoksik etkilerini inceledikleri çalışmada; %1 DMEM besiyeri ile seyreltilen EDTA-T grubu hariç diğer gruplar DMEM besiyerinin kullanıldığı kontrol grubu ile benzer hücre yaşayabilirliği değerleri göstermişlerdir. Ayrıca; çalışmada kullanılan %1, %0,1, %0,01 DMEM besiyeri ile %10'luk CA seyreltilerinin, EDTA-T'den daha biyoyumlu olduğu bildirilmiştir (Scelza, Daniel, Santos, & Jaeger, 2001). Bizim çalışmamızda ise 22 °C ve 37 °C'deki %10'luk CA; 0, 6, 12, 24 saatlik kısa dönem ve 1, 3, 5, 7 günlük uzun dönem periyotlarında kontrol grubuna göre daha sitotoksik bulunmuştur. Çalışmamızda kullanılan CA'in %10'luk konsantrasyonunun solüsyonun sitotoksitesinde artışa neden olduğunu düşünmekteyiz.

Faria ve ark. (2014) L929 fare fibroblast hücreleri üzerinde %0,5, %1, %2 ve %2,5'lik PAA ve %2,5'lik NaOCl'in sitotoksik etkilerinin MTT testi ile inceledikleri çalışmada; %0,5'lik PAA ile %2,5'lik NaOCl'in sitotoksik etkisini benzer bulmuşken, %1-2-2,5'lik PAA'in %2,5'lik NaOCl'den daha fazla sitotoksik etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca; PAA'in konsantrasyonu arttıkça sitotoksik etkisinin arttığını belirtmişlerdir (Faria, Viola, Carlos, Kuga, Guerreiro-Tanomau, & Tanomaru-Filho, 2014). Bizim çalışmamızda ise 22 °C ve 37 °C'deki %2,25'lik PAA'in 0, 6, 12, 24 saatlik kısa dönem ve 1, 3, 5, 7 günlük uzun dönem periyotlarda hPDLF hücresi yaşayabilirlik değerlerinde azalmaya neden olduğu XTT analizi ile gözlemlendi. Bununla birlikte Zhou ve ark. (2010) mikrodozdaki ( $1 \times 10^{-6}$ ) PAA'in in vitro koşullarda fare fibroblast hücrelerine sitotoksik etki göstermediğini tespit etmişlerdir (Zhou, Li, Li, Zhao, Zhang, Zhang, & Zhang, 2010).

Buffa ve ark. (1997) PBS, serum fizyolojik, steril musluk suyu ve Ringer laktat solüsyonunun köpek embriyosu fibroblastları üzerinde sitotoksik etkisini %0,5'lik tripan mavisi yöntemi ile 0,5, 1, 2,5, 5 ve 10 dakikalık periyotlarda karşılaştırdıkları çalışmada; PBS

ve Ringer laktat solüsyonu ile serum fizyolojik arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu, 10 dk'lık periyottan sonra serum fizyolojinin sitotoksik özelliğinin arttığı bildirilmiştir (Buffa, Lubbe, Verstraete, & Swaim, 1997). Bizim çalışmamızda 22 °C'deki ve 37 °C'deki serum fizyolojik solüsyonu kontrol grubuna göre 0. saat, 24. saat ve 1 günlük periyotlarda hücre yaşayabilirliğinde artış gösterirken; 6. saat, 12. saat, 3 gün, 5 gün ve 7 günlük süreçlerde hücre yaşayabilirliğinde azalma gösterdi. Serum fizyolojinin asidik özelliğinden kaynaklı olarak sitotoksik etki gösterdiği düşünülmektedir (Buffa, Lubbe, Verstraete, & Swaim, 1997). Gomes-Filho ve ark. (2008) %0,9 steril serum fizyolojik, %2,5 NaOCl, %5,25 NaOCl ve %2 CHX solüsyon ve jelinin 2 saat, 48 saat, 14 gün ve 30 günlük periyotlarda ratların subkutanöz bağ dokusu üzerindeki sitotoksik etkisini inceledikleri çalışmada; %0,9'luk steril serum fizyolojinin orta düzeyde inflamatuvar cevap oluşturduğu ve 48 saatlik periyotta inflamatuvar cevabın arttığı, 48 saatlik periyot ile 2 saatlik periyot arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın görüldüğünü belirlemiştir. 14 günlük ve 30 günlük periyotta ise %0,9'luk steril serum fizyolojiğe karşı oluşan inflamatuvar cevabın azaldığı belirlenmiştir (Gomes-Filho, Aurélio, Costa, & Bernabé, 2008). Chandrasekhar ve ark. (2013) %0,9 steril serum fizyolojik, %3 NaOCl, %17 EDTA, %2 CHX ve QMix'in 2 saat, 48 saat, 14 gün ve 30 günlük periyotlarda ratların subkutanöz dokusu üzerindeki doku cevabını karşılaştırdıkları çalışmada; Gomes-Filho ve ark. (2008) çalışması ile uyumlu olarak %0,9'luk steril serum fizyolojinin orta düzeyde inflamatuvar cevap oluşturduğu ve 48 saatlik periyotta inflamatuvar cevabın arttığı, 48 saatlik periyot ile 2 saatlik periyot arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın görüldüğünü belirlemiştir. 14 günlük ve 30 günlük periyotta ise %0,9'luk steril serum fizyolojiğe karşı oluşan inflamatuvar cevabın azaldığı belirlenmiştir (Chandrasekhar, Amulya, Rani, Prakash, Ranjani, & Gayathri, 2013). Bizim çalışmamızda ise; 22 °C'deki ve 37 °C'deki serum fizyolojik solüsyonu kontrol grubuna göre 5 ve 7 günlük periyotlarda hPDLF hücre yaşayabilirliğini azalttığı gözlemlendi.

Çalışmamızın limitasyonları içerisinde sadece solüsyonların kendi etkinlikleri ile smear tabakası uzaklaştırma etkilerini inceledik. İrrigasyon solüsyonlarının aktive edilmesi ile smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinin artacağı düşünüldüğünden, ileriki çalışmalarda kombine kullanımları değerlendirilebilir. Ayrıca; çalışmamızda düz kök kanallı dişler tercih edilmiştir. İleriki çalışmalarda kullandığımız solüsyonların smear tabakası uzaklaştırma etkinliği eğimli kök kanalına sahip dişlerde de araştırılmalıdır.

Çalışmamızda kullanılan solüsyonların sitotoksik etkilerinin farklı sitotoksisite testleri ile değerlendirilmesi ve karşılaştırmalarının yapılması incelenen numunelerin sitotoksik etkisi hakkında daha detaylı bilgi verebilir. Ayrıca; in vitro olarak gerçekleştirdiğimiz çalışmamıza destek olarak kullandığımız solüsyonların sitotoksik etkisinin in vivo çalışmalarda da değerlendirilmesi gerekmektedir. Kullandığımız solüsyonların sitotoksisite değerlendirmelerine ek olarak genotoksik değerlendirmelerin de yapılması, solüsyonların verdiği hücre hasarının da belirlenmesinde yardımcı olacaktır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada elde edilen önemli sonuçlar ve araştırma koşulları ve sınırları göz önünde bulundurularak bu sonuçlarla ilgili yapılan değerlendirmeler aşağıda yer almaktadır:

- İdeal bir irrigasyon solüsyonundan beklenen smear tabakasını uzaklaştırmasıdır. Fakat bugüne kadar kullanılan solüsyonlardan hiçbirisi tek başına smear tabakasını uzaklaştıramamıştır. Kök kanallarının koronal ve orta bölgesinde; %7'lik MA, %17'lik EDTA, %10'luk CA solüsyonları, serum fizyolojik ve %2,25'lik PAA solüsyonlarından daha etkin bir şekilde smear tabakası uzaklaştırmışlardır.
- Çalışmamızda incelenen EDTA, CA ve PAA solüsyonlarının kök kanallarındaki smear tabakası uzaklaştırma etkinliği (MA solüsyonu hariç) korondan apikale doğru azalmıştır. Kök kanallarının apikal bölgesinde ise en etkin solüsyon 22 °C ve 37 °C'deki MA solüsyonudur.
- Çalışmamızda kullanılan EDTA, MA, CA, PAA ve serum fizyolojik solüsyonlarının 22 °C ve 37 °C'deki sıcaklıklarda smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri arasında farklılık görülmemiştir.
- Çalışmamızda EDTA, MA, CA, PAA ve serum fizyolojik solüsyonlarının 22 °C ve 37 °C'deki sıcaklıklarda hPDLF hücreleri üzerindeki sitotoksik etkileri XTT analizi ile karşılaştırılmıştır. EDTA, CA, PAA ve serum fizyolojik solüsyonları hPDLF hücreleri üzerinde değişik derecelerde sitotoksik etki göstermiştir.
- MA solüsyonu hPDLF hücreleri üzerinde diğer tüm solüsyonlara göre daha fazla hücre yaşayabilirliği göstermiş, 5 ve 7. gün hariç hücre çoğalmasını indüklediği belirlenmiştir.
- Çalışmamızda kullanılan irrigasyon solüsyonlarının sıcaklık değişiklikleri (22 ve 37 C°) solüsyonların sitotoksitelerinde bir değişikliğe neden olmamıştır.



- Solüsyonların sitotoksik ve genotoksik özellikleri ile ilgili daha fazla in vitro ve in vivo çalışmalara ihtiyaç vardır.



**KAYNAKLAR**

- Abe, K., & Matsuki, N. (2000). Measurement of cellular 3-(4, 5-dimethylthiazol-2-yl)-2, 5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) reduction activity and lactate dehydrogenase release using MTT. *Neuroscience research*, 38(4), 325-329.
- Ahmetoglu, F., Keles, A., Yalcin, M., & Simsek, N. (2014). Effectiveness of different irrigation systems on smear layer removal: A scanning electron microscopic study. *European journal of dentistry*, 8(1), 53.
- Ahuja, P., Nandini, S., Ballal, S., & Velmurugan, N. (2014). Effectiveness of four different final irrigation activation techniques on smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 11(1), 1.
- Aktener, B. O., Cengiz, T., & Pişkin, B. (1989). The penetration of smear material into dentinal tubules during instrumentation with surface-active reagents: A scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 15(12), 588-590.
- Akyuz Ekim, S. N., & Erdemir, A. (2015). Comparison of different irrigation activation techniques on smear layer removal: An in vitro study. *Microscopy research and technique*, 78(3), 230-239.
- Al-Hadlaq, S. M., Al-Turaiki, S. A., Al-Sulami, U., & Saad, A. Y. (2006). Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *Journal of endodontics*, 32(12), 1181-1184.
- Arslan, D. (2013). Kök kanallarına farklı güçlerde uygulanan ktp lazerin smear tabakası, sıcaklık değişimi ve e.faecalis üzerine etkisinin in vitro olarak incelenmesi. . *Cumhuriyet Üniversitesi Doktora Tezi*, 1-1.
- Arslan, D., Guneser, M. B., Dincer, A. N., Kustarci, A., Er, K., & Siso, S. H. (2016). Comparison of Smear Layer Removal Ability of QMix with Different Activation Techniques. *Journal of Endodontics*.

- Arslan, H., Ayrancı, L. B., Karatas, E., Topçuoğlu, H. S., Yavuz, M. S., & Kesim, B. (2013). Effect of agitation of EDTA with 808-nanometer diode laser on removal of smear layer. *Journal of Endodontics*, 39(12), 1589-1592.
- Ayhan, H., Sultan, N., Cirak, M., Ruhi, M., & Bodur, H. (1999). Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. *Int Endod J*, 32(2), 99-102.
- Ayrancı, L., Arslan, H., Akcay, M., Capar, I., Gok, T., & Saygili, G. (2015). Effectiveness of laser-assisted irrigation and passive ultrasonic irrigation techniques on smear layer removal in middle and apical thirds. *Scanning*.
- Azimi, S., Fazlyab, M., Sadri, D., Saghiri, M., Khosravanifard, B., & Asgary, S. (2014). Comparison of pulp response to mineral trioxide aggregate and a bioceramic paste in partial pulpotomy of sound human premolars: a randomized controlled trial. *Int Endod J*, 47(9), 873-881.
- Ballal, N. V., Jain, I., & Tay, F. R. (2016). Evaluation of the smear layer removal and decalcification effect of QMix, maleic acid and EDTA on root canal dentine. *Journal of Dentistry*.
- Ballal, N. V., Kandian, S., Mala, K., Bhat, K. S., & Acharya, S. (2009). Comparison of the efficacy of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid in smear layer removal from instrumented human root canal: a scanning electron microscopic study. *Journal of endodontics*, 35(11), 1573-1576.
- Ballal, N. V., Kundabala, M., Bhat, S., Rao, N., & Rao, B. S. (2009). A comparative in vitro evaluation of cytotoxic effects of EDTA and maleic acid: root canal irrigants. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 108(4), 633-638.
- Balto, H., Salama, F., Al-Mofareh, S., & Al-Yahya, F. (2015). Evaluation of different irrigating solutions on smear layer removal of primary root dentin. *The journal of contemporary dental practice*, 16(3), 187-191.
- Beltz, R. E., Torabinejad, M., & Poursmail, M. (2003). Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, sodium hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. *Journal of endodontics*, 29(5), 334-337.

- Blank-Gonçalves, L. M., Nabeshima, C. K., Martins, G. H. R., & de Lima Machado, M. E. (2011). Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. *Journal of endodontics*, 37(9), 1268-1271.
- Brackett, M. G., Marshall, A., Lockwood, P. E., Lewis, J. B., Messer, R. L. W., Bouillaguet, S., & Wataha, J. C. (2008). Cytotoxicity of endodontic materials over 6-weeks ex vivo. *Int Endod J*, 41(12), 1072-1078.
- Brännström, M., & Johnson, G. (1974). Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surfaces: A scanning electron microscopic investigation. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 31(4), 422-430.
- Brännström, M. (1983). Smear layer: pathological and treatment considerations. *Operative dentistry. Supplement*, 3, 35-42.
- Byström, A., & Sunqvist, G. (1985). The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International Endodontic Journal*, 18(1), 35-40.
- Buffa, E. A., Lubbe, A. M., Verstraete, F. J., & Swaim, S. F. (1997). The effects of wound lavage solutions on canine fibroblasts: an in vitro study. *Veterinary Surgery*, 26(6), 460-466.
- Bulut, D. G., Kose, E., Ozcan, G., Sekerci, A. E., Canger, E. M., & Sisman, Y. (2015). Evaluation of root morphology and root canal configuration of premolars in the Turkish individuals using cone beam computed tomography. *European Journal of Dentistry*, 9(4), 551-557.
- Caron, G., Nham, K., Bronnec, F., & Machtou, P. (2010). Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *Journal of Endodontics*, 36(8), 1361-1366.
- Carranza, F. A., Bernard, G. W.,. (2002). In: Carranza's clinical periodontology. )th Edition Edt: Newman M.G., Takei H. H., Carranza F.A., W.B Saunders Company, The curtis center independece square West Philadelphia, PA. 36-41.
- Cengiz, T., Aktener, B., & Piskin, B. (1990). The effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal Irrigants. *International Endodontic Journal*, 23(3), 163-171.

- Chailertvanitkul, P., Saunders, W., & MacKenzie, D. (1996). The effect of smear layer on microbial coronal leakage of gutta-percha root fillings. *International Endodontic Journal*, 29(4), 242-248.
- Chan, E. L., Zhang, C., & Cheung, G. S. (2015). Cytotoxicity of a novel nano-silver particle endodontic irrigant. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*, 7, 65.
- Chandrasekhar, V., Amulya, V., Rani, V. S., Prakash, T. J., Ranjani, A. S., & Gayathri, C. (2013). Evaluation of biocompatibility of a new root canal irrigant Q Mix TM 2 in 1-An in vivo study. *Journal of Conservative Dentistry*, 16(1), 36.
- Charara, K., Friedman, S., Sherman, A., Kishen, A., Malkhassian, G., Khakpour, M., & Basrani, B. (2016). Assessment of Apical Extrusion during Root Canal Irrigation with the Novel GentleWave System in a Simulated Apical Environment. *Journal of Endodontics*, 42(1), 135-139.
- Coons, D., Dankowski, M., Diehl, M., Jakobi, G., Kuzel, P., Sung, E., & Trabitzsch, U. (1987). Performance in detergents, cleaning agents and personal care products *Surfactants in consumer products* (pp. 197-398): Springer.
- Crompton, B. J., Goodell, G. G., & McClanahan, S. B. (2005). Effects on smear layer and debris removal with varying volumes of 17% REDTA after rotary instrumentation. *Journal of endodontics*, 31(7), 536-538.
- Çiçek, E., & Keskin, Ö. (2015). The effect of the temperature changes of EDTA and MTAD on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopy study. *Scanning*, 37(3), 193-196.
- da Costa Lima, G. A., Aguiar, C. M., Câmara, A. C., Alves, L. C., dos Santos, F. A. B., & do Nascimento, A. E. (2015). Comparison of Smear Layer Removal Using the Nd: YAG Laser, Ultrasound, ProTaper Universal System, and CanalBrush Methods: An In Vitro Study. *Journal of Endodontics*, 41(3), 400-404.

- Dai, L., Khechen, K., Khan, S., Gillen, B., Loushine, B. A., Wimmer, C. E., . . . Tay, F. R. (2011). The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *Journal of Endodontics*, *37*(1), 80-84.
- De-Deus, G., Souza, E., Marins, J., Reis, C., Paciornik, S., & Zehnder, M. (2011). Smear layer dissolution by peracetic acid of low concentration. *International Endodontic Journal*, *44*(6), 485-490.
- de Gregorio, C., Estevez, R., Cisneros, R., Heilborn, C., & Cohenca, N. (2009). Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study. *Journal of endodontics*, *35*(6), 891-895.
- de Souza, E. B., Cai, S., Simionato, M. R. L., & Lage-Marques, J. L. (2008). High-power diode laser in the disinfection in depth of the root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *106*(1), e68-e72.
- Desai, P., & Himel, V. (2009). Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *Journal of Endodontics*, *35*(4), 545-549.
- Di Lenarda, R., Cadenaro, M., & Sbaizero, O. (2000). Effectiveness of 1 mol L<sup>-1</sup> citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. *International Endodontic Journal*, *33*(1), 46-52.
- Diamond, A., & Carrel, R. (1983). The smear layer: a review of restorative progress. *The Journal of pedodontics*, *8*(3), 219-226.
- DiVito, E., Peters, O., & Olivi, G. (2012). Effectiveness of the erbium: YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Lasers in medical science*, *27*(2), 273-280.
- Drake, D. R., Wiemann, A. H., Rivera, E. M., & Walton, R. E. (1994). Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. *Journal of Endodontics*, *20*(2), 78-82.
- Eick, J. D., Wilko, R. A., Anderson, C. H., & Sorensen, S. E. (1970). Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *Journal of Dental Research*, *49*(6).
- Erickson, R. (1992). Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper Dent*(5), 81-94.

- Eriksson, R., & Albrektsson, T. (1984). The effect of heat on bone regeneration: an experimental study in the rabbit using the bone growth chamber. *Journal of Oral and Maxillofacial surgery*, 42(11), 705-711.
- Faria, G., Viola, K., Carlos, I., Kuga, M., Guerreiro-Tanomau, J., & Tanomaru-Filho, M. (2014). Cytotoxicity of peracetic acid in L929 fibroblasts (1139.2). *The FASEB Journal*, 28(1 Supplement), 1139.1132.
- Gaddala, N., Veeramachineni, C., & Tummala, M. (2015). Effect of Peracetic Acid as A Final Rinse on Push Out Bond Strength of Root Canal Sealers to Root Dentin. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 9(5), ZC75.
- Garberoglio, R., & Brännström, M. (1976). Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Archives of Oral Biology*, 21(6), 355-362.
- Garcia, F., Murray, P. E., Garcia-Godoy, F., & Namerow, K. N. (2010). Effect of aquatine endodontic cleanser on smear layer removal in the root canals of ex vivo human teeth. *Journal of Applied Oral Science*, 18(4), 403-408.
- Gençoğlu, N., Samani, S., & Günday, M. (1993). Dentinal wall adaptation of thermoplasticized gutta-percha in the absence or presence of smear layer: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 19(11), 558-562.
- George, S., Kishen, A., & Song, P. (2005). The role of environmental changes on monospecies biofilm formation on root canal wall by *Enterococcus faecalis*. *Journal of endodontics*, 31(12), 867-872.
- Gerstner, R. (1971). Tissue cultures of pulpal elements. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 32(3), 473-486.
- Giardino, L., Ambu, E., Becce, C., Rimondini, L., & Morra, M. (2006). Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *Journal of Endodontics*, 32(11), 1091-1093.

- Gilboe, D. B., Svare, C. W., Thayer, K. E., & Drennon, D. G. (1980). Dentinal smearing: an investigation of the phenomenon. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 44(3), 310-316.
- Goel, S., & Tewari, S. (2009). 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*, 108(3), 465-470.
- Goldberg, F., Artaza, L. P., & De Silvio, A. (1995). Apical sealing ability of a new glass ionomer root canal sealer. *Journal of Endodontics*, 21(10), 498-500.
- Goldberg, F., & Spielberg, C. (1982). The effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 53(1), 74-77.
- Gomes-Filho, J. E., Aurélio, K. G., Costa, M. M. T. d. M., & Bernabé, P. F. E. (2008). Comparison of the biocompatibility of different root canal irrigants. *Journal of Applied Oral Science*, 16(2), 137-144.
- Gu, L.-s., Kim, J. R., Ling, J., Choi, K. K., Pashley, D. H., & Tay, F. R. (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of Endodontics*, 35(6), 791-804.
- Guidotti, R., Merigo, E., Fornaini, C., Rocca, J.-P., Medioni, E., & Vescovi, P. (2014). Er: YAG 2,940-nm laser fiber in endodontic treatment: a help in removing smear layer. *Lasers in medical science*, 29(1), 69-75.
- Guo, X., Miao, H., Li, L., Zhang, S., Zhou, D., Lu, Y., & Wu, L. (2014). Efficacy of four different irrigation techniques combined with 60° C 3% sodium hypochlorite and 17% EDTA in smear layer removal. *BMC oral health*, 14(1), 114.
- Gutmann, J. (1993). Adaptation of injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of the dentinal smear layer. *International Endodontic Journal*, 26(2), 87-92.
- Haapasalo, M., Wang, Z., Shen, Y., Curtis, A., Patel, P., & Khakpour, M. (2014). Tissue dissolution by a novel multisonic ultracleaning system and sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*, 40(8), 1178-1181.



- Hanks, C. T., Wataha, J. C., & Sun, Z. (1996). In vitro models of biocompatibility: a review. *Dental Materials*, 12(3), 186-193.
- Hariharan, V., Nandlal, B., & Srilatha, K. (2010). Efficacy of various root canal irrigants on removal of smear layer in the primary root canals after hand instrumentation: A scanning electron microscopy study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 28(4), 271.
- Hasheminia, S. M., Birang, R., Feizianfard, M., & Nasouri, M. (2012). A comparative study of the removal of smear layer by two endodontic irrigants and Nd: YAG Laser: A Scanning Electron Microscopic Study. *ISRN dentistry*, 2012.
- Hauman, C. H., & Love, R. M. (2003). Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 1. Intracanal drugs and substances. *Int Endod J*, 36(2), 75-85.
- Hauser, V., Braun, A., & Frentzen, M. (2007). Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo®). *International Endodontic Journal*, 40(8), 644-652.
- Hennequin, M., & Douillard, Y. (1995). Effects of citric acid treatment on the Ca, P and Mg contents of human dental roots. *Journal of clinical periodontology*, 22(7), 550-557.
- Herrera, D. R., Santos, Z. T., Tay, L. Y., Silva, E. J., Loguercio, A. D., & Gomes, B. P. (2013). Efficacy of different final irrigant activation protocols on smear layer removal by EDTA and citric acid. *Microscopy research and technique*, 76(4), 364-369.
- Hirschman, W. R., Wheeler, M. A., Bringas, J. S., & Hoen, M. M. (2012). Cytotoxicity comparison of three current direct pulp-capping agents with a new bioceramic root repair putty. *Journal of endodontics*, 38(3), 385-388.
- Huang, F. M., Tai, K. W., Chou, M. Y., & Chang, Y. C. (2002). Cytotoxicity of resin-, zinc oxide–eugenol-, and calcium hydroxide-based root canal sealers on human periodontal ligament cells and permanent V79 cells. *Int Endod J*, 35(2), 153-158.

- Huang, T. Y., Gulabivala, K., & Ng, Y. L. (2008). A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *International Endodontic Journal*, 41(1), 60-71.
- Hülsmann, M., & Hahn, W. (2000). Complications during root canal irrigation—literature review and case reports. *International Endodontic Journal*, 33(3), 186-193.
- Hülsmann, M., Heckendorff, M., & Lennon, A. (2003). Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International Endodontic Journal*, 36(12), 810-830.
- Irala, L. E. D., Graziotin-Soares, R., Salles, A. A., Munari, A. Z., & Pereira, J. S. (2010). Dissolution of bovine pulp tissue in solutions consisting of varying NaOCl concentrations and combined with EDTA. *Brazilian oral research*, 24(3), 271-276.
- Kahn, F. H., Rosenberg, P. A., & Gliksberg, J. (1995). An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *Journal of Endodontics*, 21(5), 277-280.
- Kalyoncuoğlu, E., & Demiryürek, E. Ö. (2013). A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal from teeth with different irrigation solutions and lasers. *Microscopy and Microanalysis*, 19(06), 1465-1469.
- Khedmat, S., & Shokouhinejad, N. (2008). Comparison of the efficacy of three chelating agents in smear layer removal. *Journal of Endodontics*, 34(5), 599-602.
- Klyn, S. L., Kirkpatrick, T. C., & Rutledge, R. E. (2010). In Vitro Comparisons of Debris Removal of the EndoActivator™ System, the F File™, Ultrasonic Irrigation, and NaOCl Irrigation Alone after Hand-rotary Instrumentation in Human Mandibular Molars. *Journal of Endodontics*, 36(8), 1367-1371.
- Koçak, S., Çiçek, E., Sağlam, B. C., Koçak, M. M., & Türker, S. A. (2015). Influence of Diode Laser Application on the Efficiency of QMiX and EDTA Solutions in Removing Smear Layer. *Photomedicine and laser surgery*, 33(11), 564-567.

- Koh, E. T., McDonald, F., Ford, T. R. P., & Torabinejad, M. (1998). Cellular response to mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*, 24(8), 543-547.
- Koulaouzidou, E. A., Margelos, J., Beltes, P., & Kortsaris, A. H. (1999). Cytotoxic effects of different concentrations of neutral and alkaline EDTA solutions used as root canal irrigants. *Journal of endodontics*, 25(1), 21-23.
- Kumar, P., Prasad, N., Darawade, A., Bhagat, S. K., Narayana, N., & Darawade, P. (2015). The Effect of Four Commonly used Root Canal Irrigants on the Removal of Smear Layer: An In-vitro Scanning Electron Microscope Study. *Journal of international oral health: JIOH*, 7(9), 88.
- Kumar, V. R., Bahuguna, N., & Manan, R. (2015). Comparison of efficacy of various root canal irrigation systems in removal of smear layer generated at apical third: An SEM study. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 18(3), 252.
- Lagemann, M., George, R., Chai, L., & Walsh, L. J. (2014). Activation of ethylenediaminetetraacetic acid by a 940 nm diode laser for enhanced removal of smear layer. *Australian Endodontic Journal*, 40(2), 72-75.
- Lee, B. N., Son, H. J., Noh, H. J., Koh, J. T., Chang, H. S., Hwang, I. N., ... & Oh, W. M. (2012). Cytotoxicity of newly developed ortho MTA root-end filling materials. *Journal of endodontics*, 38(12), 1627-1630.
- Lin, J., Park, M., & Nahm, M. (2001). Chromogenic assay measuring opsonophagocytic killing capacities of antipneumococcal antisera. *Clinical and diagnostic laboratory immunology*, 8(3), 528-533.
- Lotfi, M., Vosoughhosseini, S., Saghiri, M. A., Zand, V., Ranjkesh, B., & Ghasemi, N. (2012). Effect of MTAD as a final rinse on removal of smear layer in ten-minute preparation time. *Journal of Endodontics*, 38(10), 1391-1394.
- Lottanti, S., Gautschi, H., Sener, B., & Zehnder, M. (2009). Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer. *International endodontic journal*, 42(4), 335-343.

- MacDonald, C. (1994). Primary culture and the establishment of cell lines. *Davis, JM (ed)*.
- Mader, C. L., Baumgartner, J. C., & Peters, D. D. (1984). Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *Journal of endodontics, 10(10), 477-483*.
- Madison, S., & Krell, K. V. (1984). Comparison of ethylenediamine tetraacetic acid and sodium hypochlorite on the apical seal of endodontically treated teeth. *Journal of Endodontics, 10(10), 499-503*.
- Malheiros, C. F., Marques, M. M., & Gavini, G. (2005). In vitro evaluation of the cytotoxic effects of acid solutions used as canal irrigants. *Journal of endodontics, 31(10), 746-748*
- Mancini, M., Armellin, E., Casaglia, A., Cerroni, L., & Cianconi, L. (2009). 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, 35(6), 900-903*.
- Mancini, M., Cerroni, L., Iorio, L., Armellin, E., Conte, G., & Cianconi, L. (2013). Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *Journal of Endodontics, 39(11), 1456-1460*.
- Marins, J. S. R., Sassone, L. M., Fidel, S. R., & Ribeiro, D. A. (2012). In vitro genotoxicity and cytotoxicity in murine fibroblasts exposed to EDTA, NaOCl, MTAD and citric acid. *Brazilian dental journal, 23(5), 527-533*.
- McAteer J. A., Davis J. (1998). Basic cell culture technique and the maintenance of cell lines. In: *Basic cell culture* Ed: Davis JM, Oxford University Pres, New York.pp: 91-148).
- McComb, D., & Smith, D. C. (1975). A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *Journal of Endodontics, 1(7), 238-242*.
- McDonnell, G., & Russell, A. D. (1999). Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clinical microbiology reviews, 12(1), 147-179*.

- McGill, S., Gulabivala, K., Mordan, N., & Ng, Y. L. (2008). 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*, 41(7), 602-608.
- Meryon, S., & Brook, A. (1990). Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *International Endodontic Journal*, 23(4), 196-202.
- Michelich, V., Schuster, G., & Pashley, D. H. (1980). Bacterial penetration of human dentin in vitro. *Journal of Dental Research*, 59(8), 1398-1403.
- Mohammadi, Z., Shalavi, S., & Jafarzadeh, H. (2013). Ethylenediaminetetraacetic acid in endodontics. *European journal of dentistry*, 7(5), 135.
- Molina, B., Glickman, G., Vandrangi, P., & Khakpour, M. (2015). Evaluation of Root Canal Debridement of Human Molars Using the GentleWave System. *Journal of Endodontics*, 41(10), 1701-1705.
- Motoki, T., Sugiura, Y., Matsumoto, Y., Tsuji, T., Kubota, S., Takigawa, M., & Gohda, E. (2008). Induction of hepatocyte growth factor expression by maleic acid in human fibroblasts through MAPK activation. *Journal of cellular biochemistry*, 104(4), 1465-1476.
- Navarro-Escobar, E., González-Rodríguez, M. P., & Ferrer-Luque, C. M. (2010). Cytotoxic effects of two acid solutions and 2.5% sodium hypochlorite used in endodontic therapy. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 15(1), e90-4.
- Ngamwongsatit, P., Banada, P. P., Panbangred, W., & Bhunia, A. K. (2008). WST-1-based cell cytotoxicity assay as a substitute for MTT-based assay for rapid detection of toxigenic *Bacillus* species using CHO cell line. *Journal of microbiological methods*, 73(3), 211-215.
- Niu, W., Yoshioka, T., Kobayashi, C., & Suda, H. (2002). A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J*, 35(11), 934-939.
- O'Connell, M. S., Morgan, L. A., Beeler, W. J., & Baumgartner, J. C. (2000). A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *Journal of endodontics*, 26(12), 739-743.

- Ørstavik, D., & Haapasalo, M. (1990). Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Dental Traumatology*, 6(4), 142-149.
- Outhwaite, W., Livingston, M., & Pashley, D. H. (1976). Effects of changes in surface area, thickness, temperature and post-extraction time on human dentine permeability. *Archives of Oral Biology*, 21(10), 599-603.
- Öncel Torun Z, Torun D, Demirkaya K, Yavuz ST, Elçi MP, Sarper M, Avcu F. Effects of iRoot BP and white mineral trioxide aggregate on cell viability and the expression of genes associated with mineralization. *Int Endod J*. 2015 Oct;48(10):986-93).
- Park, S.-H., Cheon, H.-L., Park, K.-H., Chung, M.-S., Choi, S. H., Ryu, S., & Kang, D.-H. (2012). Inactivation of biofilm cells of foodborne pathogen by aerosolized sanitizers. *International journal of food microbiology*, 154(3), 130-134.
- Pashley, D., Michelich, V., & Kehl, T. (1981). Dentin permeability: effects of smear layer removal. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 46(5), 531-537.
- Pashley, D. H. (1984). Smear layer. *Operative dentistry. Supplement*, 3, 13-29.
- Pashley, D. H. (1985). Dentin-predentin complex and its permeability: physiologic overview. *Journal of Dental Research*, 64, 613-620.
- Patterson, S. S. (1963). In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 16(1), 83-103.
- Pérez-Heredia, M., Ferrer-Luque, C., González-Rodríguez, M., Martín-Peinado, F., & González-López, S. (2008). Decalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2.5% sodium hypochlorite on root canal dentine. *International Endodontic Journal*, 41(5), 418-423.
- Poggio, C., Dagna, A., Chiesa, M., Bianchi, S., Renata Arciola, C., Visai, L., & Giardino, L. (2010). SEM evaluation of the root canal walls after treatment with Tetraclean. *International Journal of Artificial Organs*, 33(9), 660.

- Poggio, C., Dagna, A., Colombo, M., Rizzardi, F., Chiesa, M., Scribante, A., & Alberti, G. (2012). Decalcifying effect of different ethylenediaminetetraacetic acid irrigating solutions and tetraclean on root canal dentin. *Journal of Endodontics*, *38*(9), 1239-1243.
- Prabhu, S., Rahim, N., Bhat, K., & Mathew, J. (2003). Comparison of removal of endodontic smear layer using NaOCl, EDTA, and different concentrations of maleic acid—A SEM study. *Endodontology*, *15*(1), 20-25.
- Prado, M., Gusman, H., Gomes, B. P., & Simão, R. A. (2011). Scanning electron microscopic investigation of the effectiveness of phosphoric acid in smear layer removal when compared with EDTA and citric acid. *Journal of endodontics*, *37*(2), 255-258.
- Rasimick, B. J., Nekich, M., Hladek, M. M., Musikant, B. L., & Deutsch, A. S. (2008). Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. *Journal of Endodontics*, *34*(12), 1521-1523.
- Ribeiro, E. M., Silva-Sousa, Y. T., Souza-Gabriel, A. E., Sousa-Neto, M. D., Lorencetti, K. T., & Silva, S. R. C. (2012). Debris and smear removal in flattened root canals after use of different irrigant agitation protocols. *Microscopy research and technique*, *75*(6), 781-790.
- Riss, T. L., & Moravec, R. A. (2004). Use of multiple assay endpoints to investigate the effects of incubation time, dose of toxin, and plating density in cell-based cytotoxicity assays. *Assay and drug development technologies*, *2*(1), 51-62.
- Ruddle, C. J. (2008). ENDODONTIC DISINFECTION. *Endodontic Practice*.
- Safavi, K. E., Spngberg, L. S., & Langeland, K. (1990). Root canal dentinal tubule disinfection. *Journal of Endodontics*, *16*(5), 207-210.
- Sahar-Helft, S., Sarp, A. S. K., Stabholtz, A., Gutkin, V., Redenski, I., & Steinberg, D. (2015). Comparison of Positive-Pressure, Passive Ultrasonic, and Laser-Activated Irrigations on Smear-Layer Removal from the Root Canal Surface. *Photomedicine and laser surgery*, *33*(3), 129-135.
- Saquy, P. C., Maia Campos, G., Sousa Neto, M., Guimarães, L. F., & Pécora, J. D. (1994). Evaluation of chelating action of EDTA in association with Dakin's solution. *Braz Dent J*, *5*(1), 65-70.

- Scelza, M. F. Z., Daniel, R. L. P., Santos, E. M., & Jaeger, M. M. M. (2001). Cytotoxic effects of 10% citric acid and EDTA-T used as root canal irrigants: an in vitro analysis. *Journal of endodontics*, 27(12), 741-743.
- Schmalz, G. (1994). Use of cell cultures for toxicity testing of dental materials—advantages and limitations. *Journal of Dentistry*, 22, S6-S11.
- Schmalz, G. (1998). Concepts in biocompatibility testing of dental restorative materials. *Clinical oral investigations*, 1(4), 154-162.
- Schoeffel, G. J. (2008). The EndoVac method of endodontic irrigation, part 2--efficacy. *Dentistry today*, 27(1), 82, 84, 86.
- Scotti, R., Tiozzo, R., Parisi, C., Croce, M., & Baldissara, P. (2008). Biocompatibility of various root canal filling materials ex vivo. *Int Endod J*, 41(8), 651-657.
- Scudiero, D. A., Shoemaker, R. H., Paull, K. D., Monks, A., Tierney, S., Nofziger, T. H., . . . Boyd, M. R. (1988). Evaluation of a soluble tetrazolium/formazan assay for cell growth and drug sensitivity in culture using human and other tumor cell lines. *Cancer research*, 48(17), 4827-4833.
- Senia, E. S., Marshall, F. J., & Rosen, S. (1971). The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 31(1), 96-103.
- Serper, A., Çalt, S., Dogan, A. L., Guc, D., Özçgelik, B., & Kuraner, T. (2001). Comparison of the cytotoxic effects and smear layer removing capacity of oxidative potential water, NaOCl and EDTA. *Journal of oral science*, 43(4), 233-238.
- Sert S, Aslanalp V, Tanalp J. Investigation of the root canal configurations of mandibular permanent teeth in the Turkish population. *Int Endod J*. 2004;37:494–9.
- Shabahang, S., Pouresmail, M., & Torabinejad, M. (2003). In vitro antimicrobial efficacy of MTAD and sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*, 29(7), 450-452.



- Shahravan, A., Haghdoost, A.-A., Adl, A., Rahimi, H., & Shadifar, F. (2007). Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 33(2), 96-105.
- Silveira, N. L. d., Tavares, T., & Soares, I. J. (1994). Potencial irritativo de soluções à base de EDTA. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent*, 48(5), 1489-1493.
- Singh, N., Chandra, A., Tikku, A. P., & Verma, P. (2014). A comparative evaluation of different irrigation activation systems on smear layer removal from root canal: An in-vitro scanning electron microscope study. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(2), 159.
- staff, S. (2014). GentleWave: Multisonic Ultracleaning System. *Roots*, 4, 20.
- Standardization., I. O. f. (2009). Biological Evaluation of Medical Devices-Part 5: Tests for In Vitro cytotoxicity ISO-10993-5; 2009 (en). 3rd ed. *International Organization for Standardization*;
- Stojicic, S., Shen, Y., Qian, W., Johnson, B., & Haapasalo, M. (2012). Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *International Endodontic Journal*, 45(4), 363-371.
- Szep, S., Grumann, L., Ronge, K., Schriever, A., Schultze, M., & Heidemann, D. (2003). In vitro cytotoxicity of medicated and nonmedicated gutta-percha points in cultures of gingival fibroblasts. *Journal of endodontics*, 29(1), 36-40.
- Şaklar, F., & Topbaş, C. (2000). Yeni Bir İrrigasyon Materyalinin Postoperatif Ağrı Yönünden İncelenmesi. *Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 6(1), 48-52.
- Takeda, F. H., Harashima, T., Kimura, Y., & Matsumoto, K. (1998). Efficacy of Er: YAG laser irradiation in removing debris and smear layer on root canal walls. *Journal of endodontics*, 24(8), 548-551.
- Tanboğa, İ., Eren, A. G. D. F., Altınok, A. G. D. B., Peker, S., Berker, Y. G., & Özyöney, A. G. D. G. (2011). Kök kanal tedavisinde Er: YAG lazerin smear tabakası üzerine etkisi: Sem Çalışması. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2011(2).

- Taneja, S., Kumari, M., & Anand, S. (2014). Effect of QMix, peracetic acid and ethylenediaminetetraacetic acid on calcium loss and microhardness of root dentine. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(2), 155.
- Torabinejad, M., Cho, Y., Khademi, A. A., Bakland, L. K., & Shabahang, S. (2003). The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *Journal of endodontics*, 29(4), 233-239.
- Torabinejad, M., Handysides, R., Khademi, A. A., & Bakland, L. K. (2002). Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 94(6), 658-666.
- Torabinejad, M., Khademi, A. A., Babagoli, J., Cho, Y., Johnson, W. B., Bozhilov, K., . . . Shabahang, S. (2003). A new solution for the removal of the smear layer. *Journal of Endodontics*, 29(3), 170-175.
- Torabinejad, M., Shabahang, S., Apereo, R. M., & Kettering, J. D. (2003). The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation. *Journal of Endodontics*, 29(6), 400-403.
- Torun, Z. Ö., Torun, D., Demirkaya, K., Yavuz, S. T., Sarper, M., & Avcu, F. (2016). Hypoxia inhibits mineralization ability of human dental pulp cells treated with TEGDMA but increases cell survival in accordance with the culture time. *Archives of Oral Biology*, 71, 59-64.
- Turk, T., Kaval, M. E., & Şen, B. H. (2015). Evaluation of the smear layer removal and erosive capacity of EDTA, boric acid, citric acid and desy clean solutions: an in vitro study. *BMC oral health*, 15(1), 104.
- Ulusoy, Ö. İ., & Görgül, G. (2013). Effects of different irrigation solutions on root dentine microhardness, smear layer removal and erosion. *Australian Endodontic Journal*, 39(2), 66-72.
- Usman, N., Baumgartner, J. C., & Marshall, J. G. (2004). Influence of instrument size on root canal debridement. *Journal of endodontics*, 30(2), 110-112.

- Vemuri, S., Kolanu, S. K., Varri, S., Pabbati, R. K., Penumaka, R., & Bolla, N. (2016). Effect of different final irrigating solutions on smear layer removal in apical third of root canal: A scanning electron microscope study. *Journal of conservative dentistry: JCD*, *19*(1), 87.
- Vinothkumar, T. S., Kavitha, S., Lakshminarayanan, L., Gomathi, N. S., & Kumar, V. (2007). Influence of irrigating needle-tip designs in removing bacteria inoculated into instrumented root canals measured using single-tube luminometer. *Journal of Endodontics*, *33*(6), 746-748.
- Violich, D., & Chandler, N. (2010). The smear layer in endodontics—a review. *International Endodontic Journal*, *43*(1), 2-15.
- Wataha, J. C. (2000). Biocompatibility of dental casting alloys: a review. *The Journal of prosthetic dentistry*, *83*(2), 223-234.
- Wayman, B. E., Kopp, W. M., Pinero, G. J., & Lazzari, E. (1979). Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. *Journal of endodontics*, *5*(9), 258-265.
- Weller, R. N., Brady, J. M., & Bernier, W. E. (1980). Efficacy of ultrasonic cleaning. *Journal of Endodontics*, *6*(9), 740-743.
- Weyermann, J., Lochmann, D., & Zimmer, A. (2005). A practical note on the use of cytotoxicity assays. *International Journal of Pharmaceutics*, *288*(2), 369-376.
- White, R. R., Goldman, M., & Lin, P. S. (1987). The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. *Journal of Endodontics*, *13*(8), 369-374.
- Wieczkowski Jr, G., Yu, X., Davis, E., & Joynt, R. (1991). Microleakage in various dentin bonding agent/composite resin systems. *Operative dentistry*, 62-67.
- Williams, S., & Goldman, M. (1985). Penetrability of the smeared layer by a strain of *Proteus vulgaris*. *Journal of Endodontics*, *11*(9), 385-388.
- Wu, L., Mu, Y., Deng, X., Zhang, S., & Zhou, D. (2012). Comparison of the effect of four decalcifying agents combined with 60 C 3% sodium hypochlorite on smear layer removal. *Journal of Endodontics*, *38*(3), 381-384.

- Yan, P., Yuan, Z., Jiang, H., Peng, B., & Bian, Z. (2010). Effect of bioaggregate on differentiation of human periodontal ligament fibroblasts. *Int Endod J*, 43(12), 1116-1121.
- Yılmaz, Z., Aktemur, S., Buzoglu, H. D., & Gümüşderelioglu, M. (2011). The effect of temperature and pH variations on the surface tension of EDTA solutions. *Journal of endodontics*, 37(6), 825-827.
- Zand V, Lotfi M, Rahimi S, Mokhtari H, Kazemi A, Sakhamanesh V. A comparative scanning electron microscopic investigation of the smear layer after the use of sodium hypochlorite gel and solution forms as root canal irrigants. *J Endod*. 2010 Jul;36(7):1234-7.
- Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of endodontics*, 32(5), 389-398.
- Zehnder, M., & Paqué, F. (2008). Disinfection of the root canal system during root canal re-treatment. *Endodontic Topics*, 19(1), 58-73.
- Zhang, W., Torabinejad, M., & Li, Y. (2003). Evaluation of cytotoxicity of MTAD using the MTT-tetrazolium method. *Journal of endodontics*, 29(10), 654-657.
- Zhou, M., Li, Y., Li, B., Zhao, Y., Zhang, Y., Zhang, N., & Zhang, K. (2010). [Study on cytotoxicity of microdoses peracetic acid in vitro]. *Zhongguo xiu fu chong jian wai ke za zhi= Zhongguo xiufu chongjian waike zazhi= Chinese journal*
- Zhu, X., Yin, X., Chang, J. W., Wang, Y., Cheung, G. S., & Zhang, C. (2013). Comparison of the antibacterial effect and smear layer removal using photon-initiated photoacoustic streaming aided irrigation versus a conventional irrigation in single-rooted canals: an in vitro study. *Photomedicine and laser surgery*, 31(8), 371-377.
- Zia, A., Andrabi, S. M.-U.-N., Bey, A., Kumar, A., & Fatima, Z. (2014). Endodontic irrigant as a root conditioning agent: An in vitro scanning electron microscopic study evaluating the ability of MTAD to remove smear layer from periodontally affected root surfaces. *Singapore dental journal*, 35, 47-52.

Živković, S., Nešković, J., Jovanović-Medojević, M., Popović-Bajić, M., & Živković-Sandić, M. (2015).

XP-endo Finisher: A New Solution for Smear Layer Removal. *Serbian Dental Journal*, 62(3), 122-129.

Zmener, O., Pameijer, C. H., Serrano, S. A., Palo, R. M., & Iglesias, E. F. (2009). Efficacy of the NaviTip

FX irrigation needle in removing post instrumentation canal smear layer and debris in curved root canals. *Journal of Endodontics*, 35(9), 1270-1273.



**EKLER****EK-1**

T.C.  
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 83116987 - 451 22.10.2015  
Konu : Etik Kurul Kararı  
Toplantı Tarihi : 20.10.2015  
Toplantı No : 2015/16  
Proje No : 15-KAEK-173

Sayın, Yrd.Doç.Dr. Hakan GÖKTÜRK

Etik Kurulumuzun 20.10.2015 tarihli toplantısında görüşülen 15-KAEK-173 numaralı "Farklı Sıcaklıklardaki İrrigasyon Solüsyonlarının Smear Tabakası Kaldırma Etkinliklerinin ve Sitotoksitelerinin Değerlendirilmesi" başlıklı çalışmanın yapılmasında sakınca olmadığına karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Doç. Dr. Resul YILMAZ  
Başkan



## EK-2

**BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU****Araştırmacının/Hekimin Açıklaması**

Endodontik tedavide kullanılan %17 EDTA, %7 Maleik asit, %10 Sitrik asit ve %2.25 Parasetik asit solüsyonlarının oda sıcaklığı (22 °C) ve vücut sıcaklığındaki (37 °C) değerlerde smear kaldırma etkinlikleri ile sitotoksisitelerini incelemek amacıyla bir bilimsel araştırma yapmayı planlamaktayız. Yapılması planlan araştırmanın ismi “Farklı Sıcaklıklardaki İrrigasyon Solüsyonlarının Smear Kaldırma Etkinliklerinin ve Sitotoksisitelerinin Değerlendirilmesi” dir.

Protetik ve periodontal nedenlerle çekilecek dişleriniz üzerinde uygulanacak olan bu çalışmaya, tıbbi durumunuz bu koşullara uyduğu için sizi de davet ediyoruz. Ancak hemen belirtilmelidir ki araştırmaya katılıp katılmamak gönüllülük esasına dayalıdır. Bu bilimsel çalışmaya katılma kararını tamamen hür iradeniz ile vermelisiniz. Bu kararı verirken hiç kimse tarafından size telkin ve baskıda bulunulamaz.

Kararınızdan önce söz konusu bilimsel araştırma ve bu araştırmaya katılmayı kabul etmeniz durumunda yapılacak işlemler hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra bu bilimsel araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

**Bilimsel çalışma hakkında bilgiler**

Araştırmaya davet edilmenizin nedeni protetik ve periodontal nedenlerle çekilecek dişlerinizin bulunmasıdır. Bu araştırma Endodonti Anabilim Dalı ve Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı tarafından gerçekleştirilecektir ve sadece çektiğiniz dişler üzerinde gerçekleştirilecektir.

Bu araştırmada araştırılacak olan farklı sıcaklıkların irrigasyon solüsyonlarının smear kaldırması ve sitotoksisiteleri üzerine etkisinin değerlendirilmesidir. Endodontik tedavinin amacı dişi mümkün olan en uzun süre ağızda fonksiyon, fonetik ve estetiği sağlayacak şekilde tutabilmektir. Bu da mikrobiyal olarak bakteri ve ürünlerine izin vermeyecek temiz bir alan oluşturabilmekle mümkündür. Bu amaçla birçok materyal kullanılmakta ve birçok dezenfeksiyon yöntemi araştırılmaktadır. Çalışmadaki hedefimiz irrigasyon solüsyonlarının sıcaklık artışı ile smear kaldırma etkinliklerinin ve sitotoksisitelerinin değerlendirilmesidir.

**Çalışma kapsamında bilinmesi gereken durumlar ve araştırmacılar ile gönüllülerin uyması gereken kurallar**

Araştırmaya katılmanız durumunda;

1. Sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir.
2. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme yapılmayacaktır.
3. Hekim ile aranızda kalması gereken size ait bilgilerin gizliliğine büyük özen ve saygı gösterilecektir.
4. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgileriniz çok büyük bir hassasiyetle korunacaktır.
5. Çalışma sırasında meydana gelebilecek sağlığınız ile ilgili ve diğer olumsuzlukların sorumluluğu araştırmacılara aittir.
6. Gönüllü olarak katıldığınız çalışmanın herhangi bir aşamasında araştırmadan ayrılabilirsiniz. Ancak ayrılmadan önce araştırmacılara bu durumu bildirmeniz önemlidir.
7. Çalışmaya katılmayı kabul etmemeniz durumunda tedavinizde ve klinik izlemlerinizde hiçbir değişiklik olmayacak, her zaman olduğu gibi aynı özen ve ihtimam ile hastalığınızın tedavisi sürdürülecektir.

**Katılımcının (Gönüllü) / Hastanın Beyanı**

Sayın Yrd. Doç. Dr. Hakan Göktürk tarafından, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı tarafından bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam, hekim ile aramda kalması gereken, bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı gösterileceği, araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı kesin ve net bir şekilde belirtilmiştir.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Benden herhangi bir ücret talep edilmeyeceği ve bana da herhangi bir ödeme yapılmayacağı net ve kesin bir şekilde ifade edilmiştir.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilme hakkına sahip olduğum bildirilmiştir. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını da bilincindeyim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun, araştırma sürecinde araştırma ile ilgili ortaya çıkabilecek sağlık durumuyla ilgili olumsuzluklarda sorumluluk araştırmacılara ait olup parasal bir yük altına girmeyeceğim.

Araştırma sırasında araştırma ile ilgili bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; günün herhangi bir saatinde. Yrd. Doç. Dr. Hakan Göktürk'e 05056453177 numaralı telefonlardan ulaşarak danışabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı herhangi bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" (gönüllü) olarak yer alma kararını tamamen hür iradem ile almış bulunuyorum. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllük içerisinde kabul ediyorum.

**İzole edilen genetik materyalinin gelecekteki bilimsel çalışmalarda da kullanılmasına onay .....**

*Katılımcı "....." kısmı "veriyorum" ya da "vermiyorum" şeklinde kendisi, vasisi veya görüşme tanığının el yazısı ile yazılması suretiyle yanıtlayacak ve yanına paraf atılacaktır. Not: Çalışma gen polimorfizm çalışması değil ise bu kutuyu ve içindeki açıklamayı formu bastırmadan önce kaldırmız.*

Tarih

**Katılımcı (Gönüllü)**

Adı, Soyadı :  
Adres :  
Telefon :  
İmza :

**Görüşme Tanığı**

Adı, Soyadı :  
Adres :  
Telefon :  
İmza :

**Katılımcı (Gönüllü) ile Görüşen Araştırmacı**

Adı, Soyadı, Ünvanı :  
Adres :  
Telefon :  
İmza :

**(Tüm sayfaları imzalı bu formun bir kopyası katılımcıya verilecektir)**



## ÖZGEÇMİŞ

1 Ağustos 1988’de Antalya’da doğdu. İlköğrenimini Antalya Serik Gebiz İlköğretim Okulu, orta öğrenimini Antalya Kamile Çömlekçioğlu İlköğretim Okulu, lise öğrenimini Antalya Karatay Lisesi’nde tamamladı.

2006 yılında Adana Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nde öğrenime başladı ve 2011 yılında öğrenimini tamamladı.

2013 Kasım ayında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Endodonti Anabilim dalında uzmanlık eğitime başladı. Halen aynı bölümde uzmanlık eğitimine devam etmektedir. Medeni hali bekarıdır.

Mail adresi: [fevzi\\_buyukgebiz@hotmail.com](mailto:fevzi_buyukgebiz@hotmail.com)

GSM telefon numarası: 0(505) 651 35 16