

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**STREPTOKİNAZ İÇERİKLİ YENİ BİR İRRİGASYON  
SOLÜSYONUNUN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİNİN FARKLI  
İRRİGANLARLA KARŞILAŞTIRILARAK  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Ersan ÇİÇEK**

**Samsun  
Ocak 2013**



T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**STREPTOKİNAZ İÇERİKLİ YENİ BİR İRRİGASYON  
SOLÜSYONUNUN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİNİN FARKLI  
İRRİGANLARLA KARŞILAŞTIRILARAK  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Ersan ÇİÇEK**

**Danışman: Doç. Dr. Emre BODRURLU**

**Samsun  
Ocak 2013**

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince bilgi ve tecrübesiyle bana her zaman yol gösterip destekleyen, tezimin her aşamasında büyük özveri ile emeğini ve yardımını esirgemeyen, her koşulda yanımda olduğunu bildiğim ve öğrencisi olmaktan daima gurur duyacağım, danışman hocam Sayın Doç. Dr. Emre BODRUMLU'ya,

Eğitimim süresince ve bilgi, tecrübe ve klinik deneyimlerinden yararlandığım, destek, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen hocam ve Anabilim Dalı Başkanı'm Sayın Prof. Dr. Hikmet AYDEMİR'e,

Doktora eğitimim süresince değerli birikimlerini benimle paylaşan, bana her zaman anlayış gösteren, benim Endodonti Doktorasını tercih etme sebebim olan hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Umut TUNGA'ya,

Tezimin materyal metod aşamasında her an yanımda ve bana yardımını esirgemeyen arkadaşım Araştırma Görevlisi Özgür KESKİN'e,

Tezimde kullandığım materyallerden MTAD'ın yurtdışından getirilmesinde yardımcı olan asistan arkadaşım Araştırma Görevlisi Tuğba ÖZKAN'a,

Eğitimim boyunca yanımda olan ve tezimin oluşumunda maddi manevi yardımlarını esirgemeyen asistan arkadaşlarımdan; Buğra GÜLER'e, Evren SARIYILMAZ'a, Fatma FURUNCUOĞLU'na, Neslihan Büşra ÖZEROL'e, Şenay KAYA'ya, Aycan YILMAZ'a, Emine ÖZDEMİR'E, Taha ÖZYÜREK'e, Cangül KARABULUT'a, Öznur ÖZDEMİR'e ve Simin ÖZBÖLER'e ve Endodonti Anabilim Dalında çalışan yardımcı elemanlara,

Eğitimim süresince üzerimde emeği olan bütün Diş Hastalıkları ve Tedavisi ve Endodonti Anabilim dalı öğretim üyeleri olan hocalarıma,

Tezimin fizikokimya aşamasının gerçekleştirilmesindeki katkılarından dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Halis ÖLMEZ'e ve Araştırma Görevlisi Ceren TATLAR'a

Tezimin biyokimya değerlendirmelerinin gerçekleştirilmesindeki katkılarından dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Hekimlik Fakültesi Biyokimya Bölümü öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Cevat NİSPET'e

Tezimin mikrobiyolojik incelemesinin değerlendirilmesi ve uygulamasındaki katkılarından dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakóltesi Mikrobiyoloji Bölümü Araştırma Görevlisi Akif GÜNEY'e

Verilerimin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde göstermiş olduğu yardımlardan dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakóltesi İstatistik Bölümü Öğretim Görevlisi Sayın Dr. Naci MURAT'a,

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi asistanlığım süresince de sonsuz sevgilerini ve özverilerini bir an bile eksik etmeden, maddi ve manevi destekleriyle bana her zaman güç veren canım ANNEME ve BABAMA,

Eğitimim ve Tezimin bitmesi süresince hep yanımda olan desteğini hiç esirgemeyen ve hayatımda olması ile hep mutlu olacağım sevgilim eşim ESRA'ya

Doğumu ile aile mutluluğumuza mutluluk katan BİRİCİK KIZIM ZEHRA'ya

### ***EN İÇTEN TEŐEKKÜRLERİMLE...***

\*Bu araştırmada kullanılan materyallerin bir kısmı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'nca PYO.DİS.1901.10.003 numarasıyla desteklenen projeden alınmış malzemelerden kullanılmıştır.

## ÖZET

### **STREPTOKİNAZ İÇERİKLİ YENİ BİR İRRİGASYON SOLÜSYONUNUN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİNİN FARKLI İRRİGANLARLA KARŞILAŞTIRILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Araştırmamızda Streptokinaz, Baryum sülfat ve Tween 80 (SBT) karışımıyla hazırlanan yeni bir irrigasyon solüsyonunun, konvansiyonel irriganlarla karşılaştırılarak çeşitli özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

SBT, MTAD (Doksisiklin, asit ve deterjan karışımı), NaOCl (Sodyum hipoklorit), CHX (Klorheksidin glukonat) ve Ozonlu suyun yüzey gerilimleri, pH düzeyi, antimikrobiyal etkinliği, radyoopasite seviyesi, yeni nesil apeks bulucuların (Root ZX-mini, Propex II ve Raypex 5) çalışma boyutu güvenilirliklerine etkisi, smear tabakasını kaldırmadaki etkinliği ve AH Plus/Gütaperka ve Epiphany SE/Resilon kullanılarak yapılan kök kanal dolgularındaki apikal sızıntı miktarları ölçüldü.

SBT ve MTAD'ın yüzey gerilimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). SBT'nin pH değeri nötre yakın ve CHX ile istatistiksel olarak aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). SBT'nin antimikrobiyal etkinliğinin olmadığı gözlenmiştir. Radyoopasite değerlendirilmesinde sadece SBT'nin radyoopak görüntü verdiği diğerlerinin ise opasitesinin olmadığı gözlenmiştir. Kullanılan irrigasyon solüsyonlarının yeni nesil apeks bulucuların güvenilirlikleri üzerinde etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Bununla birlikte kullanılan apeks buluculardan Root ZX-mini ile Propex II'nin çalışma boyutu tespit etme güvenilirlikleri arasında istatistiksel farklılık olmamasına rağmen ( $p>0,05$ ), bu iki apeks bulucu cihaz ile Raypex 5 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Kök kanal dolguların AH Plus/Gütaperka ile yapıldığında, MTAD ve SBT kullanımı ile elde edilen apikal sızdırmazlıkta istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Epiphany SE/Resilon'a göre irriganların apikal örtücülükteki etkileri kıyaslandığında SBT'nin MTAD'dan daha az etkisinin olduğu belirlenmiş ancak diğerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). SBT koronal üçlüde smear tabakasını uzaklaştırmasına rağmen, orta ve apikal üçlüde bu tabakayı uzaklaştırmada yetersiz bulunmuştur.

AH Plus/Gütaperka ve Epiphany SE/Resilon kanal dolgularının sızdırmazlığının karşılaştırılmasında NaOCl, CHX, Ozon ve SBT ile yapılan irrigasyon işleminden sonra istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ( $p>0,05$ ).

SBT'nin nötr pH'ya ve düşük yüzey gerilimine sahip olması, apeks bulucuların çalışma boyutu tespit etme güvenilirliklerini etkilememesi ve radyoopak özelliğinden dolayı endodontide alternatif bir irrigasyon solüsyonu olabileceği kanısındayız.

**Anahtar Kelimeler:** Apeks bulucular; Apikal sızdırmazlık; Endodonti; Irrigasyon solüsyonu; Kök kanal tedavisi; Radyoopasite; Yüzey gerilimi.

**Ersan ÇİÇEK, Doktora Tezi**

**Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Samsun, Ocak 2013**

## **ABSTRACT**

### **COMPARATIVE EVALUATION OF A NEW STREPTOKINASE CONTAINING IRRIGATION SOLUTION AND DIFFERENT IRRIGANTS ON VARIABLE FEATURES**

The aim of this study was to compare various features of a new irrigation solution containing Streptokinase, Barium sulphate and Tween 80 (SBT) with conventional irrigants.

Surface tension values, pH level, antimicrobial efficiency, radiopacity, predictability of working length by new generation apex locators (Root ZX-mini, Propex II and Raypex 5) effect on apical leakage of root canal obturation with AHPlus/Gutta-percha and Epiphany SE/Resilon and efficacy of smear layer removal were compared among SBT, MTAD, NaOCl, CHX and Ozonated water apical leakage of root canal obturation.

Surface tension characteristics were similar for both SBT and MTAD. pH level was near to neutral for SBT and no difference was found between SBT and CHX for this speciality. SBT showed no antimicrobial activity compared to NaOCl, MTAD, CHX. Regarding the degree of radiopacity, only SBT provided radiopaque image compared to NaOCl, CHX, MTAD and Ozoned water.

Irrigation solutions showed no diverse on the measurement of new generation apex locators. Regarding the safety of working length measurements, Root ZX-mini and Propex II showed no statistical differences ( $p>0.05$ ), however there was difference between those two apex locator and Raypex 5 ( $p<0.05$ ).

When AHPlus/gutta-percha were used for obturation, MTAD and SBT irrigation solutions showed no difference on apical leakage ( $p>0.05$ ). After use of different irrigants comparison of apical seal of irrigation solutions with Epiphany SE/Resilon, SBT was less efficient than MTAD, however results showed no statistically significant difference amongst the others ( $p> 0.05$ ).

New irrigation solution SBT removed smear layer at coronal third effectively, however it was inefficient at middle and apical thirds.



Comparing the leakage of AHPlus/gutta-percha and Epiphany SE/Resilon root canal fillings, NaOCl, CHX, Ozone and SBT showed no statistically significant difference ( $p>0.05$ ).

SBT is assumed to be an alternative choice of irrigation due to its neutral pH, low surface tension, having no effect on predictability of working length by apex locators and radioopaque properties.

**Keywords:** Apex locators; Apical sealing; Endodontics; Irrigation solution; Root canal treatment; Radioopacity; Surface tension.

**Ersan ÇİÇEK, Ph. D. Thesis**

**Ondokuz Mayıs University - Samsun, January 2013**

## SİMGE ve KISALTMALAR

EDTA	: Etilen Diamin Tetraasetik Asit
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
SBT	: Streptokinaz, Baryum sülfat, Tween 80 karışımı
CHX	: Klorheksidin glukonat
MTAD	:Tetrasiklin türevi bir antibiyotik, asit ve deterjan karışımı (Mixture of tetracycline isomer, an acid, and a detergent)
EBA	: Etoksi Benzoik Asit
SEM	:Taramalı Elektron Mikroskopu (Scanning Electron Microscope)
$\Omega$	: Ohm
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
HCl	: Hidroklorik asit
O <sub>3</sub>	: Ozon
HIV	: Human Immunodeficiency Virus
$\gamma$	: Gama
cgs	: santimetre, gram, saniye
dyn	: Dyne
mN	: miliNewton
SE	: Kendinden asitli (Self Etch)
C	: Karbon
KCl	: Potasyum Klorür
S	: Kükürt

I	: İyot
Ca	: Kalsiyum
LAL	: Limulus Amebocyte Lysate
ISO	:Standardizasyon için ulusal organizasyon (International Organization for Standardization)
SD	: Standart Sapma (Standart Deviation)
EAB	: Elektronik Apeks Bulucular
MİK	: Minimum İnhibitör Konsantrasyonu
Rpm	: Dakikadaki dönme miktarı (Revolutions Per Minute)
RCF	: Bağlı santrifüj sel kuvvet (Relative Centrifugal Force)

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
TÜRKÇE ÖZET	v
İNGİLİZCE ÖZET	vii
SİMGE ve KISALTMALAR	ix
İÇİNDEKİLER	xi
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>4</b>
2.1. Elektronik Apeks Bulucular	4
2.1.1. Tip-1 (Rezistans tip) Apeks Bulucular	4
2.1.2. Tip-2 (İmpedans tip) Apeks Bulucular	5
2.1.3. Tip-3 (Frekans tip) Apeks Bulucular	5
2.1.4. Tip-4 (Orantı tip) Apeks Bulucular	6
2.1.5. Tip-5 (5. Generasyon) Apeks Bulucular	6
2.2. İrrigasyon Solüsyonları	8
2.2.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)	8
2.2.2. Klorheksidin (CHX)	9
2.2.3. MTAD	9
2.2.4. Ozon	10
2.2.5. Streptokinaz, Baryum sülfat, Tween 80 karışımı (SBT)	11
2.3. Smear Tabakası	13
2.3.1. Smear Tabakasının Uzaklaştırılması	14

2.4. Enterococcus Faecalis	16
2.5. Candida Albicans	16
2.6. Yüzey Gerilimi	17
2.7. Kök Kanallarında Mikrosızıntı	20
2.7.1. Boya Sızıntı Çalışmaları	23
2.8. Kök Kanal Dolgusunda Kullanılan Maddeler	26
2.8.1. Polimer Yapıdaki Patlar	28
2.9. Yüzey Görüntüleme Metodları	31
2.9.1. Elektron Mikroskop Taraması (SEM)	31
<b>3. MATERYAL ve METOD</b>	<b>33</b>
3.1. Örneklerin Hazırlanması	33
3.2. Yeni Geliştirilen İrrigasyon Solüsyonun Hazırlanması	33
3.3. İrrigasyon Solüsyonlarının Yüzey Gerilimi	33
3.4. İrrigasyon Solüsyonlarının pH'sı	35
3.5. İrrigasyon Solüsyonlarının Antimikrobiyal Etkinliği	35
3.6. İrrigasyon Solüsyonlarının	
Kök Kanallarındaki Radyoopasitesi	36
3.7. İrrigasyon Solüsyonları Varlığındaki Apeks Bulucuların	
Güvenirliliği ve İrrigasyon Solüsyonlarının Çalışma Boyu	
Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi	36
3.8. Grupların Oluşturulması	40
3.8.1.İrrigasyon Solusyonları Varlığındaki Apeks	
Bulucuların Çalışma Boyu Belirleme Grupları	40

3.8.2. İrrigasyon Solüsyonlarının Apikal Örtücülükteki Etkisinin İnceleneceği Gruplar	41
3.9. Kök Kanallarının Genişletilmesi ve Doldurulması	42
3.10.İrrigasyon Solüsyonlarının Apikal Örtücülükteki Etkisi	43
3.11. Smear Tabakasının SEM’de İncelenmesi	43
3.12.Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizleri	44
<b>4. BULGULAR</b>	<b>61</b>
4.1. Yüzey Gerilim Değerleri	46
4.2. İrrigasyon Solüsyonlarının pH Değerleri	46
4.3. Antimikrobiyal Etkinlik	47
4.4. İrrigasyon Solüsyonlarının Radyoopasinin Değerlendirilmesi	50
4.5.Yeni nesil apeks bulucuların farklı irrigasyon solüsyonları varlığında çalışma boyutu tespit etme güvenilirlikleri	52
4.6. Apikal Sızıntı Değerleri	53
4.7. SEM İnceleme Bulguları	58
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>63</b>
5.1. Yüzey Gerilimi	63
5.2. pH Düzeyi	66
5.3. İrrigasyon Solüsyonlarının Antimikrobiyal Etkinlikleri	69
5.4. İrrigasyon solüsyonlarının Radyoopasitesi	71
5.5. Apeks Bulucuların Foramen Apikaleyi Tespit Etme Güvenirlikleri	72
5.6. Apikal Sızdırmazlık	78
5.7. Smear Tabakasının SEM’le İncelemesi	83

<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER</b>	<b>88</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>90</b>
<b>EKLER</b>	
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>112</b>

## 1. GİRİŞ

Başarılı bir kök kanal tedavisinde etkili bir biyomekanik preparasyon ve hermetik bir kanal dolgusu ve iyi bir koronal restorasyona gerek duyulmaktadır. Endodontik tedavide uygulanan her aşamanın başarıda rolü büyüktür. Kök kanal tedavisinin önemli aşamalarından biri olan biyomekanik preparasyon işlemlerinin kök kanal çalışma boyutu olan apikal daralımda yapılması endodontik tedavi başarısını daha da artırmaktadır (Jarrett ve ark., 2004; Chu ve ark., 2005; Lea ve ark., 2005; Pagavino ve ark., 2006).

Anatomik olarak kök kanal sisteminin apikal daralıma kadar olan uzunluğu, endodontik tedavi için ideal çalışma boyu olarak düşünülmektedir (Kuttler, 1955). Apikal daralım (minör foramen), pulpa ve periodontal dokular arasında sınır teşkil etmektedir (Ricucci ve Langeland, 1998; Gordon ve Chandler, 2004). Apikal daralım kök kanalının en dar çapıdır ve kanlanmanın en az olduğu kısımdır (Ricucci ve Langeland, 1998). Bu anatomik alan aynı zamanda kanalın minör çapı olarak da adlandırılmaktadır. Minör çap, pulpal ve periodontal dokuların birbirine geçişini ifade etmektedir. Mikroskopik çalışmalarda majör çapla minör çap arasındaki mesafenin 0,5-1 mm arasında olduğu görülmüştür (Kuttler, 1955; Ricucci ve Langeland, 1998). Apikal daralmanın ötesinde yapılan taşkın preparasyon; taşkın dolguya, post operatif ağrıya ve hatta iyileşme gecikmesine ya da iyileşmenin engellenmesine sebep olacaktır. Çalışma boyunun eksik hesaplanması ise, debrisin yetersiz temizlenmesine ve artık enfekte pulpa dokusunun kalmasına neden olmaktadır (Ricucci ve Langeland, 1998). Geride kalan nekrotik pulpa dokusu ağrıya yol açabilir ya da periodontal dokularda yetersiz iyileşmeye neden olabilmektedir (Dummer ve ark., 1984). Bu nedenle, çalışma boyutunun doğru olarak belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Kök kanalının temizlenip şekillendirilmesinde genişletme için enstrümanların kullanımı yanında işlemin tamamlayıcı bir bölümü olarak yıkama solüsyonlarının (irriganların) da kullanılması gerekmektedir. İrrigasyon, kök kanalındaki enfekte dokuların uzaklaştırılmasını, organik ve inorganik materyal eritilmesini, lubrikasyon ve antimikrobiyal etkinliğin arttırılmasını, kanalda kullanılan dezenfektanların etkinliğinin arttırılmasını sağlamaktadır. Bu amaçla kliniklerde birçok irrigasyon solüsyonu denenmiştir. NaOCl, Klorheksidin, Serum fizyolojik, Cetrexidine gibi irrigasyon



solüsyonları hakkında birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen, antibakteriyel etkili, smear tabakasını kaldıran ve canlı dokular üzerinde toksik etkisi olmayan bir solüsyon bulunmamaktadır (Alaçam, 2012). Bu amaçla, daha iyi özelliklere sahip başka irrigasyon ajanları araştırılmıştır (Alaçam, 2012). Araştırmamızda da streptokinazın organik dokuları eritme kabiliyetinin olması bunun da lateral kanallardaki enfekte dokuların eliminasyonunu sağlaması ayrıca tween 80 ile yüzey geriliminin düşürülüp solüsyonun tüm kanal sistemine yayılması ve baryum sülfat kullanılması ile kök kanal sistemine yayılmış solüsyonun hekim tarafından izlenebilmesi düşüncesi ile yeni bir irrigasyon solüsyonunun çeşitli özellikleri irdelenmiştir.

Kök kanal sisteminin temizlenme ve şekillendirilmesi esnasında kök kanal duvarlarında smear tabakası oluşmaktadır. Bu tabaka organik ve inorganik dokuları içermektedir. Ayrıca içerisinde mikroorganizmaları bulundurması, yarı geçirgen bir tabaka olmasından dolayı kanal içi dezenfektanların etkisini sınırlandırması ve kanal patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunu azaltması gibi birçok olumsuz etkisinden dolayı bu tabakanın uzaklaştırılması tavsiye edilmektedir (Pashley, 1984; Haappasalo ve Ørstavik, 1987). Bu nedenden dolayı, kullanılan irrigasyon solüsyonlarının smear tabakasını uzaklaştırması avantaj sağlayacaktır.

İrrigasyon solüsyonlarının apikal örtücülükte etkisinin olduğu bilinmektedir ki, bu etki smear tabakanın uzaklaştırılıp uzaklaştırılmaması ile de yakından ilişkilidir (Bodrumlu ve ark., 2010). Ayrıca, kök kanal tedavilerindeki başarısızlıkların % 60'ı doldurulmuş kök kanal sistemine apikal bölgeden periradiküler eksudanın sızmasından kaynaklanmaktadır (Ingle ve ark., 2002).

İdeal çalışma boyutunun tespit edilerek, bu boyutta yapılan biyomekanik preparasyonda kök kanalları içerisindeki organik ve inorganik materyallerin kök kanalından uzaklaştırılması daha etkin olmaktadır. Ayrıca toksik olmayan kök kanal dolgu patları kullanılarak, ideal çalışma boyutunda yapılan kök kanal dolgularında sızdırmazlığın çok daha iyi olduğu tespit edilmiştir (King ve ark., 1990).

Bu güne kadar kök kanallarının doldurulması için çeşitli kanal dolgu materyalleri ve tekniklerinden yararlanılmıştır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan kök kanal dolgu materyali güta perkadır. Dolgu yapımında kullanılan tekniğe bağlı

olarak gütta-perka konları arasındaki boşluğun doldurulmasında ve konların hem dentin duvarına hem de birbirlerine olan bağlanmalarının sağlanmasında bir pat ile beraber kullanılması önerilmektedir. İyi bir kök kanal dolgu patı, kanal duvarlarına yapışmalı, kök kanalını üç boyutlu olarak tıkamalı, apekte sert doku oluşumunu teşvik edecek ve bu şekilde apikal bölgenin biyolojik olarak tıkanmasını sağlayarak periapikal dokuların bütünlüğünü koruyup ideal iyileşme şartlarını oluşturmalı ve dentin tübüllerine derin penetrasyon göstermelidir. Böylelikle kanal dolgu maddelerinin sızdırmazlık özelliğinin artmasıyla sonuçlanmaktadır (Zaimoğlu ve ark., 1997; Alaçam, 2012).

Araştırmamızda yeni geliştirilen irrigasyon solüsyonu olan Streptokinaz, Baryum sülfat ve Tween 80 karışımının yüzey gerilimi, pH'sı, radyoopasitesi, antimikrobiyal etkinliği, apeks bulucuların çalışma boyutu tespit etme güvenilirlikleri üzerine etkisi, apikal sızıntıya etkisi ve smear tabakasını kaldırma etkinliğinin, konvansiyonel irrigasyon solüsyonları ile kıyaslanarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## **2. GENEL BİLGİLER:**

Başarılı bir endodontik tedavinin asıl amacı, kök kanal sisteminde bulunan organik ve inorganik materyallerin, 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 doldurulmasıdır (Alaçam, 2012). İdeal çalışma boyutunda yapılacak olan şekillendirme işleminin irrigasyon solüsyonu eşliğinde yapılması ile kök kanalları daha iyi bir şekilde temizlenebilmektedir. İdeal çalışma boyutu, kök kanalının periapekte en dar noktası ile dişin koronal kısmında hekimin rahatça görebileceği ve sonraki evrelerde kolay kolay değişmeyecek bir rehber noktası arasındaki mesafe olarak tanımlanmaktadır (Tınaz, 2001). Bu boyutun belirlenmesinde parmak hassasiyeti, tahmini boyut kullanımı, radyografik yöntemler, apeks bulucu cihazlar gibi birçok metottan yararlanılmaktadır (Tınaz, 2001). Bu yöntemlerden elektronik apeks bulucu cihazlar, gün geçtikçe daha fazla kabul gören bir yöntem olmaktadır. Ayrıca hamilelerde, mide bulantı refleksi olan, radyografi alınamayan ya da risk oluşturan bireylerde apeks bulucu cihazlar önem arz etmektedir. Kliniklerde bu cihazların kullanımının yaygınlaştırılmasıyla hem bu tarz risk grubu oluşturan kişilerde kök kanal tedavisinin daha güvenilir ve başarılı yapılması sağlanır, hem de daha az periapikal filmlerin kullanılmasıyla; hastaların aldığı radyasyon miktarı ve periapikal film maliyetini önemli derecede azaltacaktır.

### **2.1. Elektronik Apeks Bulucular**

Elektronik apeks bulucular; tip-1, tip-2, tip-3, tip-4 ve tip-5 şeklinde sınıflandırılmaktadır (Tınaz, 2001).

#### **2.1.1. Tip-1 (rezistans tip) apeks bulucular:**

Doğru akım prensibine göre çalışmaktadır (Çalışkan, 2006). Suzuki'nin (1942) periodontal ligament ve oral mukoza arasındaki elektriksel rezistansın 6,5  $\Omega$  olduğunu keşfetmesi ile birlikte ilk elektronik apeks bulucu Sunada (1962) tarafından geliştirilmiştir. Periodontal dokulardaki 6,5  $\Omega$  olan direnç değerine göre cihaz çalışmaktadır. Apikal foramenin periapikal dokular ile yakın ilişkide olması nedeniyle benzer direnç değerine sahip olduğu düşüncesi ile çalışma boyutu ayarlanmaktadır. Kök

kanalı içinde sıvı bulunduğunda ya da nemlilik olduğunda yanlış değerlendirme yapmaktadır. Kanala uygun eğe kullanılmaması da yanlış ölçüme neden olmaktadır. Her ölçümden önce kalibre edilmesi gerekmektedir ve bu da çok zaman kaybına neden olmaktadır. Açık apeksli ve periodontal lezyonlu dişlerde yanlış sonuç verebilmektedir. Ayrıca, kalp pili taşıyan hastalarda kullanılmasının sakıncalı olduğu bildirilmiştir (Çalışkan, 2006).

### **2.1.2. Tip-2 (impedans tip) apeks bulucular:**

Elektriksel impedans prensibine göre çalışmaktadır ve ölçülebilir değişimleri kullanan impedans tipindedirler (Çalışkan, 2006). Himel ve Cain'a (1993) göre radyografik apeksten 0,5 mm'lik mesafede bu tip apeks bulucuların doğruluğu % 65; 1 mm'de ise % 83'tür. Korondan apikale giderek artan bir elektriksel impedans sergilemektedir. Kanalın en dar yeri olan apikal daralmada, kök kanal duvarından geçen impedansta çok ani bir düşme olmakta ve cihaz bu düşmeyi tespit edebilmektedir. Kök kanalı içinde kanal aleti yerine kendine özgü plastik kaplı bir prob kullanılmaktadır. Bu prob kalın olduğundan dar kanallarda kullanımı mümkün olmamaktadır. Genç dişlerde ve açık apeksli dişlerde güvenilirlikleri tartışılmaktadır. Ayrıca her kullanım öncesinde, kalibre edilmesi gerekmektedir. Kuru kanallarda bile yanlış sonuçlar elde edilebilmektedir (Çalışkan, 2006).

### **2.1.3. Tip-3 (frekans tip) apeks bulucular:**

İkinci nesil apeks buluculara benzemektedir. Daha yeni nesil olan bu cihazla kullanılan iki farklı frekanstaki (1kHz ve 5kHz) dalga boyuna bağlı olarak dudak klibi ile kanal eğesi arasındaki maksimum impedans farkı prensibine göre çalışmaktadır (Tınaz, 2001). Yapılan çalışmalarda, radyografik apeksten 0,5 mm'lik mesafede doğruluğunun % 80 ile % 86 arasında değiştiği bulunmuştur. Çalışma boyu olarak, apikal daralımda impedans değerleri arasındaki fark en yüksek değer olan nokta kabul edilmektedir. Doğru ölçüm için eğenin kanala tam olarak uyması gerekmekte ve dudak klibinin dokulara tam olarak temas etmesi gerekmektedir (Tınaz, 2001). Kang ve Kim (2008) Propex'in de içinde bulunduğu yedi farklı apeks bulucuyu farklı irrigasyon uygulamaları varlığında, doğrulukları açısından karşılaştırmışlar ve irrigasyon solüsyonu değişikliğinin, Propex'in doğruluğuna istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin

olmadığını bulmuşlardır. Aynı çalışmada tüm apeks bulucular açısından apikal çap arttıkça çalışma boyu değerlerinin doğruluğunda azalma olduğunu tespit etmişlerdir.

#### **2.1.4. Tip-4 (orantı tip) apeks bulucular:**

Farklı dalga boyundaki sinyallerin impedansındaki değişim oranlarına göre apikal daralmanın yerini bulma yeteneği fazla olan orantı tip apeks bulucular en sık kullanılan cihazlardır. 8kHz ve 400Hz frekansları kullanılmaktadır. Kök kanalında bulunan sıvı ve nemden etkilenmemektedir. 0,5 mm lik apikal uzaklıkta %90'lık güvenilirliği bulunmaktadır (Tınaz, 2001, Kim ve Chandler, 2012).

#### **2.1.5. Tip-5 ( 5. generasyon) apeks bulucular:**

Son zamanlarda yapılan bu apeks bulucular tip-4'lerden çalışma prensibi olarak pek ayrılmasa da, tip-4'lere göre görüntü özelliklerinin geliştirilmesiyle firmalar tarafından tip-5 apeks bulucular olarak piyasaya sürülmüştür. Bu tip apeks bulucular hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca irrigasyon solüsyonlarının kök kanallarında mevcudiyetinde tip-5 apeks bulucuları etkilenmese de, hem güncel irrigasyon solüsyonlarının geliştirilmesi sonucu hem de apeks bulucu cihazların bu solüsyonlar varlığındaki güvenilirlikleri ile ilgili çalışmaların yeterli olmadığı görülmektedir.

Kök kanal tedavisinin önemli bir aşaması olan biyomekanik preperasyon sırasında çeşitli irrigasyon solüsyonları kliniklerde kullanılmaktadır. Çalışmamızda da yeni bir irrigasyon solüsyonu oluşturacağımızdan endodontik tedavide kullanılan irrigasyon solüsyonunun özelliklerini kısaca belirtmek gerekirse (Alaçam, 2012):

1. Doku ve debrisi eritebilmeli ve mekanik preperasyon sırasında enstrümanların giremediği yerlerde irrigan yumuşak doku veya sert doku artıklarını eritmeli ve çıkartılmalarını kolaylaştırmalıdır.
2. Düşük toksisite göstererek periradiküler dokulara iritan etki göstermemelidir.
3. Girilemeyen alanlara irriganın akışını arttırması için, düşük yüzey gerilimi göstermelidir.

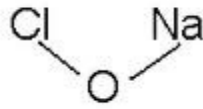
- 4.Lubrikasyon özelliği göstererek enstrumanların kanalda çalışmalarını kolaylaştırmalıdır.
- 5.Dezenfektan özelliği olmalıdır, kullanım sonrası kök kanallarında rezidüel aksiyonu olmalıdır.
- 6.Smear tabakayı kaldırabilmelidir.
- 7.Maliyeti düşük olmalıdır.
- 8.Raf ömrü uzun olmalıdır.
- 9.Kullanıcıya zarar vermemelidir.
- 10.Saklama kolaylığı olmalıdır.
- 11.Etkinliği açısından kanalda kolay nötralize olmamalıdır.

Kök kanal sisteminde yapılan bu irrigasyonun amacı ise, pulpa dokularının, mikroorganizmaların, smear tabakasının ve dentin debrislerinin kök kanal sisteminden uzaklaştırılması, bakteri endodoksinlerinin nötralize edilmesi ve kök kanal duvarlarında ve kök kanal tedavisinde preparasyon işlemi yapılırken aletlere lubrikasyon sağlaması olarak sayılmaktadır (Zehnder, 2006). Bu amaçla günümüze kadar birçok irrigasyon solüsyonu kullanılmış ve kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın kullanılanları; sodyumhipoklorit, klorheksidin, oksijenli su, serum fizyolojik ve cetrexidine'dir. Mekanik olarak yapılan instrumentasyon (mekanik temizleme) tek başına bakteri ve bakteri artıklarını ve nekrotik doku artıklarını tamamen uzaklaştırmada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, irrigasyon işlemi mekanik preparasyonun ulaşamadığı bölgelerde debrislerin uzaklaştırılmasında ve kök kanal dezenfeksiyonuna yardımcı olmaktadır. Ancak kök kanal sisteminin dışına taştığında ise, canlı dokular için oldukça zararlı ve toksik olduğu da bilinmektedir (Gernhardt ve ark., 2004). Solüsyonun taşkınlığı durumunda, periapikalde iyileşmenin gerçekleşmemesine veya gecikmesine ve hastada ağrıya yol açabilmektedir. Bu yüzden irrigasyon işleminde mümkün olduğunca apikalden irrigasyon solüsyonu taşırılmamasına dikkat edilmeli, en az toksisiteye sahip etkili irrigasyon solüsyonu kullanılmalıdır (Alaçam, 2012). İrrigasyon solüsyonu olarak kliniklerde genellikle; sodyumhipoklorit, klorheksidin, oksijenli su,

serum fizyolojik ve yeni geliştirilen çeşitli irrigasyon ajanları kullanılabilir. Ancak tam olarak kabul edilmiş toksik etkisi olmayan irrigasyon solüsyonu için arayışlar sürmektedir.

## 2.2. İrrigasyon Solüsyonları

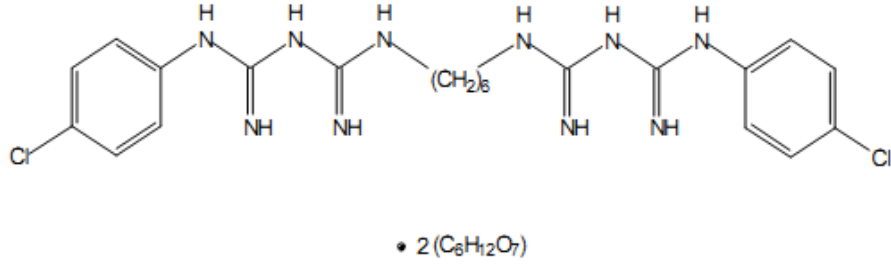
### 2.2.1. Sodyum hipoklorit (NaOCl):



Şekil 1. Sodyum hipoklorit kimyasal formülasyonu

Seyreltik kostik sıvı veya klorin gazının reaksiyona girmesi sonucu oluşan yeşilimsi renkli bir sıvıdır. En çok çamaşırların beyazlatılmasında kullanılmasına rağmen diş hekimliğinde kök kanal tedavisinde irrigasyon amaçlı olarak da sıklıkla kullanılabilir. Normal olarak pH'sı 11-12'dir. Ancak stabilite açısından pH 9'dan büyük olması gerekmektedir. Sodyumhipoklorit solüsyonlarının stabilitesini ısı, ışık, konsantrasyon, solüsyon pH'sı, metal iyonları ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) etkilemektedir. Sodyumhipokloritin en önemli özelliklerinden biri çok geniş spektrumlu antimikrobiyal ajan olmasıdır. Antibakteriyel, antifungal ve antiviral etkisi bulunmaktadır. Sodyumhipokloritin nekrotik doku çözücü, antimikrobiyal ve lubrikant özellikler içermesi solüsyonun günümüzde endodonti pratiğinde sıklıkla kullanılan en popüler yıkama solüsyonu olmasını sağlamıştır. NaOCl'nin organik dokuları çözebilme kabiliyetini konsantrasyon, pH, ısı, hacim, organik doku miktarı, yüzey alanı, uygulama süresi ve ultrasonik cihazların kullanılıp kullanılmaması etkilemektedir. Bunun yanı sıra NaOCl smear tabakasını tek başına uzaklaştırmada etkin değildir ve periapikal dokular içinde oldukça toksiktir ve periapikal dokulara taşıdığına oldukça zarar verebilmektedir. Bundan dolayı yeni irrigasyon ajanı geliştirilmesinde ışık tutmuştur (Çalışkan, 2006).

### 2.2.2. Klorheksidin (CHX):



Şekil 2. Klorheksidin glukonat kimyasal formülasyonu

Etkin madde Klorheksidin glukonat % 0,12 ve Benzidamin HCl % 0,15, yardımcı madde olarak; Sorbitol, Etanol, Patent V mavisi, Kinolin sarısı, Nane esansı ve Limon esansı içermektedir.

Etkili bir oral antimikrobiyal ajan olarak periodontal tedavi, çürük önlenmesi ve genel oral enfeksiyonlarda tedavi edici ya da tedaviye yardımcı bir ajan olarak kullanılan solusyonlar % 0,2'lik klorheksidin glukonat içermektedir. Kök kanal irrigasyonu olarak %2'lik klorheksidin glukonat içeren solüsyonları kullanılmaktadır. Klorheksidin pH 5,5 ile 7 arasında değişen antimikrobiyal aktivitesi olan katyonik bisguanidir (Çalışkan, 2006). Klorheksidin antimikrobiyal etkisinin yanında dentin ve mineye bağlanarak daha sonradan salınması sebebiyle rezidüel etkisi de bulunmaktadır (Alaçam, 2012). Ayrıca klorheksidin kan ve eksudadan etkilenmez, hipoklorite karşı alerjisi olanlarda ve açık apeksli dişlerde klorheksidin tercih edilmektedir (Çalışkan, 2006).

Klorheksidin bakteriyostatik, bakterisit ve antifungal etkisinin olması yanında periradiküler dokulara karşı sodyum hipoklorite göre daha biyoyumlu olması gibi avantajları vardır. Ancak nekrotik dokuları eritebilmede yetersiz kalması ve dişlerde kahverengi renklenmelere neden olması klorheksidin dezavantajlarından (Çalışkan, 2006).

### 2.2.3. MTAD:

Tetrasiklin, asit ve deterjan karışımından oluşmaktadır. Torabinejad ve arkadaşları (2003) tarafından geliştirilen bir kanal irrigasyon solüsyonudur. Bu solüsyon

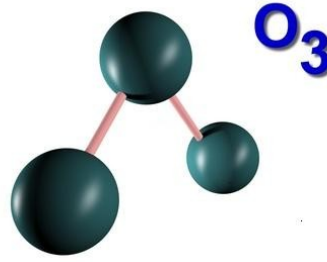


% 3'lük doksisisiklin, % 4,25'lik sitrik asit ve bir deterjan olan % 0,5' lik Tween-80 içermektedir. MTAD ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda bu ürünün smear tabakasını uzaklaştırabildiği ve *E. faecalis* üzerinde de etkili olduğu görülmüştür.

Shabahang ve Torabinejad' ın (2003) yapmış oldukları bir çalışmada MTAD, NaOCl ve EDTA'nın antibakteriyel özelliklerini karşılaştırmış MTAD'nin özellikle *E. faecialis* üzerindeki etkisini oldukça yüksek bulmuştur.

Tetrasiklinlerin dişler üzerindeki antibakteriyel etkinliği uzun süre devam etmektedir (Abbott ve ark., 1988). MTAD'nin içerdiği doksisisiklin bu ürüne üstün antibakteriyel özellik kazandırmaktadır.

#### 2.2.4. Ozon (O<sub>3</sub>):



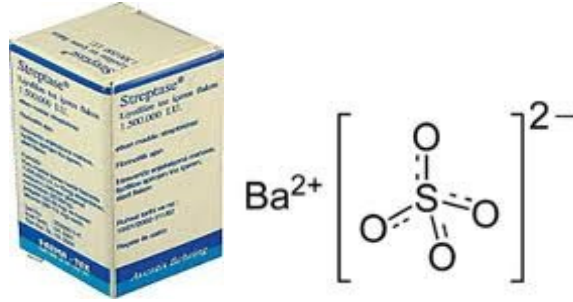
Şekil 3. Ozon kimyasal formülasyonu

Üç tane Oksijen atomunun birleşmesiyle oluşan, renksiz, kokusuz bir gazdır. Ozon aynı zamanda oksijenin kimyasal bir benzeridir. Oksijen atmosferde; oksijen atomu (O), oksijen molekülü (O<sub>2</sub>) ve ozon (O<sub>3</sub>) olarak üç değişik biçimde bulunur ve ozon normal oksijenden daha az kararlıdır. Yüksek enerjiye sahip güneş ışınlarının normal oksijen moleküllerine (O<sub>2</sub>) çarpmasıyla ortaya çıkan oksijen atomlarının (O) diğer oksijen molekülleriyle (O<sub>2</sub>) birleşmesi sonucunda ozon (O<sub>3</sub>) meydana gelir (Babucçu, 2011). Yüksek enerjili ultraviyole radyasyonu (UV) ozonun hem oluşumunda, hem de parçalanmasında tek başına etken bir rol oynamaktadır (Babucçu, 2011).

Ozon, oksidasyon gücü yüksek bir gaz olması nedeniyle, dezenfeksiyon amacıyla özellikle son yıllarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Doğal bir dezenfektan oluşu, kullanım alanlarının hızla yaygınlaşmasına ve güvenle kullanılmasına neden olmuştur (Babucçu, 2011).

Ozonun diş hekimliğinde kullanımı, hem terapötik hem de cerrahi profil hastalıkların tedavisindeki akut problemler için kesinlikle yeni bir çözüm seçeneği sunmaktadır. Ozon bakteri, mantar, virüs ayırt etmeksizin hepsini yok edebilmektedir (Burdurlu ve ark., 2011).

#### 2.2.5. Streptokinaz + Baryum Sülfat + Tween 80 karışımıyla elde edilen solüsyon:



Şekil 4. Streptokinaz ve Baryumsülfat

**Streptokinaz**, beta hemolitik streptokok kültürlerinden elde edilen tek zincirli bir polipeptittir. Streptokinaz, akut ven trombozunun tedavisinde, özellikle femoral vende non-oklüziv trombozlu fibrinolizis sağladığı düşünülmektedir. Derin Ven Trombozunun trombolitik tedavisinde kullanımı FDA tarafından onaylanan ilk ilaç streptokinazdır (Tünerir ve ark., 1998).

Ayrıca, streptokinaz plazminojene bağlanarak bir kompleks oluşturularak, aktif bir enzime dönüşmektedir. Böylece diğer plazminojen molekülleri üzerindeki peptidi ayırmakta ve plazminin aktivasyonunu sağlamaktadır (Tünerir ve ark., 1998).

Dolaşan plazminojeni bağlayarak streptokinaz-plazminojen kompleksini oluşturur. Bu kompleks daha sonra streptokinaz-plazmin kompleksine dönüştürülür. Dolaşan streptokinaz-plazmin(ojen) kompleksi dolaşan plazminojen üzerine etki ederek, sistemik plazminemiye ve fibrinojenin parçalanarak fibrin yıkım ürünlerinin oluşmasıyla litik sürecin başlamasına yol açmaktadır (Reddy ve Markus, 1972). Böylelikle, intravasküler tromboz çözülmesine neden olmaktadır (Tünerir ve ark., 1998).

Akut miyokard infarktüsü vakalarında 60 dakikadan daha uzun bir zaman içerisinde 1,5 milyon ünite streptokinaz verilmektedir (Tünerir ve ark., 1998).

Yara iyileşmesine bir etkisi yoktur ve kanamaya eğilimi arttırmamaktadır. Sadece yüksek dozlarda sistemik etkileri görülmektedir (Okumuş ve ark., 2010).

Streptokinazın önemli yan etkileri arasında nadiren de olsa alerjik reaksiyonlar, tansiyon düşüklüğü ve kanama sayılabilmektedir. Streptokinaz antijenik bir ajan olduğundan, immünolojik duyarlılığa ve özellikle de tekrarlayan uygulamalar sonrası alerjik reaksiyonlara neden olabilmektedir (Tünerir ve ark., 1998).

Streptokinazın yarı ömrü yaklaşık 20 dakikadır. Bakteriyel bir protein olduğundan dolayı antijeniktir ve hastaların yaklaşık % 6'sında alerjik reaksiyonlara neden olmaktadır. Hastaların yaklaşık binde birinde de anafilaksi görülebilmektedir (Dykewicz ve ark., 1986; Oliveira ve ark., 2005). Bununla birlikte, Fernandes ve arkadaşları (2006) streptokinazın canlı dokular üzerinde oldukça biyouyumlu olduğunu ve herhangi bir toksik etkisinin olmadığını göstermişlerdir.

Proteolitik enzimlerin organik doku eritici özelliklerinden dolayı, pulpa debrisislerini eriterek kanalın artıklardan temizlenmesine yardımcı oldukları düşünülmüş, ancak nekrotik dokuları çözme yeteneklerinin yeterli olmaması nedeni ile fazla bir kullanım alanı bulamamışlardır (Harrison, 1984; Alaçam, 2012).

**Baryum sülfat** ilaç sınıfında radyopak kontrast madde olarak bilinmektedir (Tanomkiat ve Galassi, 2000). Bu madde genellikle röntgen yada bilgisayarlı tomografi (CAT scan, CT scan, bilgisayar kullanılarak yapılan bazı vücut taramalarında görüntülerin yan kesitli yada üç boyutlu incelenmesinde) kullanılırken bunlara kontrast görevi sağlamaktadır (Tanomkiat ve Galassi, 2000). Baryum sülfat çok yüksek radyografik densiteye sahiptir ve çok iyi radyopaklık sağlamaktadır (Tanomkiat ve Galassi, 2000). Ayrıca vücutta gönderildiği bölgede absorbe edilmeden sadece o bölgenin hastalıklı ya da zarar görmüş kısımlarının radyografik muayenede farklı olduğu için net bir şekilde görülmesini sağlamaktadır. Baryum sülfat toz halindedir, ancak su ile karıştırılıp süspansiyon, macun ya da tablet haline getirilebilmektedir. Bu hazırlanan formlar ağız yolu ile alınabilmekte ve radyografi/CT scan çekilmeden önce bir ya da daha fazla kullanılabilir (Tanomkiat ve Galassi, 2000). Baryum çok ağır bir metal iyonudur, normal şartlar altında saf baryum vücut için çok zararlı olmasına karşın baryum sülfat vücut sıvılarında ve vücut içerisine verildiği yerde

herhangi bir çözülme olmadığından dolayı kolaylıkla vücuttan atılabilmektedir. Baryum sülfat X-ışınlarını soğurur/tutar ve radyografilerde radyopak bir görüntü vermektedir.

Baryum sülfat, diş hekimliğinde kullanılan bazı materyaller içerisinde radyografide radyopaklık sağlaması için belirli oranlarda bulunmaktadır. Bu materyallere kök kanal dolgu patları, gütaperkalar örnek verilebilmektedir (Alaçam, 2012).

**Tween 80**, Polisorbat 80 olarak da bilinmektedir. Non iyonik bir surfaktan olan polisorbat 80, bitkisel ve hayvani yağ asitlerinden elde edilmektedir. % 1'lik solüsyonun (sudaki oranı) pH değeri 7, nötral pH değerindedir. Bilinen herhangi bir toksik etkisine rastlanılmamıştır. Solüsyonun yüzey gerilimini düşürerek irrigasyon solüsyonunu kanal düzensizliklerine ve dentinal tübüllere penetrasyonunu kolaylaştıran ve kayganlaştırıcı olarak rol oynayan bir tür deterjandır (<http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9926645>).

### **2.3.Smear Tabakası**

Biyomekanik preparasyon esnasında kök kanal yüzeylerinde şekillenen ve biriken debrislere “Smear Tabası” denilmektedir. Bu tabakanın oluşması fizikokimyasal bir olaydır (Ruddle, 2002). Diş yapılarındaki kesim, eğeleme ve aşındırma işlemleri yüzeyde parçalanmış organik veya inorganik elemanların birleşiminden de smear tabakası meydana gelmektedir (Ingle ve ark., 2002). Smear tabakası 1963 yılında Boyde ve arkadaşları tarafından prepare edilmiş mine yüzeyinde, 1975 yılında ise Mc Comb ve Smith tarafından prepare edilmiş kök kanal duvarında gözlemlenmiştir. Bu tabaka SEM altında incelendiğinde amorf, irregüler ve granüler şekilde görülmektedir (Şen ve ark., 1995). Smear tabaka yüzeysel ve derin tabaka olmak üzere iki tabakadan oluşmaktadır. Yüzeysel tabaka; 1-5 µm kalınlığında bir tabakadır. Yüzeğe güçsüzce bağlanmakta ve kolay bir şekilde uzaklaştırılabilmektedir. Derin tabaka ise; 6-40 µm derinliğinde dentin tübülleri içine girer ve dentine kuvvetli bir şekilde bağlanmaktadır (Mader ve ark., 1984). Bu tübüler birikimin frezlerin ve endodontik enstrümanların aksiyonundan dolayı oluştuğu ileri sürülmektedir (Alaçam, 2012). Ancak Aktener ve arkadaşları (1989) smear materyalinin dentin kanalcıklarına penetrasyonunun dentin kanalcıkları ve smear materyali arasındaki adeziv kuvvetler ile oluşan kapiller aksiyon sonucu meydana

geldiğini ileri sürmektedir. Bu tabakanın varlığında, temizleme ve şekillendirme yapılan kök kanal sistemi ve dentin tübüleri içerisine medikasyon ajanlarının yayılmasını ve kök kanal yüzeylerine dolgu materyallerinin adaptasyonunun engellendiği bildirilmiştir (Torabinejad ve ark., 2002).

### **2.3.1. Smear tabakasının uzaklaştırılması**

Smear tabakasının avantaj ve dezavantajlarının yanı sıra kök kanalından uzaklaştırılıp uzaklaştırılmaması üzerine de bir fikir birliği kurulamamıştır. Bu tabakanın bakteri ve yan ürünlerine karşı fiziksel bir bariyer oluşturduğu fikri birçok araştırmacı tarafından benimsenmiştir (Şen ve ark., 1995). Pashley (1984) bakteri içeren smear tabakasının kök kanalında bırakılmasına izin verilmesi durumunda potansiyel irritan olacağı, bu nedenle smear tabakasının kök kanalından tamamen uzaklaştırılması ile irritanların da eliminasyonunun sağlanacağı görüşündedir. Haappasalo ve Orstavik (1987) kök kanal enfeksiyonunun bakterilerin dentin tübülerine invazyonunun bir sonucu olduğunu ve smear tabakasının uzaklaştırılması ile kanal içi dezenfeksiyon işlemlerine katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Kök kanal duvarındaki smear tabaka, patların adezyonu ve penetrasyonuna engel oluşturan bir fiziksel bariyer meydana getirmektedir (Pashley, 1984). Aktener ve arkadaşları (1989) tübüler penetrasyonun artırılması için yüzey aktif ajanların kullanımını önermelerine rağmen literatürde mikrosızıntı ve dolgu maddelerinin dentin kanalcıklarına penetrasyonu arasında direkt bir ilişkiye rastlanmamıştır. Ancak Pashley (1984), smear tabaka alındığında mikrosızıntının azaldığını fakat dentin permeabilitesinin arttığını bildirmiştir. Araştırmacıların bir bölümü smear tabakanın mevcut olmamasının apikal sızıntı üzerinde bir etkisi olmadığını ileri sürerken bir bölümü de kaldırılmasının tıkamayı arttıracak ileri sürmektedir. Smear tabakasının uzaklaştırılması için organik asitler ve şelasyon ajanları gibi çok sayıda kimyasal madde kullanılmıştır (Ingle, 2002). Asitler dentinin inorganik yapısını eritmekte ve geride kalan organik kısım biyomekanik preperasyona daha az direnç göstermektedir. Sitrik asit etkili bir kök kanal irriganıdır ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında tek başına NaOCl' den, CHX' ten, Cetrexidine' den ve serum fizyolojikten çok daha etkilidir (Pashley, 1984). Şelasyon ajanları dentindeki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girerek çözünebilir kalsiyum şelatları oluşturmaktadır. En çok tercih edilen şelasyon ajanları etilendiamintetraasetik asit

(EDTA), REDTA (sulu bir taşıyıcı içinde sodyum hidroksitle tamponlanmış EDTA), Rc-Prep (EDTA ve üre peroksit)'tir (Pashley, 1984). Çalt ve Serper (2002)' e göre; EDTA, disodyum tuzu ile endodontik tedavide kullanılan en etkili ajandır ve pH 6-7,5 arasında, kalsiyum iyonlarıyla güçlü şekilde şelat oluşturmaktadır. Organik doku çözücü etkiye sahip NaOCl, kök kanal duvarında oluşan smear tabakasını uzaklaştırmada yeterince etkili bulunmamıştır. Kök kanallarının tek başına NaOCl ile irrigate edilmesi durumunda duvarlarda tipik, amorf bir smear tabakası meydana gelmektedir. Bunun yanında pulpal doku artıkları ve preentin ortadan kaybolmaktadır. Tek başına EDTA ile irrigasyon yapılması durumunda ise, kök kanalında pulpal doku artıkları ve smear tabakası demineralize olmaktadır. Ancak her iki solüsyonunun birlikte kullanılması durumunda dentin tübül ağzlarının açıldığı, pulpal doku artıklarının ve smear tabakasının tamamen uzaklaştığı izlenmektedir (Şen ve ark., 1995).

Araştırmacılar *in vitro* çalışmalarında (Torabinejad ve ark., 2003a,b,c; Beltz ve ark., 2003; Shabahang ve ark., 2003a,b), MTAD'nın smear tabakasını uzaklaştırma potansiyeline sahip olduğunu bildirmişlerdir. MTAD'nın düşük konsantrasyonlu NaOCl ile birlikte kök kanal irrigantı olarak kullanıldığında, dentin kanalcıklarının yapısında kaydadeğer bir değişiklik yaratmadığı tespit edilmiştir. Smear tabakası organik ve inorganik yapıları bir arada bulundurduğundan bu tabakayı demineralize edecek tek bir solüsyon mevcut değildir. Bu nedenle organik ve inorganik çözücülerin birlikte kullanımı tavsiye edilmiştir (Şen ve ark., 1995).

Araştırmacılar tükürükle kontamine kök kanallarının dezenfeksiyonunda MTAD'nın etkisini de incelemişler ve NaOCl ile karşılaştırmışlardır. MTAD'nın bakterileri ortadan kaldırmada % 5,25'lik NaOCl'den daha etkili olduğu gösterilmiştir.

NaOCl, kemomekanik preparasyon esnasında nekrotik ve canlı dokular için çözücü etkiye sahip olması (Grossman ve Meiman, 1941; Kaufman ve Greenberg, 1986; Sundqvist ve Figdor, 1998; Wesselink ve Berbenholtz, 2003; Sena ve ark., 2006) ve antiseptik özelliğinin bulunması nedeniyle tavsiye edilmektedir. Ancak NaOCl'in periapikal dokulara taşırıldığında siddetli doku reaksiyonlarına (Becking, 1991; Chang ve ark., 2001; Ercan ve ark., 2004) ve dayanılmaz ağrılara neden olduğu bildirilmiştir.

Modern endodontik tedavi uygulamalarında kök kanallarının yıkanması için NaOCl'in çeşitli konsantrasyonlardaki çözeltileri, güçlü bir antimikrobiyal ajan olarak kullanılmaktadır. Ancak, smear tabakasının uzaklaştırılmasında yetersiz kalması ve inatçı *Enterococcus* ve *Candida* türleri üzerinde etki gösteremediğinden, NaOCl'in birden fazla solüsyon ile bir arada kullanılması gündeme gelmiştir (Siqueira, 2011).

#### **2.4. Enterococcus faecalis:**

*Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) dirençli bir bakteri türüdür. Genellikle periapikal lezyonlu dişlerin tedavi sonrası durumlarında gözlenmektedir. Ancak bazen tek başına da bir enfeksiyon kaynağıdır (Foschi ve ark., 2005).

Kolonize olabilen mikroorganizmalar, kolonize olamayanlara göre yer ve besinden yararlanabilme açısından avantaj kazanırlar. Buna ek olarak, dentin kanalcıklarına invazyon, mikrobiyal hücreleri kanal içi işlemlerin etkilerinden korur ve inatçı kök kanal enfeksiyonlarının ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır.

Sement yokluğunda, *E. faecalis*, kök kanallarındaki dentin tübüllerine 3 haftalık bir inkübasyon süresi sonrasında 800-1000 µm derinliğinde penetre olabilmektedir (Haapasalo ve Orstavik, 1987). Oysaki NaOCl tarafından dentin tübüllerine yapılan en iyi penetrasyonun 45 °C'de 20 dakika içinde % 6'lık solüsyonla 300 µm olduğu bildirilmiştir (Zou ve ark., 2010). Dentin tübülleri içerisine yerleştiği zaman, onu elimine etmek neredeyse imkansız hale gelmektedir (Sundqvist ve ark., 1998). İşte bu yüzden de endodontik tedavide kullanılan patların antimikrobiyal etkinlikleri iyi olmalı ve dentin yüzeyine penetrasyon göstermelidir.

#### **2.5.Candida albicans:**

Diş hekimliğinde kanal irrigasyonu için kullanılan solüsyonlara, antibakteriyel özellik kazandırmak için çabalar harcanmış ve bunlar üzerinde birçok araştırma gerçekleştirilmiş olmasına rağmen, bu solüsyonların antifungal etkileri hakkında yeterli çalışmaların yapıldığı söylenememektedir (Türköz ve ark., 2004).

Fırsatçı fungal patojenlerin en sık karşılaşılan türlerinden bir tanesi *Candida albicans* (*C. albicans*)' tır. Bunun gibi endojen mantarlar fırsatçı patojendir ve bunlara bağlı enfeksiyon genellikle, geniş spektrumlu antibiyotiklerin kullanımı,

immünoşupresyon ve koruyucu bariyerlerin devamlılığın bozulması gibi normal florada dengesizlik oluşturan durumlarda gelişmektedir. Mantar enfeksiyonları genellikle ‐hastalığın hastalığı‐ olarak bilinir ve konağın etkilenebilmesi için uygun ortam gerekmektedir (Ustaçelebi, 1999; Cengiz, 2004).

Mantarlar oral floranın çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Fungal floranın büyük kısmını ise *Candida*’ lar oluşturmaktadır. *C. albicans* hem sağlıklı hem de hasta kişilerin oral kavitelerinde en sık tespit edilen mantar türüdür. *C. albicans*’ın görülme insidansı sağlıklı yetişkinlerde % 30-45, HIV ile enfekte kişilerde % 95 oranında bulunmuştur. Dilin dorsumu *C. albicans*’ın primer oral habitatı olup, diğer alanlarda sekonder olarak kolonize olur. Bu alanlar, mukoza ve supragingiva, dentin, kök, subgingiva ve periodontal ceplerdir.

*C. albicans*, dentin kanalcıklarına penetre olmaktadır. Dentine olan bu invazyon afinitesinden dolayı *C. albicans*, dentinofilik bir mikroorganizma olarak tanımlanmaktadır. Başka bir çalışmalarında şen ve arkadaşları (1997) mine ve sementte de *C. albicans*’ın kolonize olduğu smear tabakası bulunması halinde, *candida* içeren kalın bir biofilm tabakası oluştuğunu göstermişlerdir. Bunun aksine, smear tabakasının olmadığı durumlarda ise biofilm tabakası izlenmemiş, uzak ve ayrı koloniler gözlenmiştir. Kolorimetrik bir çalışmada şen ve arkadaşları (2003) smear tabakasının *C. albicans*’ ın dentine adhezyonunu artırdığını bildirmişlerdir.

İrrigasyon solüsyonlarının sekonder endodontik enfeksiyonlardan sorumlu olduğu ileri sürülen mantarlar üzerindeki etkisini araştıran çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (Siqueira, 2011).

## **2.6.Yüzey Gerilimi:**

Yüzey gerilimi, bir sıvının yüzeyini 1 cm<sup>2</sup> artırmak için birim uzunluğa uygulanması gereken kuvvettir. Yüzey gerilimi ve ara yüzey gerilimi "γ" ile gösterilmektedir ve birimi cgs sistemine göre (mj/m<sup>1</sup>), SI sistemine göre ise miliNewton/metredir (mN/m<sup>1</sup>). Yüzey gerilimi sıcaklıkla değişmektedir. Sıcaklık arttıka düşme göstermektedir.



Yüzey gerilimi, fizikokimyada bir sıvının yüzey katmanının esnek bir tabakaya benzer özellikler göstermesinden kaynaklanan etkiye verilen addır. Sıvının yüzey alanını azaltan moleküller arası çekim kuvveti olup, sıvının yüzeye dağılımını veya dar alanlara penetrasyonunu önlemektedir. Yüzey gerilimi sıcaklıkla ya da yüzey gerilimini azaltan kimyasal maddelerin ortama katılmasıyla azaltılabilmektedir. Düşük yüzey gerilimi gösteren irrigasyon ajanları girilemeyen alanlara irrigasyonun akışını kolaylaştırmaktadır (Alaçam, 2012).

Yüzey ve ara yüzey geriliminin tayininde çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemlerin bazıları sadece yüzey geriliminin, bazıları ise hem yüzey hem de ara yüzey geriliminin saptanmasında kullanılmaktadır.

Kullanılan başlıca yöntemler;

1. Kapilerde (kılcal boruda) yükselme yöntemi
2. Wilhelmy plate (plaka) yöntemi
3. DuNouy halka yöntemi
4. Damla yöntemi
  - Basit damlalık yöntemi
  - Donnan pipeti yöntemi
  - Pendant damla yöntemi
  - Sessile damla yöntem
5. Oscillating jet yöntemi
6. Maksimum kabarcık yöntemi

Yüksek yüzey gerilimi irrigasyon solüsyonlarının dentin tübülleri içine penetrasyonunu azaltmaktadır. Bu durum da irrigasyon solüsyonun dentin tübülleri içerisindeki antibakteriyel etkinliğini düşürmektedir (Giardino ve ark., 2006). Irrigasyon solüsyonlarının kök kanal dentin duvarlarına uygun temas zamanının belirlenmesindeki

çalışmada en büyük rolü irrigantın dentinde ıslatabilme kabiliyetinin oynadığı gösterilmiştir (Pecora ve ark., 1991).

Islatabilirlik ideal yüzeyler üzerindeki yüzey gerilimiyle (kimyasal olarak homojen, düz, reaktif olmayan, deformasyonsuz ve ıslatan sıvı ile şişmemesi) ve daha sonra dentinin yüzey özellikleri ile ilişkili bulunmuştur (Eick ve ark., 1972; Erickson, 1992). Optimum ıslatabilirlik elde etmek için, substratın yüzey enerjisi mümkün olduğu kadar yüksek olmalı ve substrat ile temasta olan sıvının yüzey gerilimi mümkün olduğu kadar düşük olmalıdır. Yüzey gerilimi, sıvı yüzeyindeki moleküller içi çekim gibi bir durumda, solüsyonun yüzey üzerine yayılmasına engel olmaktadır (Cameron, 1986). Bu molekül içi çekim yok edildiği zaman, yüzey gerilimi düşmektedir.

Düşük yüzey gerilimi irrigantların prepare edilememiş kök kanalındaki alanlarına, lateral kanallara ve denin tübüllerine penetrasyonlarını ve dentin duvarları ile temaslarını arttırabilmektedir (Abou-Rass ve Patonai, 1982). Yüzey gerilimi sıcaklığın arttırılması ile ya da surfaktan olarak bilinen (yüzey gerilim azaltıcı) kimyasallar eklenerek azaltılabilmektedir (Abou-Rass ve Patonai, 1982; Cameron, 1986; Pecora ve ark., 1998; Willimson ve ark., 2009; Stojicic ve ark., 2010).

Kök kanal tedavisi, kök kanal sisteminin biyomekanik preparasyonu esnasında, uygun bir şekilde ve etkili bir irrigasyon solüsyon ile yıkanmasını mütakiben kök kanallarına, hermetik bir kök kanal dolgusu yapılarak tamamlanmaktadır. Ancak kök kanallarının iyi bir şekilde tıkanmasına rağmen, daha sonraki dönemlerdeki başarısızlık nedeni olarak genelde apikal tıkanma ne kadar iyi olursa olsun apikal bölgede oluşan mikrosızıntının olduğu ileri sürülmektedir (Kaufman ve ark., 1989; Limkangwalniongkol ve ark., 1992).

Oysa hastaların daimi dolguyu yaptırmada gecikmesi ile dolguda meydana gelen kayıp, daimi dolgunun ya da dişin kırılması gibi durumlarda koronal tıkanmanın bozulması sonucu oluşan koronal mikrosızıntı da kök kanal tedavisi sonrasındaki önemli bir başarısızlık nedenidir (Madison ve Wicox, 1988; Alaçam, 2012).

Değişik irrigasyon solüsyonlarının kullanımının mikrosızıntıyı etkilemelerinin yanısıra yine kullanılan kanal patlarının içeriklerindeki farklılıklar da kanal duvarlarına

adaptasyonlarını, dolayısıyla mikrosızıntıyı etkilemektedir (White ve ark., 1987, Vassiliadis ve ark, 1994).

## **2.7. Kök Kanallarında Mikrosızıntı:**

Mikrosızıntı; bakteri, doku sıvıları, molekül veya iyonların kavite duvarı ve uygulanan dolgu materyali arasında geçişi olarak tanımlanabilmektedir (Kidd, 1976; İnan, 2005). Mikrosızıntının nedenleri, diş yapısı ve restorasyon materyali arasında boşluk bulunması, restorasyon materyalinde oluşan büzülme ve genleşmeler, materyalin doku sıvılarında çözünmesi ve restorasyonların uygulanmasındaki hatalar olarak gösterilebilmektedir (Bauer ve Henson, 1984; İnan, 2005).

Endodontik tedavinin asıl amaçlarından birisi olan kök kanal dolgusunun, biyomekanik preparasyondan sonra toksik olmayan kanal patları kullanılarak yapılmasıdır (King ve ark., 1990).

İrrigasyon solüsyonları apikal örtücülüğün kalitesini etkilemektedir. Bunun nedeni olarak da dentin yüzeylerine yapışmış organik kalıntıların ve smear tabakasının mevcudiyeti kanal patlarının kök dentin duvarına adezyonunu azaltmaktadır. Ayrıca patın dentin tübüllerine penetrasyonunu olumsuz etkileyebilmektedir (Torabinejad ve ark., 2002).

Organik materyalleri uzaklaştırmak için, kullanılan en yaygın aletler, kanal aletleri ve kimyasal irrigasyon materyalleridir. İrrigasyon, biyomekanik preparasyon sırasında rezidüel dokuları ve dentin debrislerini uzaklaştırmada kullanılan en etkili yöntemdir (Gomes ve ark, 2002).

NaOCl, antimikrobiyal etkinliğinden, lubrikasyon etkisinin olmasından ve doku çözücü etkisinin olmasından dolayı tercih edilmektedir. Ancak, NaOCl vital dokularla temas ettiğinde çok ciddi inflamasyonlara ve alerjik reaksiyonlara neden olabilmektedir (Sassone ve ark., 2003).

CHX, düşük toksisitesi olan ve 5,5-7,0 arasında pH değerlerine sahip, katyonik bisbiguanid bir kimyasal ajandır. Aslında bu kimyasal ajan, rutinde periodontal tedavide ve çürük oluşumunu engellemek için kullanılmaktadır. Ayrıca bu irriganın gel ve sıvı formu da bulunmaktadır ki; bunlar endodontik tedavide kullanılmaktadır (Ferguson ve

ark., 2003). Apikal örtcülükte, günümüzde kullanılan irrigasyon solüsyonlarından MTAD'ın en iyi materyal olduğu gösterilmiştir (Bodrumlu ve ark., 2010).

Kök kanal tedavisinde apikal sızdırmazlığı sağlamak için birçok endodontik dolgu materyalleri kullanılmıştır. Ancak kök kanal dolgusu için kullanılan metotlardan en yaygın ve güncel olanı güta perka ve kanal patınının kullanılmasıdır.

Kök kanal patlarından epoksi resin esaslı olan AH plus kanal patı güta perka ile çok sıklıkla endodontik tedavide kullanılmaktadır. Ancak güta perkaya ve kanal patlarına alternatif bir yaklaşım olarak Resilon kor materyali ve Epiphany SE kanal patı üretilmiştir. Resilon kor materyali, termoplastik olan sentetik polimer esaslı kök kanal dolgu materyalidir. Epiphany SE ise ilk aşaması çıkartılmış kendinden asitli (self etch) resin esaslı kök kanal patıdır (Bodrumlu ve ark., 2010).

Kök kanal sisteminde meydana gelen sızıntı; apikal foramen girişi, yan kanallar, sement ve koronal dolgu üzerindeki defektler olmak üzere;

A- Kanal patıyla kanal duvarı arasında,

B- Kanal patıyla güta perka arasında,

C- Kanal patı içerisine doğru gerçekleşebilmektedir (Limkangwalmongkol ve ark.- 1991).

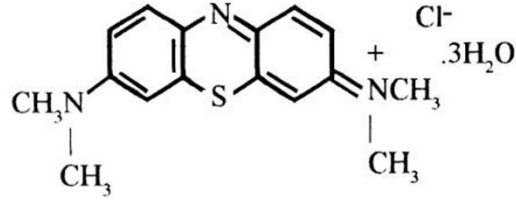
Endodontide farklı irrigasyon, genişletme, obturasyon tekniklerinin ve farklı dolgu maddelerinin kök kanal sistemini tıkama ve sızdırmazlık özelliklerini incelemek ve bunları birbirleriyle kıyaslamak için çok çeşitli apikal sızdırmazlık inceleme yöntemleri geliştirilmiştir (Branstetter ve von Fraunhofer, 1982; Kersten ve Moorer, 1989; King ve ark., 1990; Inoue ve ark., 1991; Küçükay, 1991; Yatsushiro ve ark., 1998; Haikel ve ark., 2012; Lyroudia ve ark., 2012). Dişin ve kök kanal sistemlerinin anatomisi, morfolojisi, kök kanallarının testlere hazırlanış şekli ve aşamaları, kullanılan materyallerin çeşit ve hazırlanma şekilleri ve uygulanan test metodu birçok faktör sızdırmazlık çalışmalarında sonucu etkileyebilmektedir (Küçükay, 1991).

### **Sızıntı ölçüm yöntemleri:**

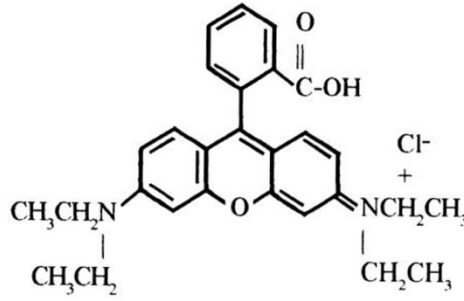
1. Boya sızıntısı çalışmaları
  - a. Lineer sızıntı ölçümü
    - Metilen mavisinin lineer ölçümü
    - Gümüş boyama tekniği
    - Şeffaflaştırma tekniği
    - Santrifüj tekniği
    - Vakum tekniği
  - b. Spektrofotometrik sızıntı ölçümü
2. Bakteriyel mikrosızıntı çalışmaları
3. İnsan serumu sızıntı tekniği
4. Sıkıştırılmış hava tekniği
5. Gaz kromatografi tekniği
6. Radyoizotop tekniği
7. Elektro-kimyasal teknik
8. Üç boyutlu yeniden düzenleme
9. Endotoksin sızıntı tekniği
10. Sıvı transport tekniği
11. Glikoz filtrasyon testi

Sızıntı değerlendirilmesinde birçok yöntem olmasına rağmen araştırmamızda boya sızıntı yöntemi kullanılması nedeni ile bu yöntem hakkında bilgi verilmiştir.

### 2.7.1. Boya Sızıntısı Çalışmaları:



Şekil 5. Metilen mavisi kimyasal formülasyonu



Şekil 6. Rodamin B kimyasal formülasyonu

Kolay uygulanabilir bir yöntem olmasından dolayı endodontide çok sıklıkla kullanılan bir metoddur. Dişlerin değişik boya türlerine gömülmelerini öneren bu teknik ilk olarak Grossman tarafından 1939'da rapor edilmiştir (Camps ve Pashley, 2003; Dandakis ve ark., 2005).

Boya sızıntı çalışmalarında en çok kullanılan boyalar, Metilen mavisi, Florasan Boyası, Procion Brillant, Hindistan mürekkebi, Rhodamine B, Eosin, Gümüş nitrat ve crystal violet gibi boyalar kullanılarak apikal sızıntı incelenmiştir (Küçükay, 1991; Wu ve Wesselink, 1993; Camps ve Pashley, 2003; Dandakis ve ark., 2005). Yaygın olarak sızıntı değerlendirmelerinin yapıldığı pasif metoda, boya içerisine gömülen dişin apikal kısmından kanal duvarı ile kök kanal dolgu materyali arasındaki boşluklara boyanın ilerlemesinde kapillerite olayı önemli rol oynamaktadır (Camps ve Pashley, 2003).

Boya sızıntı çalışmalarında en sık kullanılan yöntem, metilen mavisi ile lineer boya sızıntı yöntemidir. Bu yönteme göre; kök kanallarının doldurulmasından ve

foramen apikale dışında dış yüzeylerinin kapatılmasından sonra dişler belli süreyle, belli konsantrasyondaki boya solüsyonunda bekletilmektedir (Kersten ve Moorer, 1989; Küçükay, 1991; Wu ve Wesselink, 1993). Daha sonra dişer solüsyondan çıkarıldıktan sonra, bunlardan uzunlamasına veya enlemesine kesitler alınarak yada şeffaflaştırılarak, ışık mikroskopunda sızıntı olup olmadığı incelenmektedir (Ahlberg ve ark., 1995; Lucena-Martin ve ark., 2002). Boyanın apikal foramenden koronal kısma doğru gidebildiği en uzak noktanın mesafesi milimetrik olarak tespit edilmektedir. Bu sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilerek sızıntı değerleri sonuçlandırılmaktadır. Metilen mavisinin bilinen avantajları; görülebilen ışık altında kesin olarak saptanabilmesi, hızlı direkt ve hatasız ölçümlere olanak tanınması, hatasız çözünbilmesi, sert dokularla reaksiyona girmemesi ve bakteriyel bir boya olması nedeniyle kök kanalı ve dentin kanallarının içine kolayca sızabilmesi olarak sayılabilmektedir (Kersten ve Moorer, 1989; Küçükay, 1991; Wu ve Wesselink, 1993). Ancak yapılan son sızıntı çalışmalarında, metilen mavisi yerine, Rhodamine B tercih edilmekte ve kullanılmaktadır (Souza ve ark, 2009). Çünkü Rhodamine B'nin molekül büyüklüğü daha küçük olmasından dolayı ve kullanılan patların alkalinitesinin yüksekliğine bağlı olarak Rhodamine B ile yapılan sonuçlar, metilen mavisi ile yapılanlara göre daha güvenilir olabilmektedir (Wu ve ark., 1998; Souza ve ark., 2009). Bunlara ek olarak metilen mavisi ile yapılan boyama çalışmaları asidik bir ortam da uygulanmaktadır ve bu da dentini demineralize edebilmektedir. Bunun sonucu olarak da sızıntı miktarı artmaktadır (Wu ve Wesselink, 1993).

Souza ve arkadaşlarının (2009) farklı kanal patları kullanarak yapmış oldukları çalışmalarında, apikal sızıntılarını metilen mavisi ve Rhodamine B boyaları kullanılarak değerlendirmişlerdir. Sonuçta metilen blue ile çok daha az boyanma olmasına rağmen, Rhodamine B ile bakılanlarda belirgin bir şekilde fazla boyama olduğu gözlenmiştir.

Boyaların partikül boyutlarının, pH değerlerinin veya kimyasal etkileşimlerinin penetrasyon derinliğini etkileyebileceği bildirilmiştir (Ahlberg ve ark., 1995). Metilen mavisi, ucuz ve manipulasyonun kolay olması, boyadığı yerden kolay uzaklaşmaması, moleküler boyutunun bakteri toksinlerinden küçük olmasından dolayı birçok çalışmada kullanılmıştır (Camps ve Pashley, 2003). Bir mikrobiyal metabolik olan bitürik asitin metilen mavisi ile aynı derecede penetrasyon gösterdiği bunun yanında Hint

mürekkebinden daha fazla penetrasyon gösterdiği öne sürülmüştür (Kersten ve Moorer, 1989).

Gümüş boyama tekniğinde ise aynı şekilde doldurulmuş ve kapatılmış dişler %50'lik gümüş nitrat çözeltisinde bekletilmektedir. Daha sonra yıkanan dişler geliştirici solüsyon içinde bekletilmektedirler. Bu solüsyon fotoğraf filmlerinde olduğu gibi gümüş iyonlarının çökmesine neden olarak sızıntı olan bölgelerde koyu renkli alanlar yaratmaktadır. Sonuçların analizi yine aynı şekilde yapılmaktadır (Küçükay, 1991). Şeffaflaştırma tekniği, dişlerin asit içinde dekalsifikasyonunu, alkol ve aseton içinde dehidratasyonunu, gliserin, xylene veya metil salisilat içinde saydam hale getirilmesini ve kök kanalları ile dentin arasında kalan boşluğa hematoksilin veya hint mürekkebi boya renkleriyle kontrast bir görünüm kazandırılarak incelenmesi yoluyla uygulanır. Bu yöntemle diş köklerinin kesilmesine gerek kalmadan kök kanal dolgusunun boyutları, morfolojisi ve adaptasyonu üç boyutlu olarak incelenebilmektedir (Robertson ve ark., 1980; Küçükay, 1991). Santrifüj tekniğinde dişin içine uygulanan boyanın merkez kaç kuvveti yardımıyla iç kısımlara penetre olması sağlanmaktadır. Daha sonra şeffaf hale getirilen dişlerde boyanan yüzeyler yine lineer olarak değerlendirilir (Küçükay, 1991). Vakum tekniği, boyama tekniklerinde incelenecek dişin içinde bir miktar hava kaldığını ve kalan havanın, boyanın dişin iç kısımlarına doğru ilerlemesini engelleyeceği görüşünden yola çıkılarak geliştirilmiştir. Bu tekniğe göre, kök kanal sistemi doldurulduktan sonra bir vakum cihazı yardımıyla dişin içindeki hava emilerek, dişler boya solüsyonları içine bırakılmakta ve daha sonra diş kesitleri diğer yöntemlerde olduğu gibi mikroskop altında incelenerek değerlendirilmektedir. Bu yöntemle incelenen dişlerde boya sızıntısının diğer yöntemlerle incelenen dişlere göre daha küçük boşluklara nüfuz edebildiği gözlenmiştir (Goldman ve ark., 1989; Küçükay, 1991). Spektrofotometrik sızıntı ölçümü 1981 yılında Douglas ve Zakariasen tarafından tanıtılmıştır (Douglas ve Zakariasen, 1981). Bu çalışmada kök kanallarının doldurulmasını ve foremen apikale haricinde diş yüzeylerinin kapatılmasını takiben dişler, 2 hafta % 2 metilen mavisinde bekletilmiş ve sonra sement yüzeylerindeki fazlalık boya temizlenmiştir. Uzunlamasına ikiye ayrılan diş köklerinde milimetrik olarak boya sızıntısı ölçüldükten sonra dişler ayrı deney tüplerindeki nitrik asit solüsyonları içinde çözündürülmüşlerdir. Böylece sızan boya solüsyonun içine geri döndürülmüştür. Her solüsyondaki boyanın konsantrasyonunu ölçmek için bir



spektrofotometre kullanılarak, boya solüsyonundan geçen ışığın miktarı (maksimum absorpsiyonun dalga uzunluğundaki miktarı) kaydedilmiştir (Douglas ve Zakariasen, 1981; Küçükay, 1991). Yapılan çalışmalara göre, boya sızıntı çalışmalarının sonuçlarını etkileyebilecek bazı etkenler olduğu tespit edilmiştir. Bu etkenler; uygulamadaki hatalar, boyaya daldırma zamanları, kesim yöntemleri, uygulanan boyanın cinsi, konsantrasyonu ve pH'sı, kanal dolgu maddesi ve kanal duvarları arasında kalan hava boşlukları ve/veya sıvı parçacıklarıdır (Küçükay, 1991; Aladağ ve Aydemir, 1996). Ayrıca klinik şartlar ile karşılaştırıldığında boya moleküllerinin bakterilerden daha küçük olması ve kök kanalları ile periradiküler dokular arasındaki dinamik ilişkiyi tam olarak yansıtmaması sayılabilmektedir (Torabinejad ve ark., 1995).

## **2.8. Kök Kanal Dolgusunda Kullanılan Maddeler:**

Kök kanal tedavisinde modern görüş, kanalların mekanik olarak temizlenmesinin ardından iritan özellik taşımayan bakterisit ilaçlarla yıkanması ve toksik olmayan patlarla tıkanmasıdır (Alaçam, 2012). Kök kanal dolgusunda kullanılan teknikler, güta-perka ile birlikte patların kullanımını gerektirmektedir. Patların kullanımıyla güta-perka ve kanal duvarı arasındaki boşlukların ve yan kanalların sızdırmaz bir şekilde doldurulması amaçlanmıştır (Ingle ve ark., 2002). En ideal kanal dolgu maddesi apekte sert doku oluşmasını teşvik edecek ve apikal bölgenin biyolojik olarak tıkanmasını sağlayarak periapikal dokuların bütünlüğünü koruyup ideal iyileşme şartlarını yaratacak nitelikte olmalıdır (Alaçam, 2012). Bir kanal dolgu maddesinden beklenen özelliklerin sayılması gerektiğinde (Ingle ve ark., 2002; Alaçam, 2012):

1. Kanala kolayca uygulanabilmeli,
2. Kanalı apikal olduğu kadar lateral olarak da tıkaçlamalı,
3. Yeterli çalışma zamanı tanınmalı,
4. Biyolojik olarak uyumlu olmalı ve periapikal dokuları irrite etmemelidir,
5. Bakteriostatik olmalı veya en azından bakteriyel gelişimi teşvik etmemeli,
6. Kanal duvarları ile dolgu maddesi arasında iyi bir adezyon sağlamalıdır, pöröz olmamalı,

7. Uygulama sonrası büzülmemeli,
8. Diş dokularını boyamamalı,
9. Doku sıvıları ve neme karşı dayanıklı olmalıdır,
10. Radyoopak olmalıdır,
10. Gerekliğinde kök kanal sisteminden kolayca uzaklaştırılabilmeli,
11. Steril olmalı yada en azından kullanım öncesi kolay ve hızlı bir şekilde steril edilebilmeli,
12. Post boşluğunun hazırlanması gereken durumlarda apikal tıkkama bozulmamalı,
13. İçeriğindeki metaller toksik düzeyi aşmamalı,
14. Mutajenik ve karsinojenik olmamalı,
15. Raf ömrü uzun olmalıdır.

Bu özelliklerin tümünü taşıyan bir dolgu patı bulunmamaktadır. Birçok pat doku sıvılarında emilir ve bu nedenle sızdırmazlık iyi olmamaktadır (Gutman ve Hovland, 1997). Bu yüzden de gütaperka ve kanal duvarları arasındaki pat'ın kalınlığının mümkün olduğunca az olması, kök kanal sisteminin büyük kısmının kor materyali ile doldurulması savunulmuştur (Alaçam, 2012). Hangi pat kullanılırsa kullanılsın, tümü sertleşene kadar toksiktir. Bu nedenle patlar periradiküler dokulara taşırılmamalıdır (Cohen ve Hargeaves, 2011).

Kök kanal dolgu patları şöyle sıralanabilir (Cohen ve Hargeaves, 2011):

1. Çinko oksit öjenol esaslı patlar
2. Paraformaldehit esaslı patlar
3. Polimer esaslı patlar
4. Cam iyonomer esaslı patlar
5. Kalsiyum hidroksit esaslı patlar

Kök kanal sisteminin doldurulmasında birçok kanal dolgu materyali kullanılmasına karşın araştırmamızda kullanılan kanal dolgu patı polimer esaslı olduğundan dolayı bu grup hakkında bilgi verilmiştir.

### **2.8.1. Polimer Yapıdaki patlar:**

Son yıllarda piyasaya çıkan patların büyük çoğunluğu polimer (Rezin) esaslı patlardır. Bu grupta bulunan patlar epoksi resin içerikli patlar (AH 26 ve AH Plus), metakrilat içerikli patlar (Hydron), polivinil esaslı patlar (Diaket) ve polimetilsiloksan (Roeko-seal) olarak sayılabilmektedir (Hauman ve Love, 2003; Cohen ve Hargeaves, 2011).

AH 26 patı, yüksek adheziv özelliği, düşük çözünürlüğü ve sertleşirken bir miktar genleşmesi, bu patın yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlamıştır (Cohen ve Hargeaves, 2011). İlk hazırlandığında oldukça toksik olan bu patın toksisitesinin sertleşme sırasında açığa çıkan düşük miktardaki formaldehitten kaynaklandığı bildirilmiştir (Pascon ve ark., 1991). Karıştırıldıktan sonra açığa çıkan formaldehitin çevre dokulara yayılması durumunda dokularda nekroza neden olabileceği bildirilmiştir (Hauman ve Love, 2003).

AH 26'nın toksik, alerjik ve mutajenik potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir (Gutman ve Hovland, 1997). AH 26 içerdiği gümüşten dolayı ön grup dişlerde renk değişikliğine neden olmaktadır. Bu sebeple son zamanlarda piyasaya gümüş içermeyen AH 26 çıkarılmıştır. Gümüş içermeyen AH 26'nın da aynı mutajenik ve toksik etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Alaçam, 2012).

AH Plus, orijinal AH 26'nın teknik, klinik ve sitotoksik özelliklerini iyileştirmek amacıyla geliştirilmiştir. AH 26'nın amin yapısı korunarak ve renkleşme eğilimi ile formaldehitin açığa çıkışı elimine edilerek geliştirilmiştir (Orstavik, 2005; Cohen ve Hargeaver, 2011). AH26'nın sertleşme esnasında açığa çıkan formaldehit miktarının AH plus'tan salımandan belirgin bir şekilde fazla olduğu, ancak formaldehit esaslı patlara nispeten bin kat daha az bu gazın salındığı belirtilmiştir (Spanberg ve ark., 1993).

Eldeniz ve arkadaşları (2005) rezin içerikli üç adet kanal dolgu patının dentin ile olan bağlanma kuvvetlerini incelemişlerdir. EDTA ve NaOCl solüsyonlarının bağlanma kuvveti üzerinde etkili olduğunu buldukları AH Plus patının, Diaket ve EndoRez kanal dolgu patlarına göre smear tabakası varlığında veya yokluğunda daha yüksek bağlanma kuvveti gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Kök kanal boşluğunun doldurulmasında kanal dolgu materyalinin dentine bağlantısının arttırılması ve post sistemlerinin yine dentine adezyonunun geliştirilmesiyle monoblok etki için adezivlerin kullanılmasının önemi artmıştır (Alaçam, 2012).

Adeziv sistem teknolojisindeki son gelişmeler üzerine kök kanal dolgusunun kök dentinine bağlantısı fikrini oluşturmuş ve bu da kök kanallarında dolgu ve dentin bütünlüğü sağlayarak monoblok bir yapı oluşturması amaçlanmıştır. Bu gelişmeler üzerine metakrilat rezin bazlı patların kök kanal dolugusundaki kullanımı artmıştır (Yamanaka ve ark., 2011).

Endodonti’de yeni yer bulan Epiphany-Resilon kök kanal dolgu sistemi, temelde bünyesinde bir kanal dolgu patı ve bir kanal dolgu materyali içeren metakrilat esaslı bir sistemdir.

İlk nesil hidrofilik metakrilat rezin bazlı materyal (Hydron; Hydron Technologies, Pompano Beach, FL, USA) basit kök kanal dolgusu olarak tasarlanmıştır (Benkel ve ark., 1976).

İkinci nesilde metakrilat rezin esaslı (ör., EndoREZ; Ultradent, South Jordan, UT, USA) kök kanal duvarlarından smear tabakasının uzaklaştırılmasından sonra asidik olmayan hidrofilik rezin monomerler kullanılmıştır (Zmener ve ark., 2008).

Üçüncü nesil metakrilat rezin esaslı (ör., RealSeal by SybronEndo, Orange, CA, USA; Epiphany by Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA) bir self-etch primer ve sealer içermektedir (Cotton ve ark., 2008; De-Deus ve ark., 2008).

Epiphany sealer (bisfenilglisidil dimetakrilat, etoksilat bisfenilglisidil dimetakrilat, üretan dimetakrilat, hidrofilik difonksiyonel metakrilat, kalsiyum hidroksit, baryum sülfat, baryum cam, bizmut oksiklorit ve silika ) hem kök dentinine

hemde Resilon konlarına (polikaprolakton, biyoaktif cam, bizmut oksiklorit ve baryum sülfat) bağlanarak “monoblok” olarak adlandırılan tek bir yapıyı oluşturmaktadır (Teixeira ve ark., 2004).

Dördüncü nesil metakrilat rezin esaslı (ör., MetaSEAL by Parkell, Farmington, NY, USA; RealSeal SE by SybronEndo; and Epiphany SE by Pentron Clinical Technologies) asidik monomerli çok az bir akışkan kompozitle doldurulmuş self-etch içermektedir. Self-etch sealer, özellikle yeterince primer uygulanamayan apikal üçlüde teknik hassasiyeti azaltmaktadır (Pinna ve ark., 2008).

Epiphany SE ( Pentron Clinical Technologies, LLC, Wallingford, CT, USA) dual-cure özelliğinde olan rezin kompozit esaslı bir kanal dolgu patıdır. İçeriğinde BisGMA, etoksilat BisGMA, üretan dimetakrilat, hidrofilik difonksiyonel metakrilatların yanı sıra doldurucu olarak kalsiyum hidroksit, baryum sülfat, baryum glass, bizmut oksiklorit ve silika içerir. İçeriğinin % 70’ini doldurucular oluşturmaktadır (Barnett ve Trope, 2004). Resilon ( Pentron Clinical Technologies, LLC, Wallingford, CT, USA) termoplastik sentetik polimer esaslı kanal dolgu materyalidir. İçeriğinde ayrıca % 65 oranında biyoaktif cam, bizmut oksiklorit ve baryum sülfat doldurucuları bulunmaktadır. Resilon gütaaperkaya alternatif hale gelmiştir. Düşük sıcaklıklarda tıpkı gütaaperka konları gibi iken, daha yüksek ısılarda termoplastize edilebildiği gibi kloroform gibi çözücülerle kanaldan uzaklaştırılabilmektedir. Resilon’un ticari preparatında ISO standartlarında 0,002, 0,004, 0,006 taper’lı ve çeşitli boyutlarda aksesuar konlar mevcut ve ayrıca termoplastik kök kanal dolgu sistemi için kullanılabilir pelet formları da bulunmaktadır (Barnett ve Trope, 2004; Shipper ve ark., 2005). Enstrümantasyon esnasında kullanılan % 17’lik EDTA solüsyonunu takiben uygulanan Epiphany-primer ve kanal dolgu patı, uygulanacak olan Resilon kanal dolgusu ile dentin duvarı arasında kalan boşlukları doldurarak hermetik bir kapatma sağlanmaktadır. Ayrıca endodontik tedavi nedeniyle zayıflayan diş yapısı Epiphany sistemi ile oluşturulan monoblok sayesinde içyapının kuvvetlenmesi ile desteklendiği gösterilmiştir. (Barnett ve Trope, 2004; Shipper ve ark., 2004).

Shipper ve arkadaşları (2004), *Streptococcus mutans* ve *Enterococcus faecalis* bakterileri ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında Resilon ve gütaaperka materyallerini bakteriyel sızıntı açısından karşılaştırmışlardır. Lateral ve vertikal kondensasyon

metodları ile 30 günlük dönemde inceledikleri materyallerden, Epiphany ve Resilon kombinasyonunun AH 26/guta perka ve AH 26/Resilon kombinasyonlarından belirgin olarak daha az sızıntı gösterdiğini bulmuşlardır. Shipper ve arkadaşları (2005) köpeklerde gerçekleştirdikleri bir diğer çalışmalarında, 56 adet premolar dişe koronal olarak yerleştirdikleri mikrobiyal plak ile 14 hafta sonucunda gelişen periapikal inflamasyonun derecesini değerlendirmişlerdir. Buna göre gelişen orta düzeyli periapikal inflamasyon AH 26 ve guta perka ile doldurulan dişlerde, Epiphany ve Resilon ile doldurulan dişlere göre belirgin olarak daha yüksek oranda tespit edilmiştir.

## **2.9.Yüzey Görüntüleme Metodları:**

Son zamanlarda, sert cisimlerin ve doku yüzey değişikliğini incelemek amacı ile elektron mikroskobu, profilometry, atomik force mikroskobu (AFM) ve X-ray fotoelektron spektroskopisi gibi bir çok cihaz ve teknikten yararlanılmaktadır (Vanzillotta ve ark., 2004). Literatürde, bu tekniklerden biri olan elektron mikroskobu ile incelemede; Scanning electron microscopy (SEM) (Khedmat ve Shokouhinejad, 2008), Backscattered electron microscopy (BSE) (Sriamornsak ve Thirawong, 2003), Transmission electron microscopy (TEM) (Fromm ve ark., 2003), Scanning Transmission electron microscopy (STEM) (Saito ve ark., 2008), Energy dispersive spectrometer (EDS) (Shibli ve ark., 2005) gibi cihazların kullanıldığı bildirilmiştir. Birçok elektron mikroskobu bulunmasına rağmen günümüz diş hekimliğinde en çok tercih edilen ve kullanılan SEM ve TEM'dir.

### **2.9.1.“ Elektron Mikroskobu Taraması” (EMT) (SEM):**

Bir çeşit elektron mikroskobu olan SEM, hücre, doku ve organ yüzeylerinin yüksek büyütme oranlarında görüntülenmesini sağlamaktadır. Çok ince 10 mikron bir elektron demetinin, incelenen yüzey boyunca bir noktadan diğer noktaya, ard arda hareket etmesi prensibiyle çalışmaktadır (Junqueira ve ark., 1992). Yüzeğe çarpan elektronlar yüzeyden ikincil elektronların fırlamasına ve fırlayan elektronların kristal yüzeyine çarparak ani ışık oluşturmaya sebep olmaktadır. Kristalde ortaya çıkan parlamalar, bir foto çoğaltıcı lamba aracılığı ile yüzbinlerce kez yükseltilerek elektrik sinyaline dönüştürülmektedir. Elektron sinyalindeki dalgalanmalar bir dedektör aracılığı ile tutulmaktadır. Katot ışınli lambanın ekranını tarayan demet ile mikroskopla incelenecek

yüzeyi tarayan demetin eş zamanlı tarama yapması sağlanmaktadır. Böylece lamba ekranındaki bir noktanın parlaklığı, cisim yüzeyindeki bu noktaya karşılık gelen noktadan salınan ikincil elektronların sayısı ile orantılı olarak değişmektedir. Sonuçta ekranda incelenen yüzeyin yapısını gösteren bir görüntü elde edilmektedir (Önal ve ark., 2003). Birçok alanda olduğu gibi diş hekimliğinde de uygulanan tedavinin doku cevabı (Abbott ve ark., 1991; Heard ve Walton, 1997; Peters ve Barbakow, 2000) ve kullanılan malzemelerin yüzeyde oluşturduğu değişikliklerin görüntülenmesinde SEM cihazından yararlanılmaktadır (Goldman ve ark., 1982; Guerisoli ve ark., 2002; Lim ve ark., 2003; Mozayeni ve ark., 2009).

Farklı irrigasyon solüsyonları varlığında yeni geliştirilmiş apeks bulucu cihazların güvenilirlikleri ile ilgili araştırmalar, sınırlı sayıdadır. Bu araştırma ile bu konudaki eksikliklerin giderilmesi amaçlanmaktadır.

Araştırmamızda yeni geliştirilen irrigasyon solüsyonu olan Streptokinaz, Baryum sülfat ve Tween 80 karışımının yüzey gerilimi, pH'sı, radyoopasitesi, antimikrobiyal etkinliği, apeks bulucuların çalışma boyutu tespit etme güvenilirlikleri üzerine etkisi, apikal sızıntıya etkisi ve smear tabakasını kaldırma etkinliğinin, konvansiyonel irrigasyon solüsyonları ile kıyaslanarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

### **3.MATERYAL VE METOD**

#### **3.1.Örneklerin Hazırlanması:**

Bu çalışma, irrigasyon solüsyonlarının apeks bulucuların çalışma boyutu tespit etme güvenilirliklerinin değerlendirilmesinde, apikal sızıntı ve smear tabakasının kaldırma etkinliklerinin belirlenmesi amacı ile 300 adet çekilmiş tek köklü kesici, kanin ve premolar dişler üzerinde yürütüldü. Kök gelişimini tamamlamamış, kalsifiye kanallı, kırık yada çatlak olan dişler çalışmaya dahil edilmedi. Kök yüzeyinde kalan doku artıkları periodontal aletlerle uzaklaştırıldı. Dişler, periodontal ligamentin uzaklaştırılması için 24 saat süre ile % 5'lik NaOCl solüsyonunda (*Wizard, Rehber Chemistry, Istanbul, Turkey*) bekletildi ve ardından musluk suyu altında yıkandı.

Çalışmamız için insana ait parçaların kullanılacağı nedeniyle, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Etik Kurul Başkanlığı'ndan "etik kurul" kararı alındı (**KARAR NO: 2010/186-329**).

#### **3.2. Yeni Geliştirilen İrrigasyon Solüsyonun Hazırlanması:**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Fizikokimya laboratuvarında, yeni geliştirilen irrigasyon solüsyonunun içerisinde *Streptokinaz* (~%1), *Baryum sülfat* (%4), *Tween 80* (%0,8) ve *serum fizyolojik* bulunacak şekilde hazırlanarak yüzey gerilimi, pH, radyoopasite, antimikrobiyal etkinlik, apeks bulucuların güvenilirlikleri, sızdırmazlık ve smear tabakasını kaldırma etkinliğinin incelenmesinde kullanıldı. Sadece antimikrobiyal etkinlik incelenmesinde sonucu etkilememesi düşüncesi ile Tween 80 katılmadan da ayrı bir solüsyon (*Streptokinaz + Baryum sülfat*) oluşturuldu.

#### **3.3.İrrigasyon Solüsyonlarının Yüzey Gerilimi:**

İrrigasyon solüsyonlarının yüzey gerilimi tayini Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Fizikokimya laboratuvarında, Traube Stalogrammetresi yardımıyla damla metodu kullanıldı (Şekil 7). Bu yöntemin esası, yüzey gerilimi bilinen bir sıvının damla sayısı, damla ağırlığı veya damla hacmi yardımı ile ve Hagen-Poiseuille denklemine dayalı bir eşitlik ile sıvının yüzey geriliminin saptanmasıdır. Bir damlalıktan damlamak üzere olan bir damlayı damlalık ucunda tutan



kuvvet, damlalık yarıçapı ve sıvının yüzey gerilimi ile orantılıdır. Damla koştığı anda damlanın ağırlığı sıvının yüzey gerilimine eşittir (Farmasötik Teknoloji Deneysel Uygulamalar Kitabı-1995).

$$m \cdot g = 2 \pi r \gamma ; \gamma = m \cdot g / 2 \pi r$$

m : Sıvı damlasının kütlesi (g)

g : Yerçekimi ivmesi (980,7 cm/s<sup>2</sup>)

r : Damlalık yarıçapı (cm)

$\gamma$ : Sıvının yüzey gerilimi (dyn/cm)

Suyun yüzey gerilimi (72,8 mJ/m<sup>2</sup>) bilindiği için bu verinin yardımıyla irrigasyon solüsyonlarının yüzey geriliminin tayini yapıldı.



**Şekil 7.** Traube Stalagmometresi

Yüzey gerilim tayininde bir damlalık kullanıldı. Darası alınmış bir kaba bu damlalık ile 50 damla su damlatıldı ve tekrar tartımı alınarak 50 damla suyun kütlesi ile bir damla suyun kütlesi ( $m_1$ ) bulundu.

Kullanılan cam kap ve damlalık uygulama öncesi kromik asit ile yıkanarak kurulandı ve cam kap içine aynı damlalık ile bu kez irrigasyon solüsyonlarından NaOCl 50 damla damlatıldı ve tekrar tartımı alınarak 50 damla NaOCl solüsyonun kütlesi ile

bir damla NaOCl solüsyonunun kütlesi ( $m_2$ ) bulundu. CHX, MTAD, Ozonlu su ve SBT irrigasyon solüsyonları için aynı işlemler tekrarlandı ve elde edilen veriler; aşağıdaki eşitlikten kullanılan bütün solüsyonların ayrı ayrı yüzey gerilimleri hesaplandı.

$$\gamma_1 / \gamma_2 = m_1 / m_2$$

$\gamma_1$  : Suyun yüzey gerilimi (dyn/cm)

$\gamma_2$  : Zeytinyağının yüzey gerilimi (dyn/cm)

$m_1$ : Suyun kütlesi (g)

$m_2$ : Zeytinyağının kütlesi (g)

Bu işlemler her bir solüsyon için üçer defa olacak şekilde tekrarlandı ve elde edilen verilerin aritmetik ortalamaları alındı. Dyn/cm=mN/m=mj/m<sup>2</sup> olması nedeniyle dyn/cm ile elde edilen sonuçlar, diğer çalışmalarla kıyaslama yapabilmek için mj/m<sup>2</sup>, ye çevrildi.

### **3.4.İrrigasyon Solüsyonlarının pH'sı:**

NaOCl, CHX, MTAD, Ozonlu su ve SBT irrigasyon solüsyonlarının pH ölçümleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya laboratuvarında pH-metre ile yapıldı (*Consort C532 Multiparameter analyser, Belgium*). Ölçümler her bir irrigasyon solüsyonu için beşer kez tekrarlandı ve ortalama değerleri alındı.

### **3.5. İrrigasyon Solüsyonlarının Antimikrobiyal Etkinliği:**

NaOCl, CHX, MTAD, Ozonlu su ve SBT irrigasyon solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliğine Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Bölümünde, Mikrobiyoloji laboratuvarında bakıldı. İrrigasyon solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliği difüzyon yöntemi ile araştırıldı. *E. faecalis* ve *C. albicans* klinik izolatları 0,5 McFarland bulanıklığına ayarlandı. 100 mm'lik petrielerde bulunan Mueller-Hinton Agar besiyerine, bulanıklığı ayarlanmış mikroorganizma süspansiyonlarından yüzey ekimi yapıldı. Plaklar içerisine yaklaşık 5 mm çapında 4 mm derinliğinde steril plastik borularla çukurlar açıldı (Naval ve ark.-2011). Ardından antimikrobiyal etkinliği araştırılan maddelerden bu kuyucuklara 25 µL inoküle edildi.

Plaklar 37<sup>0</sup>C’de oda atmosferinde 24 saat inkübe edildikten sonra inhibisyon zon çapları dijital kumpas yardımı ile 2,5 X büyütmede ölçüldü (Nawal ve ark., 2011). Bu işlemlerin her biri üçer defa tekrarlandı ve elde edilen veriler not edilerek karşılaştırılmaları yapıldı.

### **3.6. İrrigasyon Solüsyonlarının Kök Kanallarındaki Radyoopasitesi:**

Plastik bir düzenek üzerinde 2 mm derinliğinde altı adet yuva hazırlandı. Bu yuvalardan birine 2 mm kalınlığında hazırlanan kök dentini diğer yuvalara diğer irrigasyon solüsyonları yerleştirildi. Aljinat bloklara yerleştirilen dişlerin kök kanallarına ise koronal parçadan solüsyon taşmayacak kadar irrigasyon solüsyonları doldurularak plastik düzenden ve dişlerden fosfor plakalı (*Dürr Dental GmbH & Co., KG, Bietigheim-Bissingen, Germany*) radyografiler kullanılarak Kodak 2200 Intraoral X-Ray System (*Kodak Medical Systems, Paris, France*) röntgen cihazı ile röntgenleri çekildi. Çekilen röntgenler VistaScan PSP (*Dürr Dental GmbH & Co., KG, Bietigheim-Bissingen, Germany*) cihazı ile taranarak bilgisayar ortamına aktarıldı. Standardizasyonu sağlamak için röntgen cihazının konunun dişlere ve plastik düzeneğe olan uzaklığı 10 cm olacak şekilde ayarlanarak, paralel teknikle aynı doz (65 kVp) aynı ışınlama süresi (7 mA) ile ışınıldı. Elde edilen görüntüler bilgisayar ortamına aktarılarak Adobe Photoshop 7.0.1 Programı (*Adobe Systems, San Jose, CA*) kullanılarak gri renk skalası yardımı ile opasite değerlendirilmesi yapıldı. Gri renk skalası kullanıcıya rasyonel değerlerin sağlanmasında 0-255 mmAl arasında sayısal veriler sağlamaktadır. İrrigasyon solüsyon gruplarına göre dişlerin koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden ve plastik düzenekteki yuvalardan beşer ölçüm yapıldı ve elde edilen veriler not edilerek karşılaştırılmaları yapıldı.

### **3.7. İrrigasyon Solüsyonları Varlığındaki Apeks Bulucuların Güvenirliliği ve İrrigasyon Solüsyonlarının Çalışma Boyu Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi:**

Örneklere, su soğutmalı sistem altında 10 numaralı elmas fissür frez ile (*SWS Rotary-SWS Dental, İzmir, Türkiye*) standart giriş kaviteleri açılmasının ardından, pulpa dokusu bir tirnerf (*Vereinigte Dentalwerke GmbH & Co. KG, München, Germany*) yardımıyla çıkartıldı. #20 K tipi kanal eğesi (*Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland*) ile dişlerin gerçek kanal boyları apikalden kanal aletinin X10 büyütme ile

gözlendikten sonra 0,5 mm kısa olacak şekilde not edildi. Ayrıca ölçümlerin güvenilirliğini kontrol amacıyla, oluşturulan gruplardaki dişlerden paralel teknik ile alınan periapikal radyografiler alınarak çalışma boyları not edildi.

% 5,25'lik sodyum hipoklorit (*Wizard, Rehber Chemistry, Istanbul, Turkey*), % 2'lik klorheksidin (*klorhex-drogsan, Ankara, Türkiye*), MTAD (*biopure- Dentsply, Washington, USA*) (Şekil 20), ozonlu su ve streptokinaz ile baryum sülfattan oluşan irrigasyon solüsyonu kullanıldı. Apeks bulcu cihazlar ile ölçümlere başlamadan önce dişler öncelikle iki ana gruba daha sonra her bir apeks bulucu cihaz için irrigasyon solüsyon türlerine göre beş alt gruba ayrıldı. Alt grupların her biri 12 dişten olacak şekilde rastgele olarak oluşturuldu. Solüsyonlar, alt gruplardaki dişlerin içerisine enjektör yardımı ile taşındı. Koronal bölgeden taşan fazla irrigasyon solüsyonları pamuk peletler yardımı ile uzaklaştırıldı ve pulpa odası içerisinde fazla miktarda solüsyon olmamasına özen gösterildi. Ardından periodontal ligamentin taklit edilebilmesi amacıyla dişler apikal 2/3'lük kısımları aljinat bloklar içerisine gömülerek test edilen her irrigasyon solüsyonu varlığında ölçümler yapıldı. Elektronik apeks bulucular ile yapılan tüm ölçümler aljinatın nemli kaldığından emin olmak için 2 saatlik süre içerisinde yapıldı.

Apeks bulucu cihazlar ile ölçüm yapılırken #20 K tipi kanal eğesi kullanılmış ve en fazla beş ölçüm için aynı alet kullanıldı. Bu irrigasyon solüsyonlarının varlığında yeni nesil apeks bulucuların, 0, 0,5 ve 1 mm'deki çalışma boyu belirleme güvenilirlikleri ölçüldü. (Şekil 8, 9, 10) Elde edilen veriler not edildi.



Şekil 8. Çalışmada kullanılan Propex II apeks bulucu cihaz.



Şekil 9. Çalışmada kullanılan Raypex 5 apeks bulucu cihaz.



Root ZX-mini

Şekil 10. Çalışmada kullanılan Root ZX-mini apeks bulucu cihaz.

### 3.8.Grupların Oluşturulması:

#### 3.8.1.İrrigasyon Solüsyonları Varlığındaki Apeks Bulucuların Çalışma Boyu Belirleme Grupları:

**Tablo 1:** Kullanılan irrigasyon solüsyonları ve apeks bulucu grupları.

<b>Grup</b>	<b>İrrigasyon solüsyonu</b>	<b>Apeks Bulucu</b>
<b>1</b>	%5'lik NaOCl	<b>Propex II</b>
<b>2</b>	%2'lik CHX	
<b>3</b>	MTAD	
<b>4</b>	Ozonlu Su	
<b>5</b>	SBT	
<b>6</b>	%5'lik NaOCl	<b>Raypex 5</b>
<b>7</b>	%2'lik CHX	
<b>8</b>	MTAD	
<b>9</b>	Ozonlu Su	
<b>10</b>	SBT	
<b>11</b>	%5'lik NaOCl	<b>Root ZX</b>
<b>12</b>	%2'lik CHX	
<b>13</b>	MTAD	
<b>14</b>	Ozonlu Su	
<b>15</b>	SBT	

### 3.8.2.İrrigasyon Solüsyonlarının Apikal Örtücülükteki Etkisinin İnceleneceği Gruplar:

**Tablo 2:** Kullanılan irrigasyon solüsyonları ve kanal dolgu patı grupları

<b>Grup</b>	<b>Her Eğe Kullanım sonrası</b>	<b>Son İrrigasyon</b>	<b>Kök Kanal Dolgusu</b>
<b>1</b>	1 ml %2,5'lik NaOCl	3 ml %5'lik NaOCl	AH Plus/Güta Perka
<b>2</b>	1 ml %2'lik CHX	3 ml %2'lik CHX	AH Plus/Güta Perka
<b>3</b>	1 ml %2,5'lik NaOCl	3 ml %1,3'lük NaOCl (1dk) + 5ml MTAD(5dk)	AH Plus/Güta Perka
<b>4</b>	1 ml %2,5'lik NaOCl	3 ml Ozonlu su	AH Plus/Güta Perka
<b>5</b>	1 ml %2,5'lik NaOCl	3 ml SBT solüsyonu	AH Plus/Güta Perka
<b>6</b>	1 ml %2,5'lik NaOCl	3 ml %5'lik NaOCl	Epiphany SE/Resilon
<b>7</b>	1 ml %2'lik CHX	3 ml %2'lik CHX	Epiphany SE/Resilon
<b>8</b>	1 ml %2,5'lik NaOCl	3 ml %1,3'lük NaOCl (1dk) + 5ml MTAD(5dk)	Epiphany SE/Resilon
<b>9</b>	1 ml %2,5'lik NaOCl	3 ml Ozonlu su	Epiphany SE/Resilon
<b>10</b>	1 ml %2,5'lik NaOCl	3 ml SBT solüsyonu	Epiphany SE/Resilon



### 3.9.Kök Kanallarının Genişletilmesi ve Doldurulması:

Çalışma boyutları tespit edilen örneklerin, kök kanallarının biyomekanik preparasyonu ProTaper (*Dentsply-Maillefer, Ballaigues, İsviçre*) NiTi döner eğe sistemi ile üretici firma önerileri doğrultusunda crown down tekniği ile S<sub>x</sub>, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> ve son apikal eğe F<sub>4</sub> olacak şekilde tamamlandı.

**1. Grup (NaOCl):** Genişletme ve şekillendirme boyunca kullanılan her eğe arasında kök kanalları 1ml % 2,5'lik NaOCl ile irrigate edildi. Preparasyon tamamlandıktan sonra son irrigasyon 5 dk 3ml % 5'lik NaOCl ile yapılmıştır. Daha sonra kök kanalları paper point (kâğıt kon) kullanılarak kurulandı.

**2. Grup (CHX):** Genişletme ve şekillendirme boyunca kullanılan her eğe arasında kök kanalları 1ml % 2'lik CHX ile irrigate edildi. Preparasyon tamamlandıktan sonra son irrigasyon 5 dk 3ml % 2'lik CHX ile yapılmıştır. Daha sonra kök kanalları paper point (kâğıt kon) kullanılarak kurulandı.

**3. Grup (MTAD):** Üretici firma önerileri doğrultusunda genişletme ve şekillendirme boyunca kullanılan her eğe arasında kök kanalları 1ml % 1,3'lük NaOCl ile irrigate edildi. Şekillendirme işlemi tamamlandıktan sonra son irrigasyon ajanı olarak 5 dk 5ml MTAD kullanılmıştır. Daha sonra kök kanalları paper point (kâğıt kon) kullanılarak kurulandı.

**4. Grup (Ozonlu Su):** Genişletme ve şekillendirme boyunca kullanılan her eğe arasında kök kanalları 1ml Ozonlu Su ile irrigate edildi. Preparasyon tamamlandıktan sonra son irrigasyon 5 dk 3ml Ozonlu Su ile yapıldı. Daha sonra kök kanalları paper point (kâğıt kon) kullanılarak kurulandı.

**5. Grup (Streptokinaz+baryumsülfat+Tween80'li Solüsyon):** Genişletme ve şekillendirme boyunca kullanılan her eğe arasında kök kanalları 1ml Streptokinaz+baryumsülfat+Tween80'li Solüsyon ile irrigate edildi. Preparasyon tamamlandıktan sonra son irrigasyon 5 dk Streptokinaz+baryumsülfat+Tween80 karışımı Solüsyon ile yapıldı. Daha sonra kök kanalları paper point (kâğıt kon) kullanılarak kurulandı.

Kurulama işlemi tamamlandıktan sonra, soğuk lateral kompaksiyon yöntemi ile kök kanal dolguları (AH plus kanal patı/gutta-perka ve Epiphany SE/Resilon)

kullanılarak tamamlandı. Kök kanal dolguları yapılan dişlerin giriş kavimleri kavim yardımı ile kapatıldı ve 2 hafta kadar nemli ortamda bekletildi.

### **3.10.İrrigasyon Solüsyonlarının Apikal Örtücülükteki Etkisi:**

Kök kanal dolguları yapılarak bir hafta kadar bekletilen dişlerin apikal uç mm'lik kısımları açık kalacak şekilde her tarafı tırnak cilası (oje) ile iki kat olacak şekilde boyandı. Boyama işlemleri bittikten sonra boyanın kuruması için 24 saat beklendi ve daha sonrasında %5'lik Rhodamine B çözeltisi hazırlanıp her bir santrifüj tüpüne bir diş gelecek şekilde dişler yerleştirildi. Dişlerin apikal kısımları yukarı gelecek şekilde ayarlandı ve tüplerin içerisine beş ml Rhodamine B çözeltisi eklendi. Tüpler içlerinde dişler ile birlikte yaklaşık 48 saat kadar bekletildikten sonra santrifüj cihazında 5000 devirde 10 dakika santrifüj yapıldı. Daha sonra örneklere bukkolingual yönde vertikal olarak kesitler yapılarak milimetrik kağıt üzerine konuldu. Sabit bir tripota yerleştirilen dijital fotoğraf makinası (*Canon Digital IXUS 75 7.1 megapixels, Uxbridge, Middlesex, United Kingdom*) ile tüm örnekler standart şartlarda fotoğraflandı. Elde edilen fotoğraflar bilgisayar ortamına eklenerek, oluşan sızıntı miktarları Adobe Photoshop 7.0.1 Programı (*Adobe Systems, San Jose, CA*) kullanılarak milimetrik olarak ölçümleri yapıldı.

### **3.11. Smear Tabakasının SEM'de İncelenmesi:**

Biyomekanik genişletme işlemi tamamlanan dişler (toplam=24), NaOCl, CHX, MTAD, Ozonlu su ve SBT irrigasyon solüsyon türlerine göre gruplara ayrıldı. Her grupta dört diş olacak şekilde ayarlandı. Pozitif kontrol grubu olarak EDTA ve negatif kontrol grubu olarak distile su kullanıldı ve bu gruptaki dişler ikişer tane olacak şekilde ayarlandı. Dişlerin kron ve kök kısımlarına bukkolingual olarak bir separe yardımı ile kök kanalı içerisine temas etmeyecek şekilde oluklar açıldı. Daha sonra bir spatul ile dişler sagittal olarak ikiye ayrılarak SEM'de inceleme işlemi yapılana kadar distile su içerisinde bekletildi. SEM inceleme işlemleri Gaziantep Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Araştırma Laboratuvarında yapıldı. Her grup için kök kanallarının orta bölgesinden x2500 büyütmede görüntü alındı. Alınan görüntüler smear tabakasının varlığı açısından değerlendirildi.

Değerlendirme işlemi Takeda ve arkadaşlarının (1998) belirlediği skorlama işlemine göre yapıldı. Bu skorlama;

**Skor 0:** Smear tabakası yok. Dentin tübülleri tamamen açık.

**Skor 1:** Azalmış smear tabakası var. Dentin tübüllerinin ana hatları görünür düzeyde.

**Skor 2:** Yüzeylerde ince bir smear tabakası var. Dentin tübüllerinin ana hatları görünmüyor.

**Skor 3:** Yoğun smear tabakası var. Dentin tübüllerinin sınırları hiç görünmüyor.

Elde edilen veriler not edildi.

### **3.12.Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizleri:**

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümünde yapıldı.

İrrigasyon solüsyonlarının pH değerlerinin istatistiksel analizinde; solüsyonların birbirlerine göre farklılıklarının belirlenmesi için Tamhane testi kullanıldı.

İrrigasyon solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliğinin istatistiksel analizinde; çok yönlü karşılaştırma olan Tukey testi kullanıldı.

İrrigasyon solüsyonlarının radyoopasitelerinin karşılaştırılmasında istatistiksel analiz olarak Tukey – Kramer çok yönlü karşılaştırmalı testi kullanıldı.

Yeni nesil apeks bulucuların farklı irrigasyon solüsyonları varlığında çalışma boyu tespit etme güvenilirliklerinin istatistiksel analizinde; karşılaştırılmalı bir metot olan McNemar testi kullanıldı. Bu analiz testinde, aynı solüsyonlarda farklı apeks bulucular ve farklı solüsyonlarda aynı apeks bulucuların çalışma boyu tespit etme güvenilirlikleri karşılaştırıldı. Verilerin normal dağılış gösterip göstermediği incelendi. Kolmogorov-Smirnov testine göre verilerin normal dağılış göstermediği gözlemlendi. Bu yüzden de karşılaştırmalar Kruskal-Wallis testine göre yapıldı.

İrrigasyon solüsyonlarının apikal örtücülükteki etkilerinin istatistiksel analizinde; öncelikle irrigasyon solüsyonlarına göre verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelendi. Kolmogorov-Smirnov testine göre, verilerin normal dağılım gösterdiği belirlendi. Verileri normal dağılım gösterdiğinden parametrik testler kullanıldı. Grup sayısı üç ve üzerinde olduğundan varyans analizi kullanıldı (ANOVA). Sonrasında kullanılan patların birbirleri ile kıyaslanmasında ise veriler normal dağılım gösterdiğinden bağımsız örnek t-testi (independent samples t-test) kullanıldı.

## 4. BULGULAR

### 4.1.Yüzey Gerilim Değerleri:

İrrigasyonların yüzey gerilim değerleri Tablo 3'te belirtildi. Yeni oluşturulan irrigasyon solüsyonu SBT karışımının yüzey gerilimi  $48,55 \text{ mJ/m}^2$  bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, kullanılan irrigasyon solüsyonlarından yüzey gerilimi en yüksek NaOCl ( $84,93 \text{ mJ/m}^2$ ) bulunurken, en düşük MTAD ( $48,53 \text{ mJ/m}^2$ ) bulundu. Ozonlu su ile distile suyun yüzey gerilimlerinin birbirine eşit olduğu gözlemlendi.

**Tablo 3:** İrrigasyon solüsyonlarının yüzey gerilim ortalama değerleri

İrrigasyon Solüsyonları	Ortalama Değerleri ( $\text{mJ/m}^2$ )
Distile Su	72,80
CHX	60,66
NaOCl	84,93
Ozonlu Su	72,80
MTAD	48,53
SBT	48,55

### 4.2.İrrigasyon solüsyonlarının pH değerleri:

İrrigasyon solüsyonlarının ortalama pH değerleri ve standart sapmaları Tablo 4'te gösterildi. Yeni oluşturulan irrigasyon solüsyonu SBT karışımının pH değeri 7,48 olarak bulundu. Bu sonuçlara göre en düşük pH değerine MTAD ( $2,26 \pm 0,36$ ) irrigasyon solüsyonu sahipken, en yüksek pH değerine NaOCl ( $11,62 \pm 0,57$ ) irrigasyon solüsyonu sahip olduğu belirlendi.

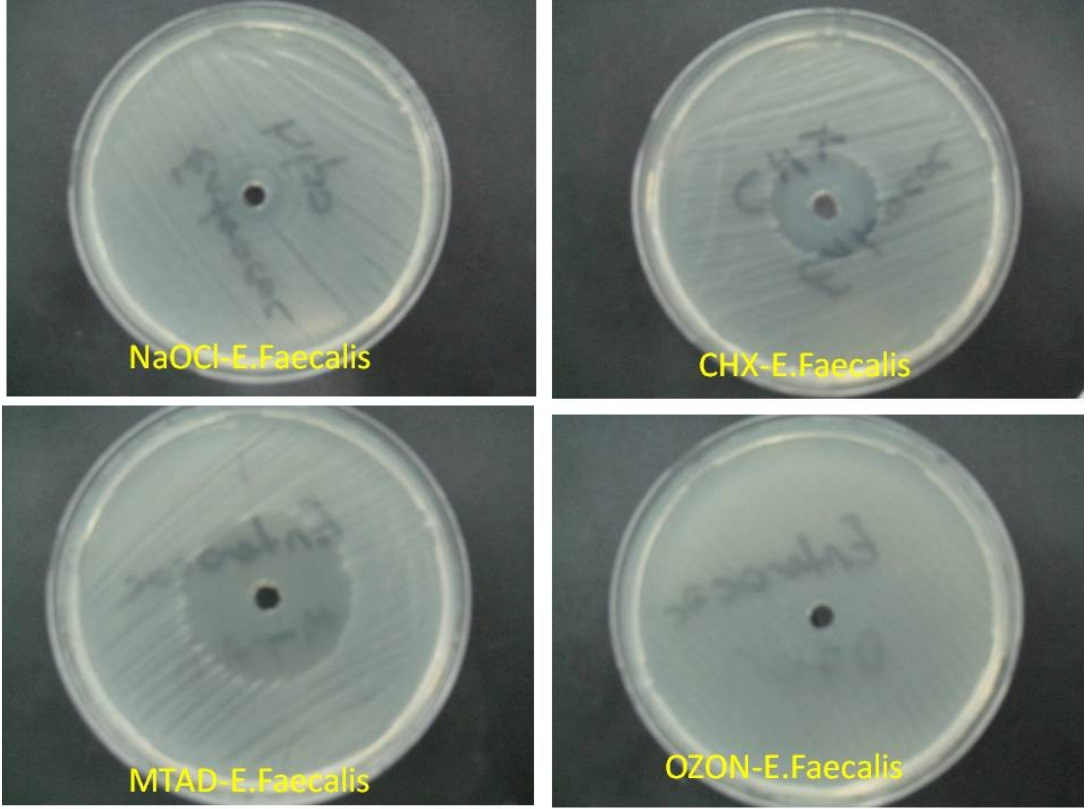
**Tablo 4:** Araştırmamızda kullanılan solüsyonların Ortalama pH değerleri

	<b>Ortalama pH değerleri ± SD</b>
<b>NaOCl</b>	11,62±0,57 <sup>a</sup>
<b>CHX</b>	6,19±1,14 <sup>b,d</sup>
<b>MTAD</b>	2,26±0,36 <sup>c</sup>
<b>Ozonlu su</b>	5,81±0,26 <sup>b</sup>
<b>SBT</b>	7,48±0,23 <sup>d</sup>

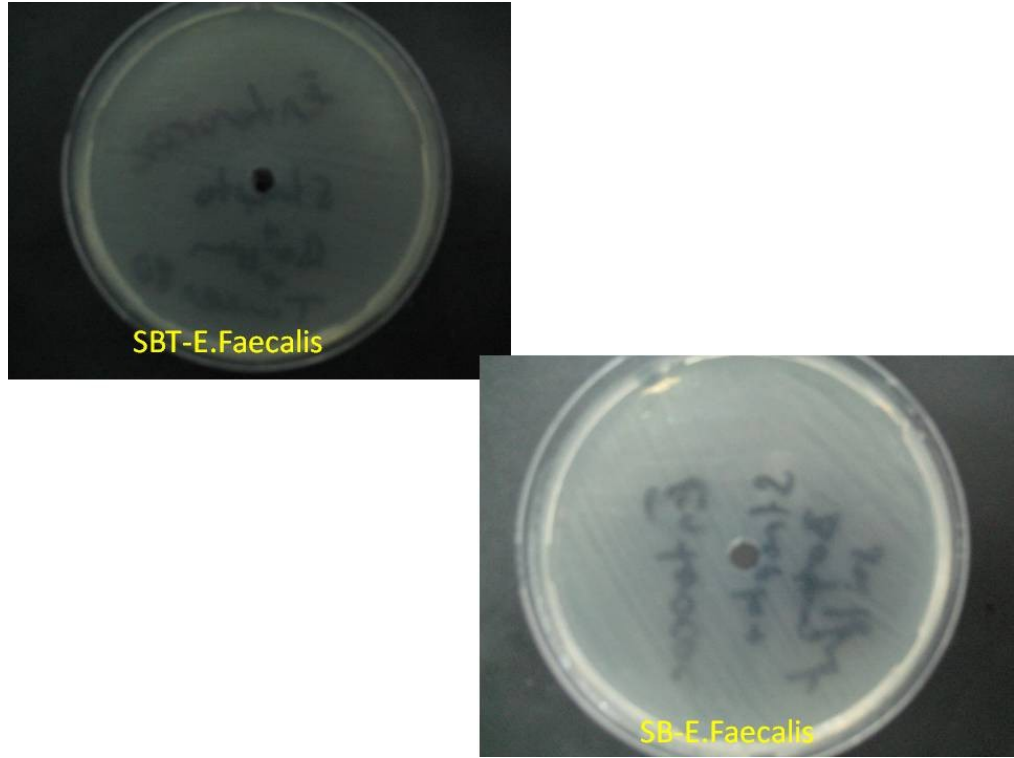
\* Farklı karakterler arasında 0,05 önem seviyesinde farklılık bulunmaktadır. ( $p<0,05$ )

#### **4.3. Antimikrobiyal etkinlik:**

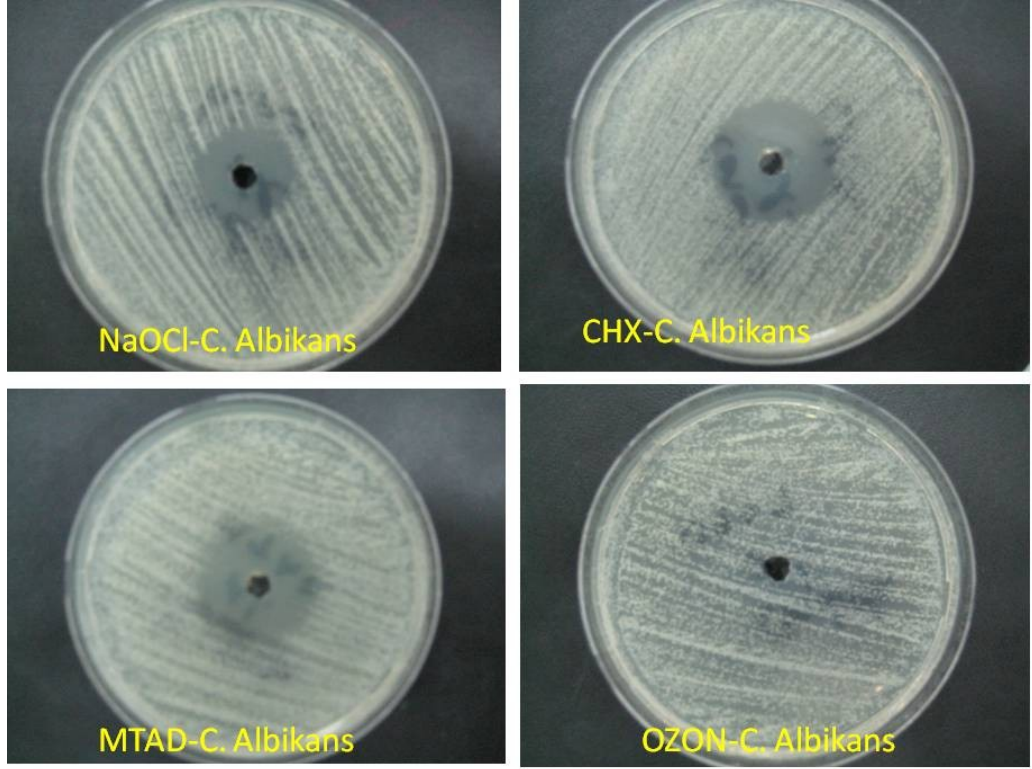
Kullanılan irrigasyon solüsyonlarının *C. albicans* ve *E. faecalis* üzerindeki etkilerinin istatistiksel verileri Tablo 5'te gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kullanılan mikroorganizmaların istatistiksel olarak herhangi bir öneminin olmadığı ancak kullanılan irrigasyonun istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edildi. *C. albicans* üzerine en etkili solüsyonun % 2 CHX, *E. faecalis* üzerine ise en etkili solüsyonun MTAD olduğu tespit edildi. Bununla birlikte CHX ile MTAD arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen bu solüsyonların diğer solüsyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı üstünlük gösterdiği gözlemlendi ( $p<0,05$ ). Yeni geliştirilen irrigasyon solüsyonu olan SBT ve ozonlu suyun kullanılan mikroorganizmalar üzerinde herhangi bir antimikrobiyal etkisinin olmadığı saptandı (Şekil 11, 12, 13, 14).



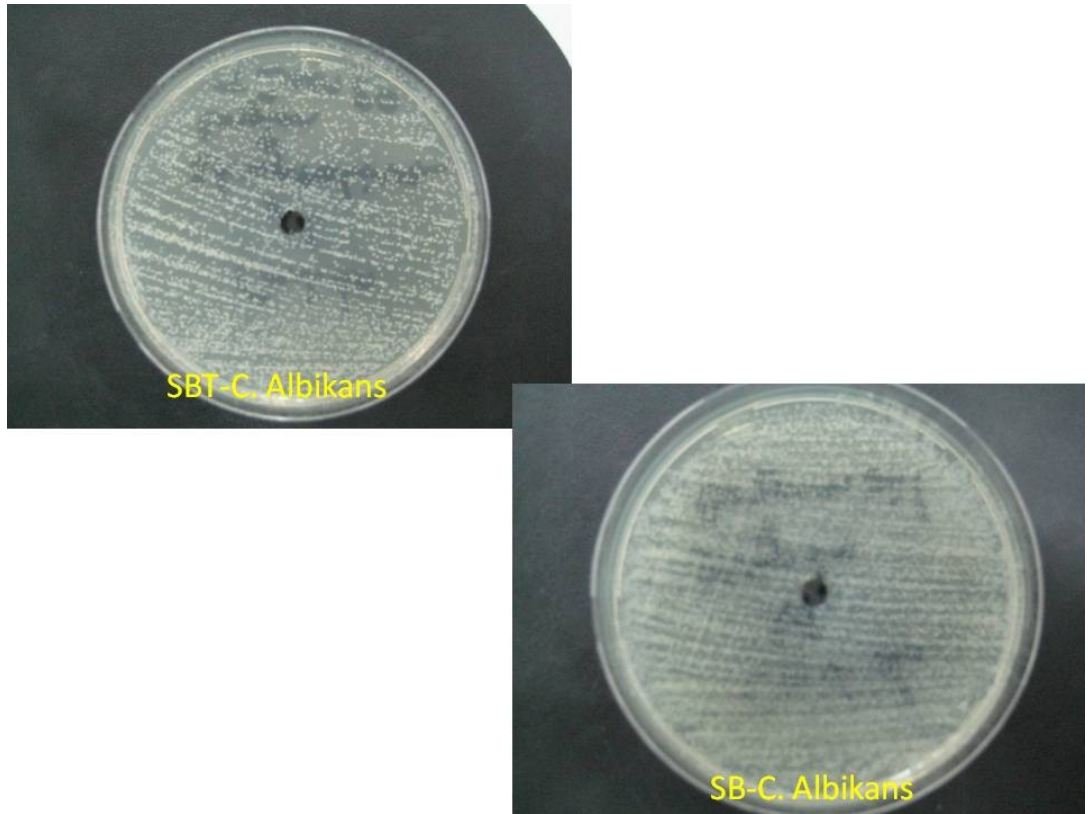
Şekil 11. İrrigasyon solüsyonlarının *E. faecalis* üzerindeki etkinliği (Diffüzyon zonları)



Şekil 12. SBT ve Streptokinaz+Baryum sulfat (SB) karışımlarının *E. faecalis* üzerindeki etkinliği



Şekil 13. İrrigasyon solüsyonlarının *C. albicans* üzerindeki etkinliği (Diffüzyon zonları)



Şekil 14. SBT ve Streptokinaz+Baryumsulfat (SB) karışımlarının *C. albicans* üzerindeki etkinliği



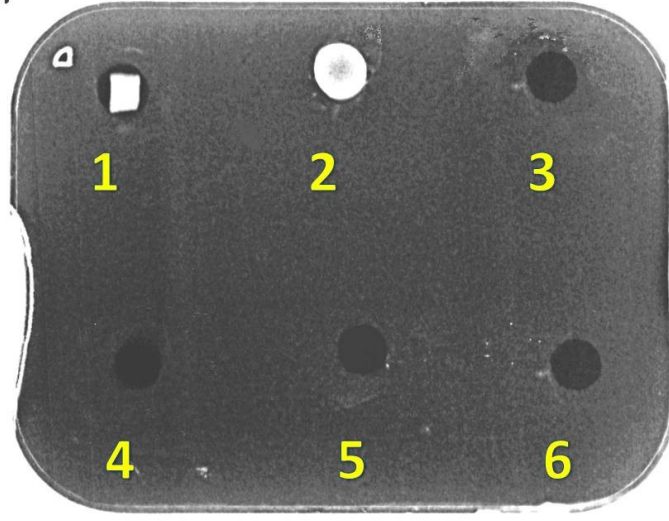
**Tablo 5:** Test edilen irrigasyon solüsyonlarının *C. albicans* ve *E. faecalis*'e karşı oluşturduğu inhibisyon zon değeri (mm)

İrrigasyon Solüsyonları	Ortalama ± Standart Sapmaları (mm)	
	<i>C. albicans</i>	<i>E. faecalis</i>
<b>NaOCl</b>	23,56±0,65 <sup>a</sup>	16,73±1,15 <sup>A</sup>
<b>CHX</b>	27,33±0,90 <sup>b</sup>	27,46±0,85 <sup>B</sup>
<b>MTAD</b>	26,76±1,15 <sup>b</sup>	38,06±0,83 <sup>B</sup>
<b>OZON</b>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>C</sup>
<b>SBT</b>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>C</sup>

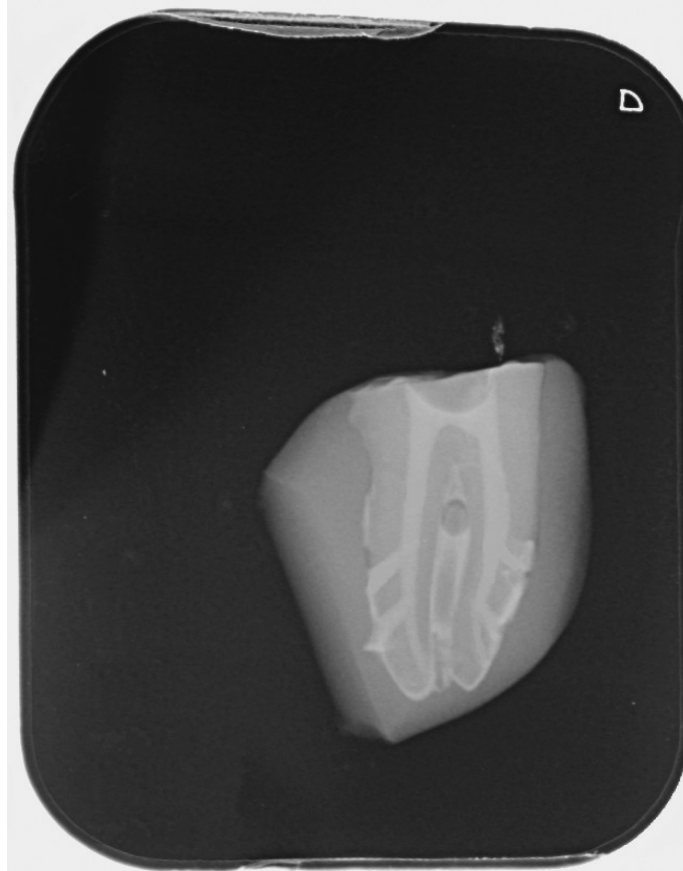
\* Farklı karakterler arasında 0,05 önem seviyesinde farklılık vardır. ( $p<0,05$ )

#### 4.4.İrrigasyon solüsyonlarının radyoopasitesinin değerlendirilmesi:

Kullanılan irrigasyon solüsyonlarının ve dentin parçasının radyoopasitesi ile ilgili ortalama değerler Tablo 6'da gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kök kanallarındaki ve plastik düzenekteki irrigasyon solüsyonlarında en yüksek radyoopasite değeri SBT (171,87±1,24 mmAl)'nin olduğu, en düşük değer ise Ozonlu suyun (69,66±2,82 mmAl) olduğu bulunmuştur. SBT'nin radyoopasite değeri, diğer irrigasyon solüsyonlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılık arz ederken ( $p<0,05$ ), diğer irrigasyon solüsyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. ( $p>0,05$ ). Ayrıca plastik düzeneğe yerleştirilen kök dentinin ortalama radyoopasite değeri 166,39±1,46 mmAl bulunmuştur (Şekil 15, 16). İstatistiksel olarak dentinin radyoopasitesi SBT'ninkinden farklı olmadığı gözlenmiştir. ( $p>0,05$ )



**Şekil 15.** 1-Dentin, 2-SBT, 3-Ozonlu su, 4-CHX, 5-MTAD, 6-NaOCl



**Şekil 16.** SBT irrigasyon solüsyonunun kök kanal sistemindeki görüntüsü.

**Tablo 6:** İrrigasyon solüsyonlarının radyoopasite değerleri (mmAl)

İrrigasyon Solüsyonları	Radyoopasite Ortalama Değerler ± Standart Sapma		P değeri
	Kök Kanallarında	Plastik Düzenekteki	
NaOCI	73,13 ± 3,10 <sup>a</sup>	5,80±1,28 <sup>A</sup>	<0,05
CHX	77,73 ± 2,99 <sup>a</sup>	5,40±1,14 <sup>A</sup>	
MTAD	78,26 ± 3,17 <sup>a</sup>	5,20±1,31 <sup>A</sup>	
Ozonlu su	69,66 ± 2,82 <sup>a</sup>	4,80±0,83 <sup>A</sup>	
SBT	171,87 ± 1,24 <sup>b</sup>	163,46±1,30 <sup>B</sup>	
<i>DENTİN</i>	--	166,39±1,46 <sup>B</sup>	

\*Farklı karakterler arasında istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde farklılık vardır. ( $p<0,05$ )

#### 4.5. Yeni nesil apeks bulucuların farklı irrigasyon solüsyonları varlığında çalışma boyutu tespit etme güvenilirlikleri:

Elde edilen verilerde apeks bulucuların çalışma boyu tespit etme güvenilirliklerinde 0,0 ve +0,5 mm'deki yapılan ölçümler doğru olarak kabul edildi. Bu doğrultuda kullanılan yeni nesil apeks buluculardan Root ZX-mini, Propex II ve Raypex 5 için doğruluk oranları sırası ile % 90,5, %89,4 ve %82,6 olarak saptandı. Test edilen irrigasyon solüsyonlarının yeni nesil apeks bulucuların çalışma boyu tespit etme güvenilirlikleri üzerine istatistiksel olarak herhangi bir etkisinin olmadığı ( $p>0,05$ ) ancak CHX varlığında yapılan ölçümlerin diğer irrigasyon solüsyonlarına göre daha güvenilir olduğu belirlendi. Bununla birlikte Root ZX-mini ve Propex II apeks bulucuların çalışma boyu tespit etme güvenilirlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmamasına rağmen ( $p>0,05$ ), Raypex 5 apeks bulucudan istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklı olduğu gözlemlendi ( $p<0,05$ ).

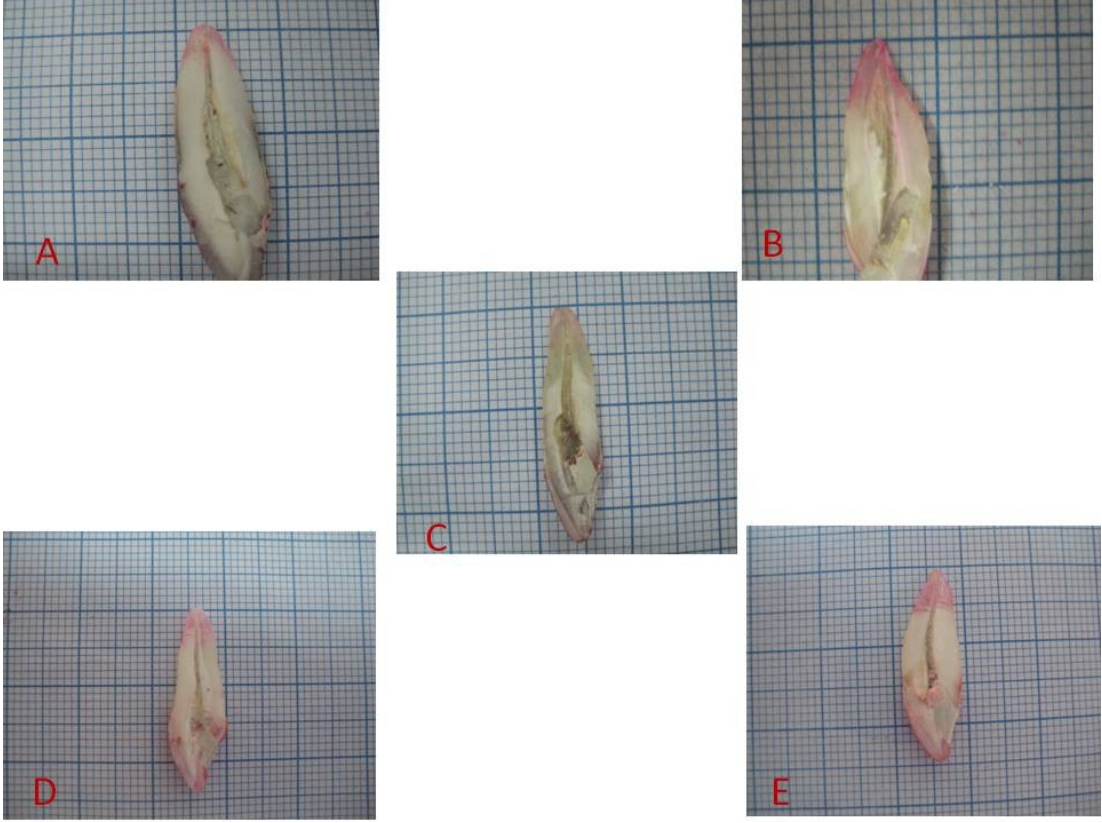
#### 4.6. Apikal Sızıntı Değerleri:

Kullanılan irrigasyon solüsyonları ve kök kanal patlarına göre oluşan apikal sızıntı değerlerinin ortalaması ve standart sapmaları Tablo 7'de gösterildi. AH Plus/Gütaperka'ya göre kullanılan irrigasyon solüsyonlarının apikal örtücülükteki etkileri kıyaslandığında, en iyi apikal sızdırmazlık MTAD ( $2,26\pm 0,57$  mm) irrigasyon solüsyonu ile elde edilirken, en fazla apikal sızıntının Ozonlu su ( $3,65\pm 0,58$  mm) ile yapılan irrigasyon işleminden sonra olduğu tespit edildi. MTAD ve SBT irrigasyon solüsyonunun kullanımı ile elde edilen apikal sızdırmazlıkta istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı ( $p>0,05$ ). Ayrıca SBT, CHX ve NaOCl arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ( $p>0,05$ ). Bu solüsyonlardan CHX ve NaOCl irrigasyon solüsyonlarının Ozonlu su ile apikal sızdırmazlık açısından istatistiksel olarak bir farklılığının olmadığı gözlemlendi ( $p>0,05$ ).

Epiphany SE/Resilon'a göre kullanılan irrigasyon solüsyonlarının apikal örtücülükteki etkileri kıyaslandığında en etkin solüsyonun MTAD ( $1,75\pm 0,31$  mm) olduğu ve istatistiksel olarak diğerlerinden anlamlı bir şekilde farklılık arz ettiği gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). NaOCl, CHX, Ozonlu su ve SBT irrigasyon solüsyonların apikal örtücülükteki etkilerinin, istatistiksel olarak birbirlerine üstün olmadığı tespit edildi ( $p>0,05$ ).

Bununla birlikte SBT irrigasyon solüsyonu kullanımından sonra Ah Plus/Gütaperka ile yapılan kök kanal dolgu sisteminin ortalama sızıntı değeri  $2,83\pm 0,96$  mm olarak, Epiphany SE/Resilon ile yapılan kök kanal dolgu sisteminin ortalama sızıntı değeri ise  $2,64\pm 1,08$  mm olarak bulundu.

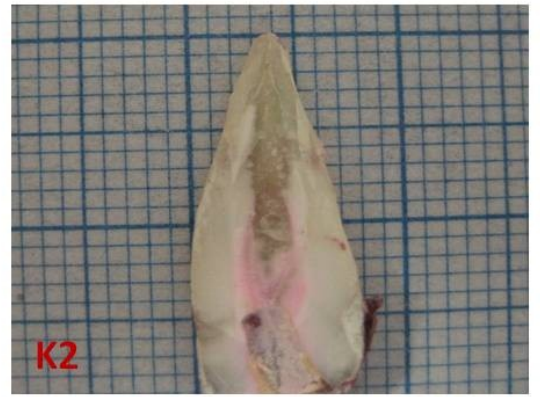
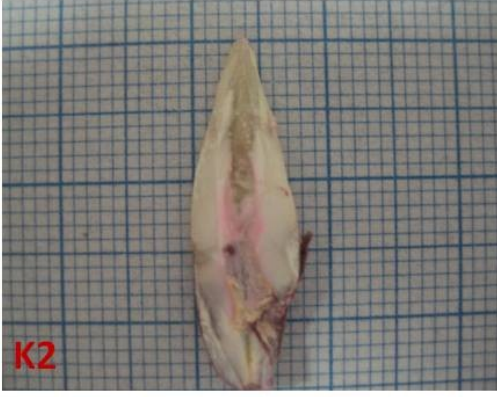
Ah Plus/Guttaperka ve Epiphany SE/Resilon kanal dolgularının sızdırmazlığının karşılaştırılmasında NaOCl, CHX, Ozonlu su ve SBT irrigasyon solüsyonları ile yapılan irrigasyon işleminden sonra istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı ( $p>0,05$ ). Ancak MTAD kullanılımasından sonra Epiphany SE/Resilon core kullanılmasının, AH Plus/Gütaperka kullanılmasına kıyasla apikal sızdırmazlık açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edildi ( $p<0,05$ ). (Şekil 17-18-19)



**Şekil 17.** İrrigasyon solüsyonlarına göre; AH Plus/Gütaperka kanal dolgularında görülen apikal sızıntı düzeyleri (A: NaOCl, B: CHX, C: MTAD, D: OZON, E: SBT)



**Şekil 18.** İrrigasyon solüsyonlarına göre; Epiphany SE/Resilon kanal dolgularında görülen apikal sızıntı düzeyleri (A: NaOCl, B: CHX, C: MTAD, D: OZON, E: SBT)



**Şekil 19.** Kontrol gruplarındaki apikal sızıntı düzeyleri (**K1:** Negatif kontrol grubu, **K2:** Pozitif kontrol grubu)

**Tablo 7:** İrrigasyon solüsyonlarının apikal örtücülükteki etkisi

İrrigasyon Solüsyonları	Ortalama Değerler ve Standart Sapmaları (mm)		<i>p</i> değeri	<i>F</i> değeri
	AH Plus+Gütaperka	Epiphany+Resilon Core		
NaOCl	3,12±0,46 <sup>a</sup>	2,99±0,47 <sup>a</sup>	>0,05	7,23
CHX	3,45±0,81 <sup>a</sup>	3,04±0,85 <sup>a</sup>	>0,05	
MTAD	2,26±0,57 <sup>b</sup>	1,75±0,31 <sup>b</sup>	<0,05	
Ozonlu su	3,65±0,58 <sup>a</sup>	3,11±0,31 <sup>a</sup>	>0,05	
SBT	2,83±0,96 <sup>a, b</sup>	2,64±1,08 <sup>a</sup>	>0,05	

\*Farklı karakterler arasında 0,05 önem seviyesinde farklılık vardır. ( $p<0,05$ )

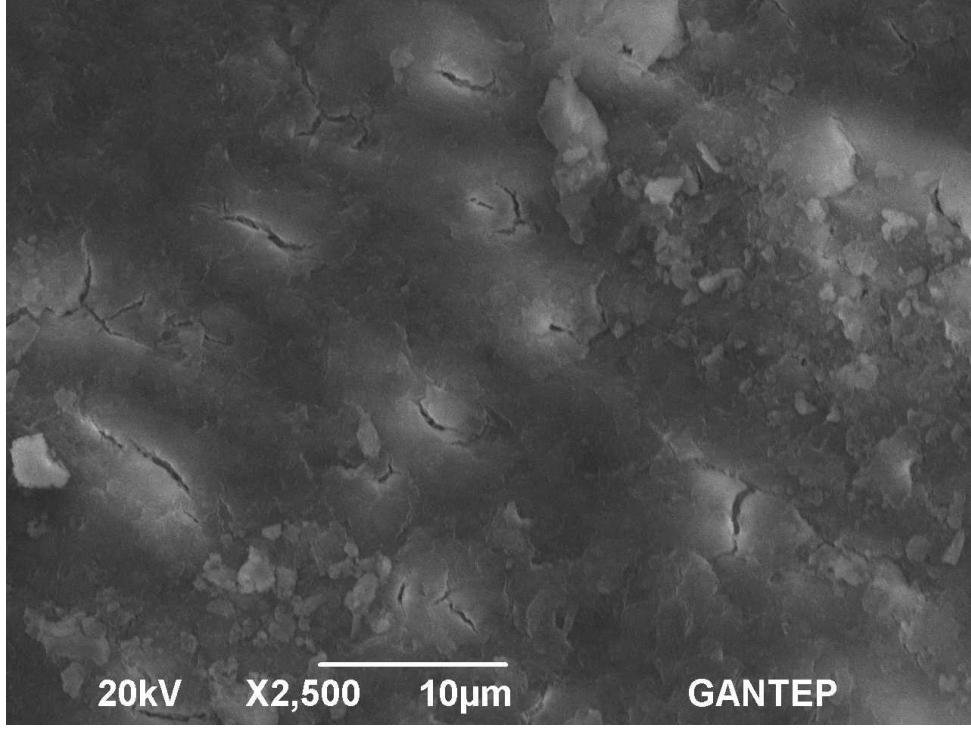


#### 4.7. SEM inceleme bulguları:

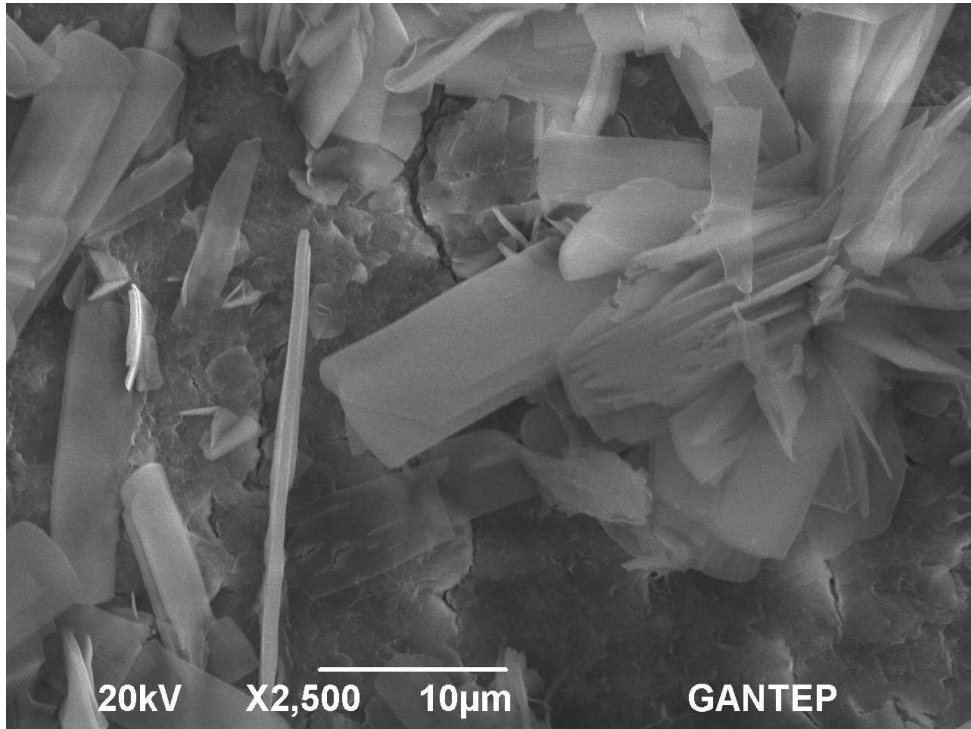
Smear tabakasının irrigasyon solüsyonlarına göre uzaklaştırılma etkinlikleri Tablo 8’de gösterildi. Pozitif kontrol grubunda EDTA ile yapılan irrigasyon işleminden sonra smear tabakasının tamamen uzaklaştırıldığı gözlenirken, negatif kontrol grubunda distile su ile yapılan irrigasyon işleminden sonra kök dentini yüzeyinde yoğun bir smear tabakası gözlemlendi. Smear tabakasının kaldırılıp kaldırılmadığına bakılan SEM inceleme bulgularına göre smear tabakasını en etkin bir şekilde kaldıran irrigasyon solüsyonunun MTAD (Skor 0) olduğu diğer irrigasyon solüsyonlarının ise bu tabakayı kaldırmadığı gözlemlendi. Bununla birlikte yeni geliştirilen irrigasyon solüsyonu olan SBT koronal üçlüde (Skor 2) çok az da olsa smear tabakasını uzaklaştırmasına rağmen, orta ve apikal üçlüde bu tabakayı uzaklaştırmada yetersiz kaldığı gözlemlendi.

**Tablo 8:** Irrigasyon solüsyonlarının Smear tabakasını kaldırma etkinlikleri

<b>İrrigasyon solüsyonları</b>	<b>Smear Skorları</b>
<b>%2,5 NaOCl</b>	3
<b>%2 CHX</b>	3
<b>%1,3 NaOCl + MTAD</b>	0
<b>Ozonlu Su</b>	3
<b>SBT</b>	2
<b>EDTA (Pozitif Kontrol)</b>	0
<b>Distile su (Negatif Kontrol)</b>	3

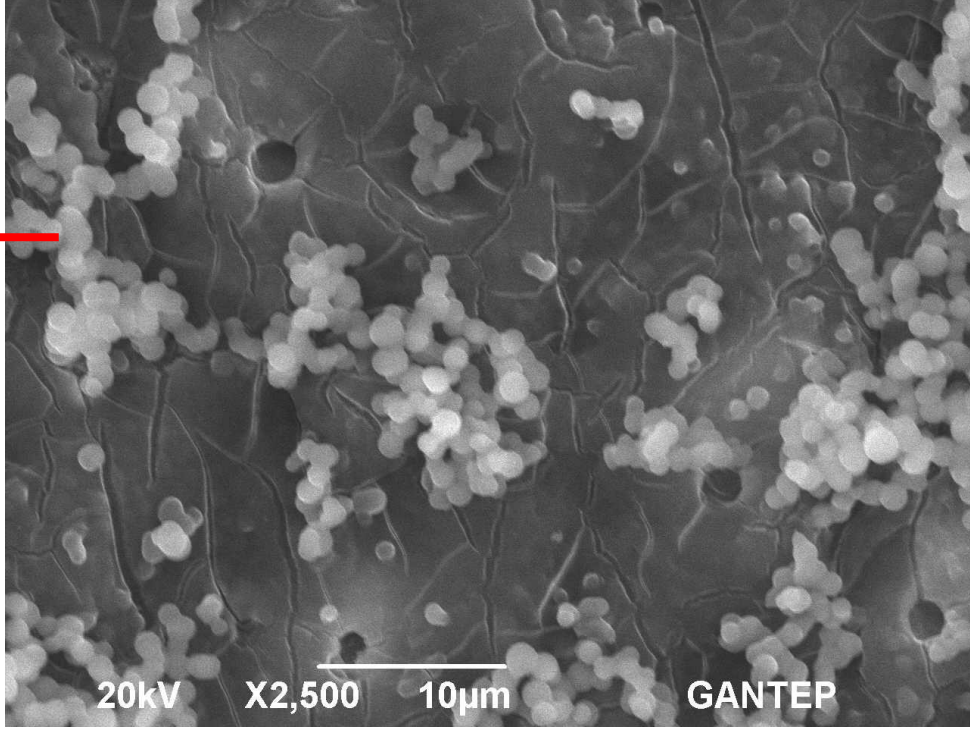


**Şekil 20.** NaOCl ile irrigate edilmiş kök kanal dentininin koronal üçte birlik bölgesinde yer alan yoğun smear tabakası (Skor 3) (x 2500 orijinal büyütme)

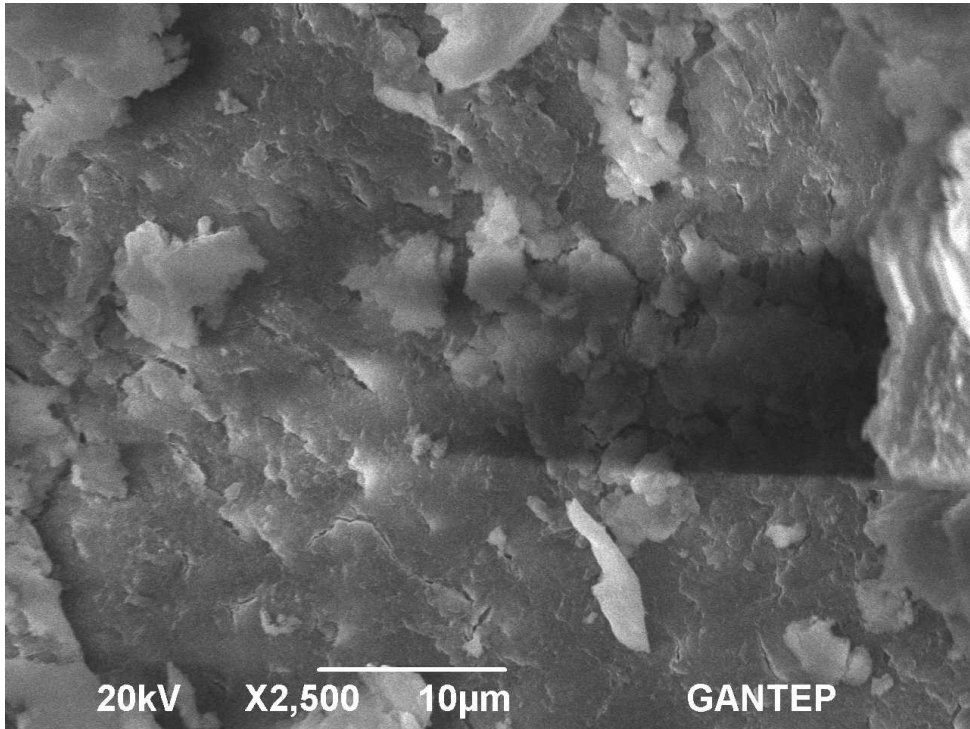


**Şekil 21.** CHX ile irrigate edilmiş kök kanal dentininin koronal üçte birlik bölgesinde yer alan yoğun smear tabakası (Skor 3) (x 2500 orijinal büyütme)

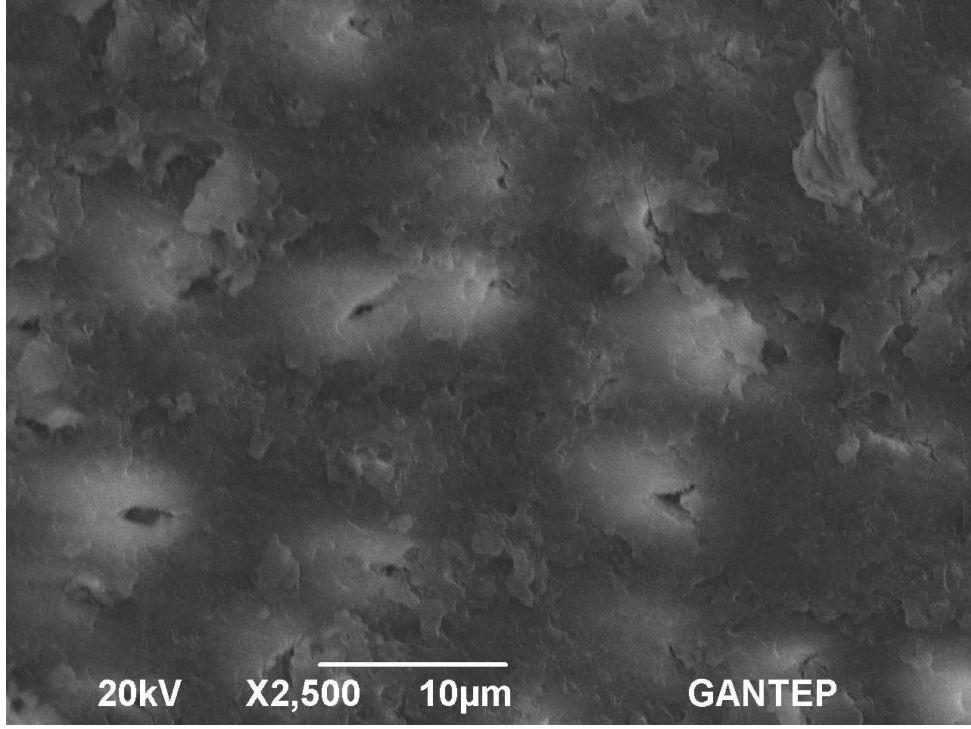
Doksisiklin  
kalıntıları



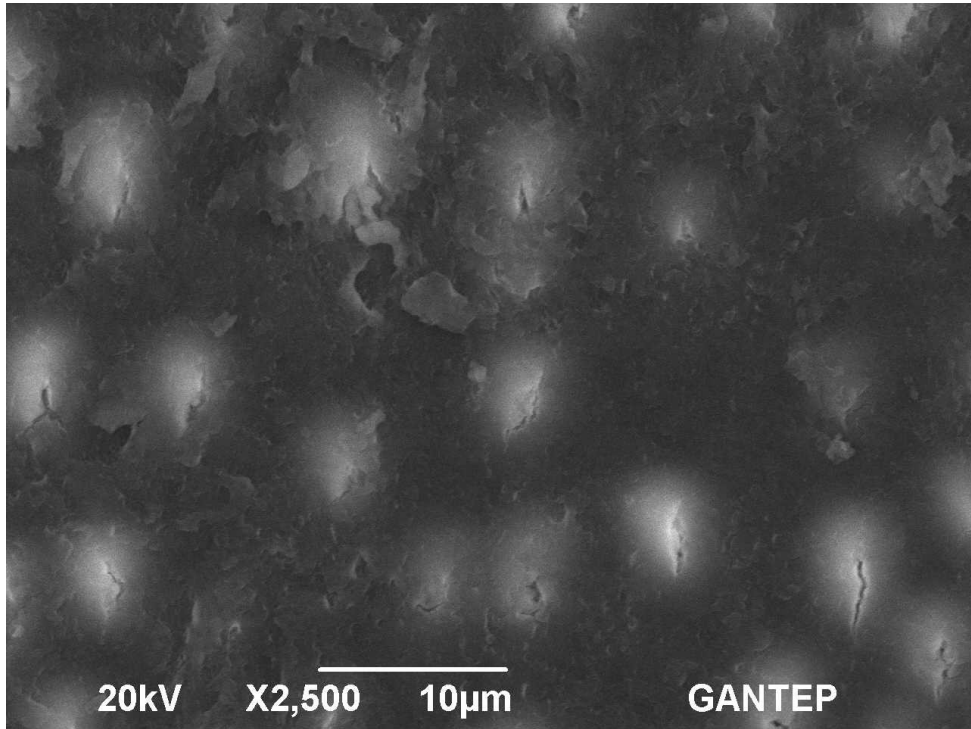
**Şekil 22.** MTAD ile irrigé edilmiş kök kanal dentininin koronal üçte birlik bölgesinde tamamen uzaklaştırılan smear tabakası (Skor 0) (x 2500 orijinal büyütme)



**Şekil 23.** Ozonlu su ile irrigé edilmiş kök kanal dentininin koronal üçte birlik bölgesinde yer alan yoğun smear tabakası (Skor 3) (x 2500 orijinal büyütme)

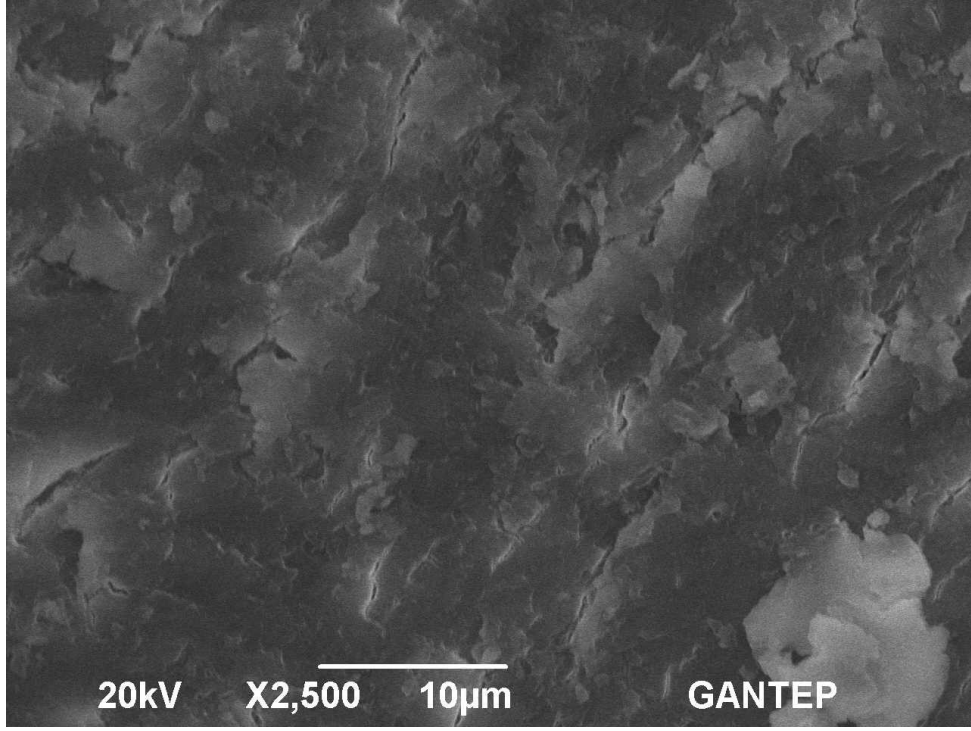


**Şekil 24.** SBT ile irrigе edilmiş kök kanal dentininin koronal üçte birlik bölgesinde yer alan smear tabakası (Skor 2) (x 2500 orijinal büyütme)

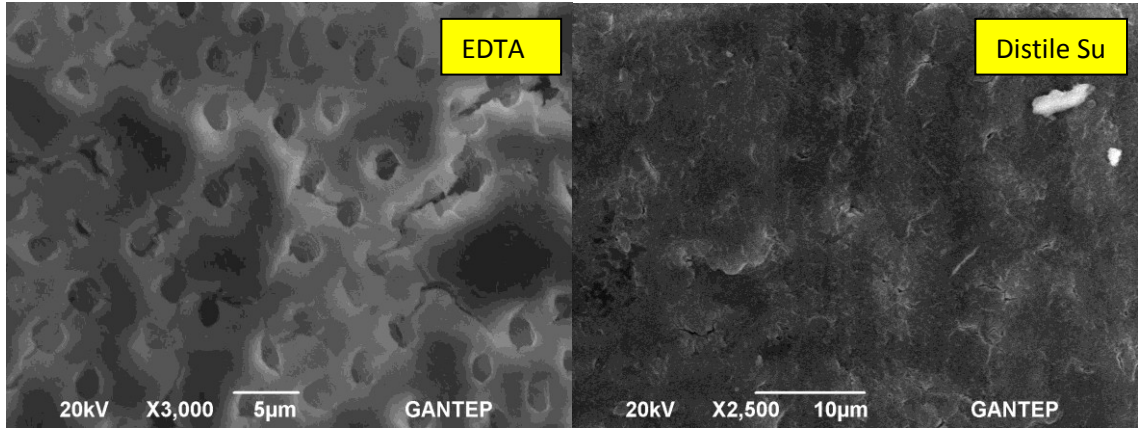


**Şekil 25.** SBT ile irrigе edilmiş kök kanal dentininin orta üçte birlik bölgesinde yer alan yoğun smear tabakası (Skor 3) (x 2500 orijinal büyütme)





**Şekil 26.** SBT ile irrig edilmiş kök kanal dentininin apikal üçte birlik bölgesinde yer alan yoğun smear tabakası (Skor 3) (x 2500 orijinal büyütme)



**Şekil 27.** Pozitif kontrol grubu (EDTA) smear tabakası yok (Skor 0) ve negatif kontrol grubu (distile su) yoğun smear tabakası (Skor 3)

## **5. TARTIŞMA:**

Endodontik tedavinin başarılı olmasında, bütün pulpa dokusunun, enfekte ve nekrotik dokuların ve mikroorganizmaların kök kanal sisteminden uzaklaştırılmasının önemi oldukça fazladır (Siqueira, 2008; Cohen ve Hargreaver, 2011). Bu nedenle, mekanik preparasyonun yanısıra etkili ve toksik olmayan irrigasyon solüsyonlarının kullanılması ile mekanik preparasyonla ulaşılamayan yan kanalların dezenfeksiyonunda ve bu kanallarda bulunan mikroorganizmaların, enfekte dokuların eliminasyonu sağlanmaktadır. Dolayısıyla tüm kök kanal sistemine irrigasyon solüsyonlarının penetre olması istenmektedir. İrrigasyon solüsyonlarının yüzey gerilimi azaldıkça penetrasyon kabiliyetleri artmaktadır (Taşman ve ark., 2000; Alaçam, 2012).

Kök kanal sisteminde yapılan etkili bir biyomekanik preparasyondan sonra sızdırmaz ve hermetik bir kök kanal dolgusunun apikal daralımda yapılması endodontik tedavinin kalitesini arttırmaktadır. Dolayısı ile çalışma boyutunun doğru olarak belirlenmesiyle, kanal preparasyonunun, irrigasyonun ve obturasyonun ideal boyutlarda yapılmasını sağlayarak endodontik tedavinin başarı şansını arttırabilmektedir (Sjögren, 1990; Ricucci, 1998). İdeal çalışma boyutunun ilerisinde yapılan ölçüm, taşkın preparasyona, taşkın irrigasyona ve taşkın kök kanal dolgusuna neden olmaktadır. Bu da post operatif ağrıya ve periradiküler bölge iyileşmesinin gecikmesine yada iyileşme olmamasına neden olmaktadır (Alaçam, 2012). Ricucci ve Langeland (1998) histolojik olarak inceleme yaptıkları çalışmalarında, apikal daralımda sonlanan biyomekanik preparasyon ve obturasyonun, apikal daralımın ilerisinde ya da gerisinde yapılan endodontik tedavilerden daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

### **5.1. Yüzey Gerilimi:**

Kök kanal tedavisi sırasında kullanılan aletlerin kök kanal sistemindeki birçok alana temas etmediği ve debrisi yeterince uzaklaştıramadığı bildirilmiştir (Shabahang ve ark., 2003). Bu yüzden kök kanal tedavisini tamamlayıcı bir aşaması olan irrigasyon işleminde kullanılan irrigasyon solüsyonlarının dentin duvarlarına ve debrise temas etmesi gerekmektedir (Pecora ve ark., 1991). Bu temasın sağlanması irrigasyon solüsyonlarının dentini ıslatabilme kabiliyetine ve bu solüsyonların yüzey gerilimi ile ilişkilidir (Pecora ve ark., 1991). Yüzey gerilimi, solüsyonların yüzey alanlarını

azaltmak için oluşturduğu yatkinlığın moleküller arasındaki kuvvet olarak tanımlanmıştır (Taşman ve ark., 2000). Bu kuvvet solüsyonların kapiller tüp içerisine penetrasyonun sınırlandırmaya yöneliktir. Bu nedenle, endodontik tedavide kullanılan irrigasyon solüsyonlarının yüzey gerilimlerinin düşük olması istenmektedir. Böylelikle irrigasyon solüsyonlarının ıslatabilme kabiliyetlerin artması ile kök kanal sistemindeki hem ana kanal ve yan kanalları hem de dentin tübüllerinin içerisine penetrasyon derecesini arttırmaktadır (Cameron, 1986). İrrigasyon solüsyonlarının ıslatabilme kabiliyetlerin artmasıyla, daha etkili yıkama ve protein çözme kabiliyetinin daha etkin olması sağlanmaktadır (Cameron, 1986).

Giardino ve arkadaşları (2006) yüksek yüzey geriliminin, NaOCl'nin dentine penetrasyonunu azaltmasından dolayı antimikrobiyal etkinliğinin de azaldığını rapor etmişlerdir. Haapasalo ve Orstavik (1987) *E. faecalis* 3 hafta inkübasyon süresinden sonra kök kanal sistemindeki dentin tübüllerinin 800-1000µm derinliğine kadar ilerleyebilmesine rağmen, Zou ve arkadaşları (2010) NaOCl'nin 45<sup>0</sup>C'de 20 dakika kanallarda bekletilmesi ile dentin tübüllerinde en fazla 300 µm derinliğe penetre olabildiğini bildirmişlerdir.

Güncel irrigasyon solüsyonları içerisindeki güçlü deterjanların bulunmasından dolayı yüzey gerilimleri düşük olmakta ve böylece çok daha etkili antimikrobiyal etkilerinin olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Shabahang ve Torabinejad, 2003; Torabinejad ve ark., 2003; Neglia ve ark., 2008).

Birçok çalışmada irrigasyon solüsyonlarının yüzey gerilimlerinin düşük olmasının endodontik tedavinin başarısında oldukça önemli olduğunu ve bu solüsyonlarla yapılan irrigasyon işlemi sonrasında kök kanal sisteminde artık materyallerin ve debrisin tamamına yakın kısmının uzaklaştırıldığı gösterilmiştir (Abou-Rass ve Patonai, 1982; Yang ve ark., 1996; Taşman ve ark., 2000) Yüzey gerilimi sıcaklıkla ve sürfaktan (yüzey gerilimi düşürücü ajan) olarak bilinen kimyasalların eklenmesi ile düşürülebilmektedir. Böylece kök kanal sistemindeki ensrümantasyonun temas etmediği alanlara, lateral kanallara ve dentin tübüllerine irrigasyon solüsyonlarının penetrasyonu artarak güçlü doku çözme kabiliyetleri oluşmaktadır (Torabinejad ve ark., 2002; Williamson ve ark., 2009; Stojicic ve ark., 2010) . Ayrıca düşük yüzey gerilimi irrigantın dentin tübüllerine penetrasyonunu arttırdığından dolayı

antimikrobiyal etkinliğinin de arttığını bildirmişlerdir (Taşman ve ark., 2000; Alaçam, 2012). Çalışmamızda yeni geliştirilen irrigasyon solüsyonu olan SBT kullanıldığından ve irrigasyon solüsyonlarının kök kanal sistemindeki etkinliği ile dentine penetrasyonu, solüsyonun yüzey gerilimi ile ilişkili olduğundan dolayı solüsyonların yüzey gerilimleri de değerdendirilmiştir.

Yüzey gerilimi ölçümünde birçok metot kullanılmaktadır. Seçilecek yöntem gerekli doğruluk, maliyet, testin uygulama süresi ve uygulayıcının becerisine bağlı değişebilmektedir. Yapılan bu çalışmada ise, Traube Stalogrammetresi yardımıyla damla metodu kullanılmıştır (Adamson ve Gast, 1997). Damla metodunun en büyük avantajı deney düzeneğinin kolayca hazırlanması ve en kolay metot olmasıdır. Yüzeydeki buharlaşma ve kirlenme, uzun zaman aralığında yanlış ölçümlere yol açması dezavantajdır (Adamson ve Gast, 1997). Uygulamasının kolay olması ve standartlığı tanımlanan distile suyun yüzey geriliminin bilinmesi nedeniyle, çalışmamızda yüzey geriliminin tespit edilmesi için damla metodu tercih edilmiştir.

İrrigasyon solüsyonunun etkinliği sadece kimyasal özelliğine değil, solüsyonun miktarına, ısısına, uygulama süresine, yüzey gerilimine, tazeliğine ve solüsyonu aktive etmek için kullanılan yöntemlere bağlı olmaktadır. Sodyum hipokloritin antimikrobiyal etkinliğinin geliştirilmesi substratın yüzeyi ıslatma kabiliyetinin artırılmasına bağlı bulunmaktadır. Böylelikle daha derinlere solüsyonun penetrasyon etkisini arttırmaktadır (Giardino ve ark., 2009). Cunningham ve Balekjian (1980) sodyum hipokloritin oda sıcaklığından 37 °C'ye ısıtılmasının doku çözücü etkisini arttırdığını rapor etmişlerdir. Palazzi ve arkadaşları (2012) %5,25'lik NaOCI'nin yüzey geriliminin 22 °C'de 48,9mJ/m<sup>2</sup> olarak belirlemişlerdir. Araşmamızda 25°C'lik NaOCI'nin yüzey gerilim değerdinin fazla bulunmasının sebebi test sıcaklığındaki 3 °C farka ve solüsyonun konsantrasyon farkına bağlı olabileceği düşüncesindeyiz. Ayrıca, Spano ve arkadaşları (2001) çalışmalarında % 5'lik NaOCI'nin yüzey gerilim değerdini (77,3mJ/m<sup>2</sup>) bulurken, bu bulgu çalışmamızın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Buna karşın, aynı araştırmacıların çalışmasında, dişlerdeki rezidüel pulpaya temas ederek taşan NaOCI'nin yüzey geriliminin 39,2 mJ/m<sup>2</sup>'ye düştüğü rapor etmiştir. Bunu da pulpal doku çözümlenmesinde rezidüel klorinin konsantrasyonuyla direkt ilişkisi olduğunu ve kullanılan tüm konsantrasyonlarda rezidüel klorin varlığından kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir.



Giardino ve arkadaşları (2009) irrigasyon solüsyonlarının yüzey gerilimlerini değerlendirdikleri çalışmada, distile suyun yüzey gerilimi  $72,1 \text{ mJ/m}^2$  olarak tespit etmişlerdir. Yamada ve arkadaşları (1997) distile suyun yüzey gerilimini farklı sıcaklıklarda  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de  $72,00 \text{ mJ/m}^2$  olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda distile suyun yüzey gerilimi bu çalışmalarla uyumlu bulunmuştur ( $72,00 \text{ mJ/m}^2$ ).

Giardino ve arkadaşları (2009), MTAD'ın yüzey gerilimi  $34,5 \text{ mJ/m}^2$  olarak bulmuşlardır. Bununla birlikte çalışmamızda tespit edilen MTAD'ın yüzey gerilimi ( $48,53 \text{ mJ/m}^2$ ) önceki yapılan çalışmalar ile oldukça benzerlik göstermektedir. MTAD'ın yüzey gerilimi ile ilgili başka bir çalışma tarafımızdan bulunamadığı için daha fazla karşılaştırma yapılamamıştır. SBT, MTAD'a benzer düzeyde yüzey gerilimi gösterdiğinden; MTAD çalışmalarındaki gibi kök kanal sistemine penetrasyon kabiliyeti göstereceği kanaatindeyiz.

Çalışmamızda, CHX'nin yüzey gerilimi  $60,66 \text{ mJ/m}^2$  olarak bulunurken, Ozonlu suyun ise  $72,80 \text{ mJ/m}^2$  distile su ile aynı yüzey gerilimine sahip olduğu bulunmuştur. CHX'nin yüzey gerilimi ile ilgili bilgi üretici firma da dahil olmak üzere hiçbir çalışma bulgusuna rastlanılmamıştır. Ayrıca Ozonlu su ve yeni geliştirilen irrigasyon solüsyonu SBT'nin ( $48,55 \text{ mJ/m}^2$ ) yüzey gerilimleri ile ilgili de önceden yapılmış olan herhangi bir çalışma bulunmadığından kıyaslama yapılamamıştır.

Bu bilgilerin ışığında SBT irrigasyon solüsyonunun yüzey geriliminin düşük olmasından dolayı penetrasyon kabiliyeti yüksek olmakta ve böylece kök kanal sisteminde dentine yüksek penetrasyon göstereceği düşüncesindeyiz.

## **5.2. pH Düzeyi:**

Endodontik tedavinin asıl amaçlarından bir tanesi kök kanal sistemindeki mikroorganizmalar ve onların ürettikleri endotoksinlerin azaltılması ya da elimine edilmesidir (Siquera Jr, 2011). Bu nedenle yapılan uygun temizleme ve şekillendirmenin yanı sıra kullanılan irrigasyon solüsyonları oldukça faydalı olmaktadır. Bu irrigasyon solüsyonlarının kimyasal etkinliklerinin yanı sıra pH'ları da antimikrobiyal etkinlikte oldukça etkili olduğu yapılan birçok çalışmada gösterilmiştir (Bloomfield ve Miles, 1979; Camps ve ark., 2009; Mercade ve ark., 2009).

İrrigasyon solüsyonlarının etkinliği solüsyonun konsantrasyonuna, sıcaklığına, kombine kullanılmasına, uygulama süresine ve pH değerine bağlı olarak değişebilmektedir (Cohen ve Hargreaves, 2011).

Materyallerin pH ölçülmesinde birçok yöntem kullanılmasına rağmen (Anthony ve ark., 1982; Eldeniz ve ark., 2007), araştırmamızda irrigasyon solüsyonlarının pH değerlerinin elde edilmesi için kolay etkili bir yöntem olan pH-metre ile ölçüm işlemi yapılmıştır. Kalibrasyon işlemi için kolay elde edilebilen ve nötral pH'da olan distile su (Mili-Q water) kullanılmıştır. Kalibrasyon kabiliyetinin olması ve kolay uygulanabilir olması nedeni ile pH-metre ölçüm cihazı tercih edilmiştir.

Yapılan literatür araştırmasında irrigasyon solüsyonlarının pH'sı ile ilgili az sayıda çalışmaya rastlanmıştır (Camps ve ark., 2009; Mercade ve ark., 2009; Guerreiro-Tanomaru ve ark., 2011). Ayrıca bu çalışmaların birçoğu sadece NaOCl solüsyonu ile ilgili olan çalışmalardır. Guerreiro-Tanomaru ve arkadaşları (2011) % 2,5 NaOCl'nin pH değerinin 11,75 olduğunu, Mercade ve arkadaşları (2009) % 4,2 NaOCl'nin pH değerinin ise 12 olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmamızda ise yukarıda belirtilen çalışmalara benzer şekilde NaOCl'nin pH değeri (11,62) olarak bulunmuş ve aradaki farklılığın nedeninin konsantrasyondan kaynaklandığı kanısındayız. Çalışkan (2006) CHX'nin pH değerini ise 5,5-7 arasında değiştiğini belirtmiştir. Çalışkan'ın (2006) belirttiği gibi araştırmamızda CHX'nin pH değerini (6,19) olarak tespit edilmiştir. Torabinejad ve arkadaşları (2003) MTAD'ın pH değerinin 2,15 olduğunu bildirmişlerdir. Yaptığımız bu çalışmada ise MTAD'ın pH değeri (2,26) olarak bulunmuştur. Aradaki farklılığın nedeninin kullanılan pH ölçme yönteminin farklı olmasından kaynaklandığı düşüncesindeyiz. Çalışmamızda kullanılan irrigasyon solüsyonlarından MTAD'ın pH değerinin çok düşük olmasının nedeni içerisinde bulunan sitrik asitten dolayı olduğu söylenebilir. SBT'nin pH değeri (7,48) ise nötre yakın olarak tespit edilmiştir.

Düşük pH'da NaOCl solüsyonu içerisindeki klorinler, baskın bir şekilde hipokloröz asit gibi davranmakta ve antimikrobiyal etkinliği çok daha fazla olduğu düşünülmektedir. (Baker, 1959; Guerreiro-Tanomaru ve ark., 2011).

Sitrik asitin bir irrigant olarak kullanılması ilk olarak Wayman tarafından 1979'da önerilmiştir (Wayman, 1979; Guerreiro-Tanomaru ve ark., 2011). Bu materyal smear tabakasını kaldırdığından dolayı final irrigasyon olarak kullanılmaktadır (Baumgartner ve ark., 1984; Torabinejad ve ark., 2002). Hugo ve Russel (1983) irrigasyon solüsyonlarının pH'sının 5'e yakınlığı ile antimikrobiyal etkinliğinin doğru orantılı olduğunu belirtmişlerdir. Camps ve arkadaşları (2009) ile Mercade ve arkadaşlarının (2009) çekilmiş insan dişleri üzerinde yapmış oldukları çalışmada NaOCl solüsyonlarından nötral pH' da olanların konvansiyonel pH (12)' de olanlara göre antimikrobiyal etkinliğinin oldukça fazla olduğu gözlenmiştir. Benzer bir şekilde Guerreiro-Tanomaru ve arkadaşları (2011) NaOCl irrigasyon solüsyonunun pH değerini yaklaşık 5 olarak ayarlamışlar ve elde ettikleri sonuçlara göre pH değeri düşük olan çözeltinin yüksek olana göre antimikrobiyal etkinliğinin çok daha yüksek olduğunu göstermişlerdir.

Literatürde, SBT irrigasyon solüsyonunun içeriğinde bulunan materyallerin herhangi bir toksik etkisinden bahsedilmemiştir (Tanomkiat ve Galassi, 2000; Fernandes ve ark., 2006; <http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9926645>). Bizim çalışmamızda kullanılan SBT karışımının pH'sının nötre yakın olmasından ve biyoyumlu materyallerin karışımından oluşmasından dolayı biyoyumluluğunun devam ettiği kanaatindeyiz. Biyoyumluluğunu aydınlatmak üzere ileri araştırmaların yapılması bu konudaki eksikliği giderecektir. Bu bilgiler ışığında pH değerlerine göre antimikrobiyal etkinliğin en fazla MTAD irrigasyon solüsyonunda olması beklenmektedir. Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar daha önceden yapılan çalışmaların pH sonuçları ile oldukça benzerlik göstermektedir (Torabinejad ve ark., 2003; Camps ve ark., 2009; Mercade ve ark., 2009). Bununla birlikte SBT irrigasyon solüsyonunun pH'sı ile ilgili literatürde önceden yapılmış bir çalışma olmadığından kıyaslama yapılamamıştır.

SBT 'nin pH değerinin nötre yakın olması ve biyoyumlu olan materyallerin karışımından elde edilmesiyle toksik olmadığı düşüncesinden dolayı periapikal dokulara taşma riski olan durumlarda güvenle kullanılabilceği kanaatindeyiz.

### 5.3. İrrigasyon Solüsyonlarının Antimikrobiyal Etkinlikleri:

Kök kanal tedavisinin en önemli aşamalarından bir tanesi de kök kanal sisteminden mikroorganizmaların ve endodoksinlerinin tamamen/yeterince temizlenmesi olduğu kabul edilmektedir (Siqueira ve Rocas, 2008). Bu mikroorganizmalardan *E. faecalis*, periradiküler lezyonlu dişlerde sıklıkla gözlenen ve tek başına enfeksiyona neden olabilen bir Gram (+) bakteri türüdür (Foschi ve ark., 2005). Primer endodontik enfeksiyonların %4-40'nda *E. faecalis* bulunmuştur (Rocas ve ark., 2004). Ancak bu oran kültüre edilen periradiküler lezyonlarda %70'lere kadar çıkmaktadır (Rocas ve ark., 2004). Bu bakteriler fakültatif anaerob olduklarından dolayı oksijen varlığında ve yokluğunda çoğalma özellikleri bulunmaktadır (Gilmiro, 2002, Rocas ve ark., 2004). *E. faecalis* oral kavitede normalde bulunan bir bakteridir (Stuart ve ark., 2006). *E. faecalis*' in prevalansı, endodontik tedavi yada retreatment uygulanan hastalar ile endodontik tedavi hikayesi olmayan hastalarla ile kıyaslandığında oldukça artmış olarak gözlenmektedir (Sedgley ve ark., 2004). Bununla birlikte enfekte kök kanal sisteminde mantarların olduğu çok uzun zamandır bilinmektedir (MacDonald ve ark., 1957; Wilson ve Hall, 1968). Ancak birçok mantar türü olmasına rağmen, kök kanal sisteminde en sık rastlanılan mantar türü *C. albicans*'tır. Bu mikroorganizmaların inatçı enfeksiyonlarda dentin duvarlarına adhezyonundan dolayı oldukça önemli bir yere sahip olduğu ve antimikrobiyal prosedürlere de oldukça dirençli oldukları bilinmektedir (Kinirons, 1983; Damm ve ark., 1988; Sen ve ark., 1999; Sena ve ark., 2006). Bütün bunlardan dolayı çalışmamızda kullanılacak olan irrigasyon solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliklerinin değerlendirilmesinde *E. faecalis* ve *C. albicans* mikroorganizmaları kullanılmıştır.

NaOCl'nin antimikrobiyal etkinliği % 0,1-% 5,25 arasındaki konsantrasyonda gözlenmektedir (Alaçam, 2012). Ancak % 0,1 konsantrasyondaki NaOCl'nin en az antimikrobiyal etkinliğe sahip olduğu bildirilmiştir (Alaçam, 2012). Bununla birlikte % 5,25'lik NaOCl *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerinde oldukça fazla bir antimikrobiyal etkinlik gösterdiği bildirilmiştir (Mohammadi, 2008; Alaçam, 2012). Benzer şekilde CHX de *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerinde oldukça fazla bir antimikrobiyal etkinliğe sahip olduğu gösterilmiştir (Menezes ve ark., 2004; Dametto ve ark., 2005; Oliveira ve ark., 2007). Güncel bir irrigasyon solüsyonu olan MTAD içerisinde bulundurduğu

Tween 80 ve Doksisisiklin (antibiyotik) sayesinde *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerinde oldukça etkin bir antimikrobiyal özelliği olduğu birçok araştırmacı tarafından gösterilmiştir (Torabinejad ve Johnson, 2003; Dunavant ve ark., 2006; Ruff ve ark., 2006; Cook ve ark., 2007; Johal ve ark., 2007; Krause ve ark., 2007; Oliveira ve ark., 2007; Tanomaru-Filho, 2011).

Ozonunu antimikrobiyal etkinliği ile ilgili bir çok araştırmacı, *C. albicans* ve *E. faecalis* üzerinde antimikrobiyal etkinliğinin olduğunu belirtmelerine rağmen, bu etkinliğin NaOCl ile CHX'den daha az olduğunu ve kısa sürdüğünü belirtmişlerdir (Oizumi ve ark., 1998; Nagayoshi ve ark., 2004; Arita ve ark., 2005; Hems ve ark., 2005; Estrela ve ark., 2007).

Shabahang ve Torabinejad (2003), MTAD içerisindeki Tween 80'den dolayı düşük yüzey gerilimine sahip ve dentin tübülleri içerisinde daha derin bir şekilde penetre olabildiğini belirtmişlerdir. MTAD'ın antibakteriyel etkinliğinin, düşük pH'ya sahip olması ve uzun süre dentin tübüllerinden salım yapmasına bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar MTAD'ın antimikrobiyal etkinliğinin % 5,25 NaOCl ile eşit yada çok daha iyi olduğunu belirtmişlerdir (Shabahang ve Torabinejad, 2003a; Shabahang ve ark., 2003b; Torabinejad ve ark., 2003b). Ancak Giardino ve arkadaşlarının (2007) yapmış oldukları çalışmada ise MTAD'ın NaOCl'den daha az antimikrobiyal etkinliğinin olduğunu bildirmişlerdir.

Bütün bu bilgiler ışığında çalışmamızda kullanılan SBT'nin antimikrobiyal etkinliğinin değerlendirilmesi amacı ile NaOCl, CHX ve MTAD kontrol grupları olarak kullanılmıştır.

Bu çalışmada ise kullanılan mikroorganizmalardan *C. albicans* üzerinde en etkili solüsyonun CHX olduğu ve *E. faecalis* üzerinde ise MTAD irrigasyon solüsyonun olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte SBT ve Ozonun bu mikroorganizmalar üzerinde herhangi antimikrobiyal etkinliğinin olmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte CHX ve MTAD'ın istatistiksel olarak birbirlerinden üstün olmadığı ve NaOCl'den ise istatistiksel olarak çok daha iyi antimikrobiyal etkinliğinin olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar daha önceden yapılan çalışmalar ile oldukça benzerlik göstermektedir.

Antimikrobiyal testlerin birçok kısmı test tüplerinde (Harrison ve ark., 1990; Ohara ve ark., 1993; Waltimo ve ark., 1999; Spratt ve ark., 2001) yada agar besiyerinde yapılmaktadır (White ve ark., 1997; Siqueira ve ark., 1998; Ayhan ve ark., 1999; Gomes ve ark., 2001). Bizim çalışmamızda da agar besiyeri kullanılmıştır. Antimikrobiyal duyarlılık testlerine temelde dilüsyon ve difüzyon yöntemleri ile çalışılmaktadır. Dilüsyon yöntemleri ile antimikrobiyal duyarlılığı araştırılan maddenin Minimum İnhibitör Konsantrasyonu (MİK) tespit edilebilmektedir. Difüzyon yöntemleri ile maddelerin MİK'leri tespit edilememesine rağmen, bu yöntemler hem daha ucuz ve zahmetsiz, hem de MİK belirlemeden önce araştırılan maddenin test sonucunda inhibitör zon varlığı veya yokluğu dikkate alınarak test edilen mikroorganizmanın araştırılan maddeye karşı duyarlılığı hakkında bilgi verebilmektedir. Eğer araştırılan madde çevresinde inhibisyon zonu mevcutsa, istenilirse kantitatif sonuç elde etmek için dilüsyon yöntemleri ile maddenin MİK'i araştırılabilmektedir. Difüzyon yönteminin en büyük avantajı test edilen materyallerin aynı anda birbirleriyle kıyaslanma yapılabilmesidir. Ayrıca test edilecek materyallerin yüzey gerilimleri düşük sıvılar olması nedeniyle difüzyon beklenmesinden dolayı difüzyon yöntemi tercih edilmiştir. Ayrıca bu yöntemi çalışırken kullanılan besiyeri, ekim tekniği ve inkübasyon koşulları gibi test içeriklerinde standartlara uymak için Clinical Laboratory and Standartds Institute (CLSI)'ın (2008) önerdiği metodoloji tercih edilmiştir (Weiss ve ark., 1996; Winn ve ark., 2006).

Endodontik tedavide antimikrobiyal etkinliğin istendiği durumlarda antimikrobiyal etkinliği olan farklı bir irrigasyon solüsyonu ile SBT'nin kombine kullanımı ya da SBT yerine antimikrobiyal bir irrigasyon solüsyonunun tercih edilmesinin uygun olacağı kanısındayız.

#### **5.4. İrrigasyon solüsyonlarının Radyoopasitesi:**

Endodontik alanda, irrigasyon solüsyonlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ilgili araştırmalar devam etmektedir. İrrigasyon solüsyonlarının opasitesi ile ilgili şimdiye kadar hiçbir araştırma yapılmamasına rağmen, kök kanal dolgu materyallerinin opasiteleri ile ilgili birçok çalışma tespit edilmiştir (McComb ve Smith, 1976; Borges ve ark., 2011; Akcay ve ark., 2012). Kök kanal dolgu materyallerinin istenen özelliklerinden bir tanesi de kök kanal sisteminin tam olarak doldurulduğunu

görebilmek adına ve dolgu aralarındaki/kenarlarındaki boşluğun görüntülenebilmesi için radyopak özelliğinin bulunmasıdır (Elliasson ve Haasken, 1979; Carvalho-Junior ve ark., 2007; Akcay ve ark., 2012).

Radyopasite değerlendirilmesinde, kolay kullanımı olması, fazlasıyla ölçüm yapabilme imkânı tanınması ve rasyonel değerler vermesinden dolayı bilgisayar programı olan Adobe Photoshop programı kullanılmıştır. Benzer şekilde, da Silveira Bueno ve arkadaşları (2009) aynı bilgisayar programını kullanarak retrograd dolgu materyallerin radyopasitesini değerlendirmişlerdir.

Çalışmamızda yeni geliştirilen ve konvansiyonel irrigasyon solüsyonlarının radyopasitelerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kullanılan irrigasyon solüsyonlarından NaOCl, CHX, MTAD ve Ozonlu suyun radyopasiteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, SBT'nin radyopasitesi ise bu irrigasyon solüsyonlarının radyopasitelerine göre oldukça farklılık göstermiştir. Bu farklılık SBT içerisindeki % 4'lük baryum sülfattan kaynaklanmaktadır. İçeriğindeki yüzey gerilimi düşürücü ajan olan Tween 80 sayesinde kök kanal dentinine kolaylıkla penetre olabilen SBT, karışımında bulunan baryumsülfat sayesinde de radyopak görüntü vermektedir. Böylelikle, tüm kök kanal sisteminin izlenmesi klinisyene rehberlik edecektir (Şekil 19). Kök kanallarındaki irrigasyon solüsyonlarının plastik düzenekte elde edilen opasite değerinden oldukça yüksek olduğu, bunun nedenin ise kök dentinin radyopasitesinden kaynaklanması olduğu kanısındayız.

Bununla birlikte irrigasyon solüsyonlarının opasitesi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu yüzden yapmış olduğumuz bu çalışma diğer çalışmalar ile kıyaslanamamıştır.

SBT irrigasyon solüsyonunun yüksek radyopasite göstermesinden dolayı, lateral kanalların ve fazla kanalların sıklıkla gözleendiği molar dişlerde, horizontal ve vertikal kırıkların olduğu travma vakalarında, yan/aksesuar kanalların ve kırık hattının lokalizasyonunun belirlenmesi amacı ile endodontik tedavide güvenle kullanılabileceği kanaatindeyiz.

### **5.5. Apeks Bulucuların Foramen Apikaleyi Tespit Etme Güvenirlikleri:**

Anatomik olarak kök kanal sisteminin apikal daralımı kadar olan uzunluğu endodontik tedavi için ideal çalışma boyutu olarak düşünülmektedir (Kuttler, 1955). İdeal kök ucu sonlanım noktası olarak kabul edilen sementodental birleşim noktasının doğru olarak belirlenmesi endodontik tedavinin başarısını oldukça arttırmaktadır (Cohen ve Hargreaves, 2011).

Radyografi ile elde edilen iki boyutlu görüntü; apikal daralımın yerini yanlış gösterebilmektedir. Yapılan çalışmalarda, apikal daralım noktası radyolojik apeksten 0,3-3,80 mm arasında olduğunu göstermektedir (Green, 1960; Burch ve Hulen, 1972; Gutierrez ve Aguayo, 1995). Bu yüzden apikal daralım noktasının tahmin edilmesinde oldukça yardımcı olan apeks bulucuların kullanılmasının önemini arttırmaktadır (Pratten ve McDonald, 1996; Fovad ve Reid, 2000; El Ayouti ve ark., 2002; Kim ve Lee, 2004).

İlk çıkan EAB'lerin en büyük dezavantajı kök kanal sisteminde bulunan doku artıkları, nem/kan ve irrigasyon solüsyonlarından etkilenmeleri ve tutarsız sonuçlar vermelerine rağmen, son nesil EAB'ler oldukça tutarlı ve doğru sonuçlar verebilmektedir (Fouad ve Reid, 2000; Meares ve Steiman, 2002; Tınaz ve ark., 2006). EAB'lerin avantajı; hastaların radyasyona maruz kalma süreleri oldukça azaltılmış olmakta ve periapikal filmlerin daha az kullanılması ile maliyeti de oldukça azaltmasıdır. Bu EAB'ler özellikle hamile hastalarda ya da radyografi alınamayan sistemik bir problemi olan hastalarda oldukça etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Brunton ve ark. 2002; Tınaz ve ark., 2006). EAB'lerin çalışma boyutu tespit etme güvenilirliklerinin değerlendirilmesinde radyografiler ve gerçek çalışma boyu ölçümü kullanılmaktadır (Welk ve ark., 2003; Hoer ve Attin, 2004; Lucena- Martin ve ark., 2004; Tselnik ve ark., 2005; Wrbas ve ark., 2007). Apikal daralımın anatomik apeksten yaklaşık olarak 0,5-0,7 mm kısa olacak şekilde olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Riccuci, 1998; Oishi ve ark., 2002; Gordon ve Chandler, 2004). Ayrıca çalışmalarda EAB'lerin çalışma boyutu tespit etme güvenilirlikleri 0.0 ve 0.5 mm olarak değerlendirilmektedir (Meares ve Steiman, 2002; Plotino ve ark., 2006; Tınaz ve ark., 2006). Bu yüzden yapılan bu çalışmada kullanılan apeks bulucuların çalışma boyutu tespitinde 0,0 ve 0,5 mm'deki değerleri ölçülerek güvenilirlikleri test edilmiştir.



Genellikle EAB'lerin çalışma boyutu tespiti ile ilgili çalışmalar invitro ortamda çekilmiş insan dişleri üzerinde yapılmaktadır (Plotino ve ark., 2006; Guise ve ark., 2009). İnvitro ortamda dişler, periodonsuyumu taklit etmesi için iletken bir ortam olan agar-agar (Briseno-Merrouquin ve ark., 2008), aljinat (Herrera ve ark., 2007), jelatin (Guise ve ark., 2009) ve salin (Goldberg ve ark., 2008) gibi maddelerin içerisine mine sement hudutuna kadar kök uçları bu materyallerin içerisinde kalacak şekilde gömülerek çalışma boyutu ölçülmektedir. Çalışmamızda farklı irrigasyon solüsyonları varlığında, EAB'lerin çalışma boyutu tespit işleminde birçok dişin aynı anda test edilme imkanı sağlaması ve periodonsiyumu çok iyi taklit edebilmesinden dolayı aljinat blokların kullanılması tercih edilmiştir.

Ayrıca kök kanallarındaki irrigasyon solüsyonundan ve nemden etkilenmediği iddia edilen yeni nesil EAB'lerin çalışma boyutu tespitinde kullanılan irrigasyon solüsyonu çeşitliliği artırılarak ve yeni geliştirdiğimiz irrigasyon solüsyonu (SBT) da kullanılarak çalışma boyutu tespitindeki güvenilirlikleri değerlendirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan yeni nesil apeks bulucular Raypex 5, Root ZX-mini ve Propex II, multifrekans kullanımı prensibiyle çalışmaktadır. Ancak bunlardan sadece Propex II'nin en önemli özelliklerinden bir tanesi sinyalin enerji hesabına dayalı ölçüm yapmasıdır (Plotino ve ark., 2006).

Krajczar ve arkadaşlarının (2008) çekilmiş üst molarlarda yaptıkları çalışmalarında palatinal ve mesiobukkal kök kanallarında Propex'le yapılan çalışma boyutu tespitlerini, radyografik çalışma boyutları ile karşılaştırmışlar. Palatinal kanalda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamazken mesiobukkal kanalda anlamlı fark tespit edilmiştir. Mesiobukkal kanallarda anatomik varyasyon ihtimalinden dolayı elektronik apeks bulucularla yapılan ölçümlerin radyolojik metoda göre daha fazla doğruluk gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmamızda anatomik varyasyonlarından kaynaklanabilecek farklılıkların önüne geçilebilmesi için ve çalışmada standardizasyonun sağlanması amacı ile tek köklü ve kanallı dişler kullanılmıştır.

Apeksi kapalı dişler üzerinde yapılan farklı apeks bulucu cihazların çalışma boyutu tespiti ile ilgili yapılan birçok çalışma, bu cihazların çalışma boyutu tespiti doğruluğunun % 75 ile % 96,5 arasında değiştiğini göstermiştir. Ancak en iyi sonuçların

yeni nesil apeks bulucular ile elde edildiğini ve bunlar arasında da en güvenilir apeks bulucunun Root ZX olduğu gösterilmiştir (Goldberg, 1995; Shabahang ve ark., 1996; Goldberg ve ark., 2002) Bu nedenden dolayı çalışmamızda Root ZX apex bulucu cihaz kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Bu doğrultuda kullanılan apeks bulucu cihazların 0,0 ve 0,5 mm'deki çalışma boyutu tespiti doğrulukları Root ZX-mini için % 90,5, Propex II için % 89,4 ve Raypex 5 için bu oran % 82,6 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar daha önceki yapılan çalışmalar ile oldukça benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda kullanılan Root ZX mini Root ZX apeks bulucu cihazın modifikasyonudur. Yapılan literatür araştırmalarında, Root ZX mini ile ilgili sadece bir çalışma, Propex II ve Raypex 5 ile ilgili olarak ise çok az sayıda çalışmaya rastlanılmıştır. Yapılan bu araştırma ile bu alandaki eksiklerin giderilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızda kullanılan apek bulucu cihazlardan Propex II ve Root ZX mini çalışma boyutu tespitinde sayısal değerler göstermesine rağmen Raypex 5 apikal bölgeden başlayan farklı renklerde olan segmentlerden oluşan bir göstergeye sahiptir. Bu göstergenin apikal bölgeye olan mesafeleri Tablo 9'da gösterilmiştir. Çalışmamızda bu alanlardan kırmızı alan (0,0 mm) ve sarı alanın ortası (0,5 mm) kullanılarak karşılaştırılması yapılmıştır.

Miguita ve arkadaşları (2011) ile Paul ve arkadaşları (2011) in vitro olarak, Root ZX II ve Propex II apeks bulucular ile çalışma boyu tespit etme güvenilirliklerini karşılaştırmışlar ve istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığını ve Root ZX II için 0,5-1 mm'deki çalışma boyutu tespit doğruluğunun % 93-% 89,7 ve Propex II için ise % 90-% 82,1 olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca klinik olarak her iki cihazın da yeterince güvenilir olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, Guise ve arkadaşları (2009), Root ZX II apeks bulucunun 0,5 mm'deki çalışma boyutu tespit etme doğruluğunun % 97,5 olduğunu belirtmiştir. Silveira ve arkadaşlarının (2011) invivo olarak apeks bulucuların çalışma boyutu tespit güvenilirliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında Root ZX'in doğruluk oranının % 91,7 olarak bulmuşlardır. Benzer şekilde Plotino ve arkadaşları (2006) Root ZX apeks bulucu cihazın in vitro ortamda çalışma boyutu tespiti doğruluğunun % 97,37 olduğunu ve de Camargo ve arkadaşları (2009) ise bu oranın % 97,5 olduğunu bulmuşlardır. Bütün bu bilgiler ışığında Root ZX apeks bulucu cihazın

çalışma boyutu tespiti başarısının % 82 (Pagavino ve ark., 1998) ile % 100 (Czerw ve ark., 1995) arasında değiştiği gözlenmektedir. Çalışmamızda elde edilen bulgulara göre, Root ZX mini ve Propex II ile yapılan çalışma boyutu tespit etme güvenilirliklerinin ortalama yüzde (%) değerleri önceden yapılan çalışmalar ile oldukça benzerlik göstermektedir. Yapılan bu çalışmanın bulgularıyla önceki çalışmaların bulguları arasındaki farklılıkların nedeni ise kullandığımız Root ZX mini ve Propex II EAB'lar son nesil apeks bulucular olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Briseno-Marroquin ve arkadaşları (2008) Raypex 5 apeks bulucu cihazın salin varlığında 0,5 mm'deki çalışma boyutu tespit doğruluğunun % 85,59 olduğunu ve benzer şekilde Wrbas ve arkadaşları (2007) ise bu oranın % 80 olduğunu bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmamızda da Raypex 5 ile yapılan 0,0 ve 0,5 mm'deki çalışma boyutu tespit etme güvenirliliği % 82,6 olarak bulunmuştur. Bu oran yukarıdaki çalışmalar ile oldukça benzerlik göstermesine rağmen, aradaki farklılık ise ölçüm işlemi için dişlerin yerleştirildiği ortam farklılığından kaynaklandığı kanısındayız.

Plotino ve arkadaşlarının (2006) çekilmiş tek köklü insan dişleri üzerinde yaptıkları çalışmalarında üç farklı apeks bulucu x30 stereomikroskopta karşılaştırmışlar ve Propex ile yapılan NaOCl varlığındaki çalışma boyutu tespitinin doğruluğunu % 100 olarak bulmuşlardır. Benzer şekilde Cimilli ve arkadaşlarının (2009) yapmış oldukları çalışmalarında Propex ile yapılan ölçümlerin başarı oranını % 97,5 bulmuşlardır.

Kang ve Kim (2008) Propex'in de içinde bulunduğu yedi farklı apeks bulucuyu farklı durumlar altında çalışma boyutu tespiti doğrulukları açısından karşılaştırmışlar ve irrigasyon solüsyonu değişikliğinin Propex'in doğruluğuna etkisini istatistiksel olarak anlamlı bulmamışlardır. Aynı çalışmada tüm apeks bulucular açısından apikal çap arttıkça yapılan ölçümlerin doğruluğunu azalttığını tespit etmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalarda farklı irrigasyon solüsyonları (Salin, NaOCl, CHX, EDTA, Hidrojen Peroksit) kullanarak Root ZX ve Propex apeks bulucu cihazın apikal daralımı tespit edebilme doğruluğu ile yapılan çalışmaların birçoğunda irrigasyon solüsyonlarının farklılığının herhangi bir etkisinin olmadığını göstermişlerdir (Jenkins ve ark., 2001; Carvalho ve ark., 2010; Joshi ve Ponnappa, 2011). Joshi ve Ponnappa'nın (2011) yapmış oldukları çalışmanın sonucunda Propex apeks bulucu cihazın CHX'in kullanılması ile daha güvenilir sonuçlar elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Sadeghi ve Abolghsemi (2010) Raypex 5 apeks bulucu cihazı paslanmaz çelik olan el eğesi (#15 K File) ve nikel titanyum döner alet olan Mtwo eğesi (#10 Mtwo) kullanarak çalışma boyutu tespit doğruluğunu değerlendirmiş oldukları çalışmalarında, irrigasyon solüsyonu olarak normal salin kullanmışlar ve bu cihazın el eğesi kullanılarak yapılan ölçüm işlemlerinde 0,0-0,5 mm'deki doğruluğunun % 70, 1mm'deki doğruluğunun ise % 95 olduğunu bulmuşlardır. NiTi kullanılarak yapılan ölçüm işlemlerinde ise 0,0-0,5 mm'deki doğruluğunun % 75, 1 mm'deki doğruluğunun ise % 85 olduğunu bulmuşlardır.

Çalışma boyutu tespitinde EAB'lerin kullanıldığı durumlarda, apikal çap ve kanal aletinin büyüklüğü çalışma boyutunun belirlenmesini etkilediği birçok çalışma ile gösterilmiştir (Thomas ve ark., 2003; Briseno-Marroquin ve ark., 2008; Kang ve Kim, 2008; Stoll ve ark., 2010). Thomas ve arkadaşları (2003) paslanmaz çelik eğeler ile NiTi döner sistem eğelerini kıyasladıkları çalışmalarında istatistiksel olarak herhangi bir farklılığın olmadığını, bununla birlikte kullanılan eğelerin kalınlıkları arasında ise istatistiksel olarak farklılığın bulunduğunu belirtmişlerdir. EAB'lerin çalışma boyu tespit etme güvenilirliklerinde paslanmaz çelik eğeler (#15 ve 20) sıklıkla tercih edilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda EAB'lerin çalışma boyu tespit etme işleminde #20 K File paslanmaz çelik eğe kullanılmıştır.

Üç ölçümden daha fazla aynı aletin kullanılmasının kullanılan alet üzerinde iyon değişimine neden olduğundan yanlış sonuçlar elde edilmesine neden olduğu bildirilmiştir (Cohen ve Hargeaves, 2011).

Kullanılan el eğelerinin EAB'lerin çalışma boyutu tespit etmedeki güvenilirliklerini etkilemesi nedeniyle, aynı boyuttaki el eğesi kullanılarak standardizasyonun oluşturulması sağlanmıştır. Ayrıca tek köklü ve kanallı dişlerden apikali kapanmamış, açık apeksli dişler çalışmamıza dahil edilmemiştir.

Briseno-Marroquin ve arkadaşlarının (2008) farklı kanal eğelerinin (#8, #10, #15) Propex II apeks bulucu cihazın çalışma boyutu tespit etmedeki doğruluğunu karşılaştırmış oldukları çalışmalarında, 0,5 mm'deki doğruluk oranları % 83,45, %88,28 ve % 91,41 olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada 1mm deki doğruluk oranları ise %93,79, % 95,86 ve % 97, 66 olarak bulmuşlardır. Stoll ve arkadaşlarının (2010) dört

farklı apeks bulucunun iki farklı boyuttaki el eğesi (#10-#15 K File) kullanarak çalışma boyutu tespit etme güvenirliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, irrigasyon solsyonu olarak salin kullanmışlar ve bu cihazların 0,5 mm'deki doğruluk oranlarını Root ZX mini için % 95,0 ve % 93,4 Raypex 5 içinse bu oranlar % 82,4 ve %87,2 olarak bulmuşlardır.

Yaptığımız bu çalışmada ise apeks buluculardan Root ZX-mini ve Propex II'nin çalışma boyu tespit etme güvenirlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Ancak bu iki apeks bulucunun doğruluk oranı Raypex 5'ten üstün olduğu ve istatistiksel olarak da aralarında anlamlı bir farklılık olduğu gözlenmiştir. Yapılan bu araştırma diğer çalışmalar ile oldukça benzerlik göstermektedir. Raypex 5'in çalışma boyu tespit etme güvenirliliğin Root ZX mini ve Propex II'den az olmasının nedeni, bu iki apeks bulucunun sayısal değerler vermesine rağmen Raypex 5'in göstergesinin renklerden oluşması ve bu nedenden ötürü zor kullanılması olabileceğini düşünmekteyiz.

Kullanılan irrigasyon solüsyonlarının yeni nesil apeks bulucuların çalışma boyu tespit etme güvenirlikleri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığından ve SBT'nin kök kanallarında bulunmasının herhangi bir probleme neden olmayacağından dolayı apeks bulucular ile çalışma boyutu tespit edilirken SBT irrigasyon solüsyonunun güvenle kullanılabileceği kanaatindeyiz.

### **5.6.Apikal Sızdırmazlık:**

Apikal sızıntı endodontik tedavi başarısızlıklarının yaygın nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Apikal sızıntı kök kanal duvarları ile kök kanal dolgusu arasında kalan aralıktan mikroorganizmaların, doku sıvısının ve kimyasal maddelerin geçmesi olarak tanımlanmaktadır. Farklı kök kanal teknikleri, kanal patlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile smear tabakasının varlığı veya yokluğu gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Pommel ve ark., 2001; Valois ve De Castro, 2002). Bugüne kadar kök kanallarının doldurulmasında birçok kök kanal dolgu tekniğinden ve birçok kanal dolgu materyallerinden yararlanılmıştır. Ancak günümüzde yaygın olarak kök kanal dolgu materyali olarak gütaperka ve kanal patı kullanılmaktadır (Alaçam, 2012). Kök kanal patının dentin kanallarına penetrasyonu artıkça kök kanallarının daha hermetik bir

şekilde doldurulması sağlanmaktadır. Böylece kanal dolgu maddelerinin koronal ve apikal sızdırmazlık özelliğinin artmasıyla sonuçlanmaktadır (Zaimoğlu ve ark., 1997). Kök kanal dolgusunun yapılmasında kullanılan materyellerle birlikte birçok kanal dolgu yöntemi bulunmasına rağmen yapılan bu çalışmada hem AH Plus/Gütaperka için hem de Epiphany SE/Resilon için soğuk lateral kompaksiyon yöntemi kullanılmıştır. Lateral kompaksiyon yöntemi uygulaması kolay ve fazladan ekipman gerektirmediğinden dolayı tercih edilmiştir.

Epiphany SE/Resilon kanal dolgu sisteminin dentin ile ve kendi içerisinde oluşturduğu monoblok sayesinde, diş dokularının iç direncinin kuvvetlendirildiği ve gerek koronal gerekse apikal sızıntının önüne geçildiği belirtilmektedir (Teixeira ve ark., 2004; Shipper ve ark., 2005). Ayrıca Resilon obturasyon sistemi, Resilon kor ve self-etch patıyla şimdilerde oldukça elverişli ve uygulanabilir bir yöntem olduğu belirtilmektedir (Ordinola-Zapata ve ark., 2009). Ayrıca Epiphany SE/Resilon son yıllarda oldukça popüler bir dolgu materyali olması nedeniyle SBT ile ilişkisi değerlendirilmiştir. Ayrıca rezin esaslı patlardan olan AH Plus'ın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri birçok çalışma ile kanıtlanmış olduğundan kontrol grubu olarak bu pat tercih edilmiştir (Baumgartner ve ark., 2007; Paqué ve Sirtes, 2007; De-Deus ve ark., 2008; Saleh ve ark., 2008; Hirai ve ark., 2010).

Doldurulmuş kök kanallarında kullanılan kök kanal dolgu maddelerinin sızdırmazlık özellikleri hakkında yapılan bu sızıntı çalışmaları, en uygun dolgu materyaline karar vermek için gerekli ve doldurma işlemi etkileyen faktörleri anlamak için önemlidir (Limkangwalmongkol ve ark., 1991; Wu ve Wesselink, 1993; De Gee ve ark., 1994).

Kök kanal dolgularının apikal sızdırmazlığının değerlendirilmesinde sıvı filtrasyon yöntemi, boya penetrasyon yöntemi, elektrokimyasal yöntemler gibi birçok yöntemden yararlanılmaktadır (Derkson ve ark., 1986; Wu ve ark., 1993; Wu ve Wesselink, 1993; von Fraunher ve ark., 2000). Literatürde güncel sızıntı yönteminin sıvı filtrasyon yöntemi olduğu belirtilse de birçok sızdırmazlık çalışmasında, aktif boya penetrasyonu ile elde edilen sonuçların sıvı filtrasyon yöntemi ile elde edilen sonuçlarla oldukça benzerlik gösterdiği bildirilmiştir (Pommel ve ark., 2001). Ayrıca aktif boya penetrasyon yöntemi birçok çalışmada kullanılmıştır (Lloyd ve ark., 1995; Pommel ve

ark., 2001; Ballal ve ark., 2010). Bu yöntemlerden bir çoğu fazladan ekipman gerektirmesi uygulamada yapılacak küçük hataların telafi edilememesi gibi zorluklardan dolayı, çalışmamızda etkin ve kolay uygulanabilen, ayrıca karşılaştırma çalışmalarında sıklıkla tercih edilen boya penetrasyon yöntemi kullanılmıştır. Pasif boya penetrasyon yöntemi uygulamasında, kök kanal dolgusu ile dentin duvarı arasında kalabilen hava kabarcığının kullanılan boya materyalinin ilerlemesini engelleyebilmektedir. Vakum, basınç uygulamasıyla ya da santirfüjle bu engel ortadan kaldırılabilir (Spang ve ark., 1989; Oliver ve Abbott, 1991; Wimonchit ve ark., 2002; Boussetta ve ark., 2003). Basınç uygulamasında santrifüj tekniği tercih edilmiştir. Santrifüj tekniğinde beş dakika 3,000 rpm hızla çevrilmesi invivo ortama benzer basınç ortamı oluşturmakta ve boyanın ilerlemesini sağlamaktadır. Santrifüj kuvveti kütle, hız ve yarıçap olmak üzere üç değişkene bağlıdır. Dakikadaki dönme sayısı (revolutions per minute (rpm)), oluşan santrifüj kuvveti ise göreceli santrifüj kuvveti (relative centrifugal force (RCF) veya gravite (g)) olarak ifade edilmektedir. Bodrumlu ve Tunga (2007) 30g' de 5 dk santrifüjle (3000 rpm, 5 dk) AH 26/Gütaperka, AH Plus/Gütaperka ve Epiphany SE/Resilonun koronal sızıntıya etkisini metilen mavisi kullanarak değerlendirmişlerdir.

Ayrıca Oliver ve Abbott (1991) da 3000 rpm 5 dk santifüjle boya penetrasyon yöntemini kullanmışlardır. Benzer şekilde Bodrumlu ve arkadaşları (2010), irrigasyon solüsyonlarının kanal patlarının apikal sızdırmazlıktaki etkilerini inceledikleri çalışmalarında santrifüjlü boya penetrasyon yöntemini kullanmışlardır. Limkangwalmongkol ve arkadaşları (1992) da santrifüjlü boya penetrasyon yöntemini farklı kanal patlarının gütaperka ile dolumundan sonraki apikal sızıntı miktarlarını değerlendirmiştir. Goldberg ve arkadaşları (1995) ise iki farklı kanal patının apikal sızdırmazlığına etkisini Hindistan mürekkebiyle santifüj yöntemi kullanarak değerlendirmiştir.

Boya penetrasyon yönteminde birçok boya çeşidi (Metilen mavisi, Hindistan mürekkebi, Eosin, Rhodamin B) kullanılmasına rağmen, Rhodamine B boya maddesinin molekülleri kullanılan diğer boya maddeleri ile kıyaslandığında oldukça küçük olduğundan, bakterileri/ürünlerini taklit edebilme kabiliyeti ve sızıntı miktarını görsel olarak göstermede oldukça etkili bir materyaldir (Gempel ve ark., 1990; Francci, 1995; Azoubel ve Veeck, 1998). Ayrıca güncel ve en etkili yöntemin Rhodamine B

boya maddesi kullanılarak yapılan boya penetrasyon yöntemi olduğundan, çalışmamızda Rhodamine B boya maddesi kullanılarak irrigasyon solüsyonlarının farklı kanal patları kullanılarak sızıntı miktarları ölçüm işlemi yapılmıştır. Ayrıca metilen mavisinin rezin esaslı patlarla reaksiyona girebildiğinden dolayı, hatalı ölçümlere neden olabileceğinden (Souza ve ark., 2009), Rhodamin B çalışmada kullandığımız rezin esaslı dolgu materyallerin sızıntısının ölçülmesinde tercih edilmiştir.

Evans ve Simon (1986), smear tabakanın varlığı veya yokluğunun kök kanal dolgu maddesi ile veya kanal patı olmadan termoplastik gütaerka veya lateral kondansasyon tekniği ile yapılan kanal dolgusunun apikal tıkamaya bir etkisi olmadığını rapor etmiştir. Karagöz- Küçükay ve Bayırlı (1994), yaptığı çalışmada smear tabakasının varlığında yapılan kanal dolgusu ile yokluğunda yapılan kanal dolgusunu karşılaştırmış, smear tabakasının yokluğunda apikal sızıntının oldukça azaldığını göstermiştir. Timpawat ve arkadaşları (2001), smear tabakasının kaldırılmamasının kök kanal dolgusu boyunca mikrosızıntı miktarını arttırdığını göstermiştir. Bazı araştırmacılar, sıvı filtrasyon yöntemi kullanarak yapmış oldukları çalışmalarında Epiphany SE/Resilon core ile yapılan kök kanal dolgularının AH Plus/Gütaerka ile yapılan kök kanal dolgularından çok daha üstün bir sızdırmazlığa sahip olduğunu belirtmişlerdir (Stratton ve ark., 2006; Tunga ve Bodrumlu, 2006). Bunun aksine, diğer çalışmalarda ise kök kanal dolumundan sonra sıvı filtrasyon yöntemi ile sızıntının karşılaştırıldığı Epiphany SE/Resilon ve AH Plus/Gütaerka kök kanal dolguları arasında herhangi bir farklılık bulunamamıştır (Paqué ve Sirtes, 2007; De-Deus ve ark., 2008). Bu çalışmalar arasındaki farklılığın nedeni olarak kullanılan irrigasyon solüsyonlarının türü ile konsantrasyon farklılığından ve farklı yöntem kullanılmasından kaynaklanabileceği düşüncesindeyiz.

Sharifian ve arkadaşlarının (2010) farklı irrigasyon solüsyonları kullanarak Epiphany SE/Resilon core kök kanal dolgusunun sızıntılarına bakteriyel sızıntı yöntemi kullanarak yapmış oldukları çalışmalarının sonucunda kullanılan irrigasyon solüsyonlarının (EDTA ile Distile su ve EDTA ile CHX) sızdırmazlıkta herhangi bir etkinliğinin olmadığını bulmuşlardır. Bunun nedeni ise kök kanallarındaki smear tabakasının şelasyon ajanı ile uzaklaştırılmasından kaynaklanabileceği kanısındayız.



Bu düşünceden yola çıkarak apikal sızıntılarını incelediğimiz Epiphany SE/Resilon core kanal dolgu sisteminin araştırmamızın bulguları ışığında AH Plus/Gütaperka kombinasyonundan üstün olmadığı görülmüştür. Bunun nedeni olarak da kullanılan sızıntı yöntem farklılığından kaynaklanabileceği düşüncesindeyiz.

Bodrumlu ve arkadaşlarının (2010) MTAD, NaOCl ve CHX irrigasyon solüsyonlarının farklı kanal dolgu materyalleri kullanarak, apikal örtücülük üzerindeki etkilerini santrifüjlü boya penetrasyon yöntemi ile incelemişlerdir. AH plus/Gütaperka kullanıldığında elde edilen apikal sızıntı miktarları irrigasyon solüsyonları için sırası ile  $2,65 \pm 0,36$ ,  $2,75 \pm 0,32$ ,  $3,44 \pm 0,34$  mm olarak bulmuşlardır. Bu oranlar Epiphany SE/Resilon için ise irrigasyon solüsyonlarının kullanımına göre  $2,54 \pm 0,29$ ,  $2,6 \pm 0,35$ ,  $3,27 \pm 0,29$  mm olarak bulmuşlardır. Araştırmamızda irrigasyon solüsyonlarından NaOCl, CHX ve MTAD'ın kullanılması ve AH/Gütaperka ile yapılan dolumdan sonraki sızıntı miktarları sırası ile  $3,12 \pm 0,46$ ,  $3,45 \pm 0,81$ ,  $2,26 \pm 0,57$  ve  $3,65 \pm 0,58$  mm olarak, Epiphany SE/Resilon ile yapılan dolumdan sonraki sızıntı miktarları ise sırası ile  $2,99 \pm 0,47$ ,  $3,04 \pm 0,85$  ve  $1,75 \pm 0,31$  mm olarak bulunmuştur. Bodrumlu ve arkadaşlarının (2010) çalışmalarına oldukça benzer sonuçlar elde edilmesine rağmen, aradaki farklılığın kullanılan boya maddesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Sachin ve arkadaşları (2011) irrigasyon solüsyonu olarak NaOCl kullandıkları, pasif boya penetrasyon yöntemi kullanarak AH Plus/Gütaperka ve Epiphany SE/Resilon kanal dolgularının sızıntı miktarlarını sırası ile  $2,85 \pm 0,09$  ve  $4,15 \pm 1,22$  mm olarak bulmuşlardır. Araştırmamızda ise NaOCl kullanılarak, AH Plus/Gütaperka ve Epiphany SE/Resilon ile yapılan kanal dolumlarının sızıntı miktarları  $3,12 \pm 0,46$  ve  $2,99 \pm 0,47$  mm olarak bulunmuştur. Aradaki farklılığın nedeni ise kullanılan yöntem ve rezin esaslı materyallerle reaksiyona girebilen ve bu nedenle hatalı ölçümlere neden olabilen metilen mavisi kullanılması gibi farklılıktan kaynaklandığı kanısındayız.

Araştırmamızda NaOCl, CHX, MTAD, Ozonlu su ve SBT irrigasyon solüsyonları kullanılarak kanal dolumları AH Plus/Gütaperka ve Epiphany SE/Resilon ile yapılarak apikal sızıntı miktarları santrifüjlü boya penetrasyon yöntemi ile değerlendirilmiştir. AH Plus/Gütaperka'ya göre NaOCl, CHX, MTAD, Ozonlu su ve SBT kullanılıştan sonraki apikal sızıntı miktarları sırası ile  $3,12 \pm 0,46$ ,  $3,45 \pm 0,81$ ,  $2,26 \pm 0,57$ ,  $3,65 \pm 0,58$ ,  $2,83 \pm 0,96$  mm bulunmuştur. Epiphany SE/Resilon'na göre

NaOCl, CHX, MTAD, Ozonlu su ve SBT kullanılmasından sonraki apikal sızıntı miktarları sırası ile  $2,99\pm 0,47$ ,  $3,04\pm 0,85$ ,  $1,75\pm 0,31$ ,  $3,11\pm 0,31$ ,  $2,64\pm 1,08$  mm bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar önceki çalışmalar ile oldukça benzerlik göstermesine rağmen, SBT ve ozonlu suyun apikal sızdırmazlığa etkisine ilgili daha önceden yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmadığından kıyaslama yapılamamıştır.

Sachin ve arkadaşlarının (2011) boya penetrasyon yöntemi kullanarak Epiphany SE/Resilon ve AH Plus/Gütaperka kök kanal dolgularının apikal sızıntılarını değerlendirdikleri çalışmalarında Epiphany SE/Resilon ile yapılan kök kanal dolgusunun apikal sızdırmazlığının AH Plus-Gütaperka ile yapılanına göre istatistiksel olarak oldukça yüksek olduğunu göstermişlerdir. Benzer şekilde yapılan bu çalışmada da boya penetrasyon yöntemi kullanılarak Epiphany SE/Resilon ve AH Plus/Gütaperka ile kök kanal dolgularının sızdırmazlıkları incelenmiş ancak apikal sızdırmazlık açısından istatistiksel olarak aralarında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bu farklılığın nedenini kullanılan boya materyalinden ve kullanılan irrigasyon solüsyonlarının farklı olmasından kaynaklanabileceği kanatılmamıştır.

Apikal örtücülükte en etkili irrigasyon solüsyonunun MTAD ve SBT olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni bu iki materyalin smear tabakasını uzaklaştırılmasından ve düşük yüzey gerilimine sahip olmasından kaynaklandığını söyleyebiliriz. AH Plus/Gütaperka ve Epiphany SE/Resilon ile doldurulan kök kanallarında son yıkamada kullanılan irrigasyon solüsyonuna göre apikal sızdırmazlık değerleri etkilenmektedir. Ayrıca kök kanallarının irrigasyonunda SBT'nin AH Plus/Gütaperka ve Epiphany SE/Resilon ile doldurulan kök kanallarında apikal sızıntının az olması nedeni ile güvenle kullanılabilirliği kanıtlanmıştır.

### **5.7. Smear Tabakasının SEM'le İncelenmesi:**

Kök kanal preparasyonu esnasında dentin tübüllerinin ağzında ve intertübüler dentine kapsayan ince bir tabaka oluşmaktadır. Bu tabaka 1-2  $\mu\text{m}$  kalınlığında, bakteri/bakteri ürünlerini içeren, organik ve inorganik materyallerden oluşan amorf bir yapıya sahiptir ve smear tabakası olarak adlandırılmaktadır. Bu tabaka dentin tübüllerinin en derin bölgelerine yerleşmiş olabilmekte ve dentin tübülleri içerisinde

40µm derinliğe kadar ulaşabilmektedir (McComb ve Smith, 1975; Mader ve ark., 1984; Pashley, 1984; Peters ve ark., 2000).

Endodontik tedavi esnasında kök kanallarının duvarlarında oluşan smear tabakasının uzaklaştırılması için, son yıllarda farklı materyaller kullanılmıştır. Smear tabakasının, bazı araştırmacılar tarafından uzaklaştırılması gerektiğini bildirilmesine (Mader ve ark., 1984; Bystrom ve ark., 1985; Perez ve ark., 1993; Takeda ve ark. 1998; 1999) rağmen bazı araştırmacılar ise uzaklaştırılmaması gerektiğini bildirmektedirler (Pashley ve ark., 1981; Dippel ve ark., 1984). Bystrom ve Sundqvist (1985), özellikle enfekte olmuş kök kanallarında smear tabakasının kaldırılması gerektiğini belirtmişlerdir. Haznedaroğlu ve Ersev (2001) prepare edilmiş kök kanal yüzeylerinden smear tabakasının uzaklaştırılabilmesi için % 50 sitrik asit ve % 1 Tetrasiklin-HCl kullanılabilceğini göstermişlerdir. Benzer şekilde Sadr ve arkadaşları (2006) da smear tabakasının uzaklaştırılması için NaOCl ve EDTA'dan farklı olarak papatya hidroalkolik özütü ve çay ağacının yağını kullanmışlardır. Ancak bu tabakanın uzaklaştırılmasında hiçbir solüsyonun tek başına etkili olmadığı, bu amaçla irrigasyon solüsyonu olarak organik ve inorganik çözücülerin birlikte kullanılması gerektiği bildirilmiştir (McComb ve Smith, 1975; Moodnik ve ark., 1976; Goldman ve ark., 1981; 1982; Yamada ve ark., 1983; Bystrom ve Sundqvist, 1985; Baumgartner ve Mader, 1987; Takeda ve ark., 1998).

Niu ve arkadaşları (2002), dentinin inorganik içeriğini demineralize etmek için EDTA solüsyonu, organik matriksi çözmek için de NaOCl solüsyonu kullanmayı önermişlerdir.

Dotto ve arkadaşları (2007) %1 NaOCl sonrası %17 EDTA solüsyonu ile %24 EDTA jelinin etkinliğini inceledikleri çalışmalarında, tek başına %1 NaOCl kullanılan grupta smear tabakasının hiç uzaklaştırılmadığını bildirmişlerdir.

Takeda ve arkadaşları (1999) yaptıkları çalışmalarında kök kanallarının biyomekanik preparasyonu sırasında NaOCl kullanımını takiben, son yıkamada beş dakika boyunca EDTA, sitrik asit ve fosforik asit kullanımının smear tabakasını kaldırması konusunda aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Khedmat ve Shokouhinejad (2008) tarafından, kontrol grubu olarak %5,25 NaOCl ile % 17 EDTA, % 10 Sitrik Asit ve Smear clear solüsyonlarının kök kanallarının koronal, orta ve apikal bölgesinde oluşan smear tabakasını uzaklaştırmada etkinliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada, kök kanallarının hiçbir bölgesinde kontrol grubu hariç gruplar arasında önemli bir fark olmadığı gösterilmiştir.

Menezes ve arkadaşları (2003), tek başına % 2,5'luk NaOCl, % 2'lik klorheksidin ve % 17'lik EDTA kullanımının smear tabakasını kaldırma etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında en etkin yöntemin NaOCl ve EDTA'nın kombine kullanımı olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca EDTA uygulanmayan gruplarda smear tabakasının uzaklaşmadığı gözlenmiştir. Benzer şekilde yapılan bu çalışmada da CHX ve NaOCl 'nin smear tabakasını uzaklaştırmada yetersiz olduğu gözlenmiştir. Ayrıca çalışmamızda da % 5 EDTA'nın smear tabakasını kaldırmadaki etkinliğinden dolayı pozitif kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Araştırmamızda kullanılan EDTA solüsyonunun smear tabakasını kaldırma etkinliği önceki çalışmaların sonuçları ile örtüşmektedir. Bununla birlikte distile suyun smear tabakasını kaldırma etkinliğinin olmadığı birçok araştırma ile gösterilmiştir. Bu nedenden ötürü araştırmamızda negatif kontrol grubu olarak seçilmiş ve elde edilen sonuçlar önceki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Torabinejad ve ark., 2003a; Khedmat ve Shokoubinejad, 2008; Mozayeni ve ark., 2009).

Kullanılan irrigasyon solüsyonlarının smear tabakasını kaldırmak için konsantrasyonunun yanı sıra kök kanal sisteminde bulunma zamanı da smear tabakasını kaldırmada oldukça önemli rol oynamaktadır. Bu nedenden ötürü, kullanılacak olan şelasyon ajanının yada solüsyonun kök kanallarında bulunma süreleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Yamada ve ark., 1983; Cergneux ve ark., 1987; Meryon ve ark., 1987; Çalt ve Serper, 2002; Scelza ve ark., 2003; 2004; Machado-Silveiro ve ark., 2004; Teixeira ve ark., 2005; De-deus ve ark., 2006).

Yapılan çalışmaların neticesinde solüsyonların 1-5 dk arasında uygulanabildiği ve MTAD irrigasyon solüsyonunun üretici firma önerileri doğrultusunda 5 dk kök kanalında bekletileceğinden dolayı, yapılan bu çalışmada standardizasyonun sağlanması amacı ile kullanılan irrigasyon solüsyonları kök kanallarında beşer dakika bekletilmiştir.

Torabinejad ve arkadaşları (2003a) ile Mozayeni ve arkadaşları (2007) kök kanal sisteminin biyomekanik preparasyonu tamamlandıktan sonra son yıkama olarak NaOCl, Distile su, EDTA ve MTAD solüsyonlarını kullanarak kök kanalının koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerindeki smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerini değerlendirmişler ve MTAD ile EDTA solüsyonlarının smear tabakasını bütün bölgelerde (koronal/orta/apikal) uzaklaştırmada etkin olduklarını ancak diğer solüsyonların smear tabakasını uzaklaştıramadıklarını bulmuşlardır. NaOCl, distile su ve CHX'nin smear tabakasını kaldırmadığı birçok araştırmada tespit edilmiştir (Menezes ve ark., 2003; Torabinejad ve ark., 2003a; Khedmat ve Shokoubinejad, 2008; Mozayeni ve ark., 2009). EDTA ve MTAD'ın smear tabakasını kaldırdığı bilinmesine rağmen, ozonlu su ve SBT'nin smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çalışmamızda kullanılan irrigasyon solüsyonlarından SBT'nin smear tabakasını uzaklaştırmada koronal bölgede smear tabakasını uzaklaştırdığı ancak orta ve apikal bölgede ise herhangi bir etkinliğinin olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca tek başlarına kullanılan, NaOCl, CHX ve Ozonlu suyun da smear tabakasını uzaklaştırmada etkinliğinin olmadığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni bu irrigasyon solüsyonlarının dentinde şelat oluşuma etkisinin olmadığından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Smear tabakasının görüntülenmesinde; Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscopy) (Khedmat ve Shokouhinejad, 2008), Aktarmalı Elektron Mikroskobu (Transmission Electron Microscopy) (Fromm ve ark., 2003), Taramalı Aktarmalı Elektron Mikroskobu (Scanning Transmission Electron Microscopy) (Saito ve ark., 2008), Yansımali Elektron Mikroskobu (Backscattered Electron Microscopy) (Sriamornsak ve Thirawong-2003) ve Enerji Ayırıcılı Spektrometre (Energy Dispersive Spectrometer) (Shibli ve ark., 2005) gibi birçok yöntem kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemler arasından, smear tabakasının uzaklaştırılması ile ilgili görüntülerin incelenmesinde ayrıntılı bilgi vermesi (Stewart ve ark., 1969; Bitter, 1989; Ciucchi ve ark., 1989 ), en sık kullanılan yöntem olması ve güvenilir sonuçlar vermesinden dolayı (Ram, 1980; White ve ark., 1987; Baumgartner ve Cuenin, 1992; Hülsmann ve ark., 1997) çalışmamızda dentin yüzeylerindeki smear tabakasının uzaklaştırılma etkinliğinin değerlendirilmesinde SEM cihazı tercih edilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan irrigasyon solüsyonlarının smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğinin değerlendirilmesinde dişlerin orta üçlü bölgesinden alınan SEM görüntüleri kullanılmıştır. Dişlerin koronal bölgesindeki dentin tübüllerinin çaplarının geniş olması ve sayılarının fazla olması, apikalde ise dentin tübüllerinin sayısının ve çapının az olmasından dolayı değerlendirmenin yanlış sonuçlar verebileceği düşüncesi ile solüsyonların smear uzaklaştırma etkinliklerinin değerlendirilmesinde dişlerin sadece orta üçlü bölgesi tercih edilmiştir.

SBT irrigasyon solüsyonunun, smear tabakasını kaldırma etkinliğinin az olmasından dolayı, kök kanal tedavisi işlemlerinde smear tabakasının kaldırılması gerektiği durumlarda, smear tabakasını uzaklaştırabilen farklı solüsyonlarla kombine kullanılmasının doğru olacağı kanaatindeyiz.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER:

Tez çalışmasının sınırlamaları dâhilinde elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

1.Yeni geliştirilen irrigasyon solüsyonu SBT'nin yüzey geriliminin güncel irrigasyon solüsyonu olan MTAD ile oldukça benzerlik gösterdiği istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlendi ( $p>0,05$ ). Bu nedenle SBT kök kanal sisteminde dentine çok iyi penetre olabileceği düşüncesindeyiz.

2.Kullanılan irrigasyon solüsyonlarından en düşük pH değerine MTAD (2,26), en yüksek pH değerine ise NaOCl (11,62)'nin sahip olduğu gözlemlendi. CHX, Ozonlu su ve SBT'nin pH değerleri arasında anlamlı bir farklılık gözlenmedi ( $p>0,05$ ). Dolayısıyla SBT periapikal bölgeye taşma riski olan durumlarda, kök kanal sisteminin irrigasyonunda nötr pH'ya sahip olduğundan ve biyouyumlu materyallerin karışımından oluştuğu için güvenle kullanılabilirliği düşüncesindeyiz.

3.Kök kanal sisteminin irrigasyonunda antimikrobiyal etkinliğin istendiği durumlarda SBT yerine başka bir solüsyon kullanılması gereksinimi olacağı kanısındayız.

4.SBT'nin yüksek radyoopasite değerinin olması, kök kanallarında yan/aksesuar kanalların, kök kırıklarında kırık hattının belirlenmesinde klinisyene rehberlik edeceği kanısındayız.

5.Yeni nesil apeks bulucuların (Root ZX-mini, Propex II ve Raypex 5) kök kanalında bulunan farklı irrigasyon solüsyonlarından etkilenmediği gözlemlendi. Bununla birlikte kullanılan apeks bulucuların 0,0-0,5 mm'deki çalışma boyu tespit etme güvenilirlikleri klinik olarak kabul edilebilir seviyelerde bulunmasına rağmen, in vivo çalışmaların yeterince yapılmadığından, klinik çalışmaları yapılmasına gereksinim olacağı düşüncesindeyiz.

6.SBT kullanılarak kanal dolularının AH Plus/Gütaperka ya da Epiphany SE/Resilon kullanılarak yapılmasından sonra apikal sızdırmazlık seviyesi oldukça iyi olduğu gözlemlendi. Bu sebepten irrigasyon işlemi için SBT kullanılabilirliği kanaatindeyiz.

7.Kullanılan irrigasyon solüsyonlarından sadece MTAD'ın kök kanalındaki smear tabakasını tamamen uzaklaştırabildiği, ancak SBT ise sadece koronal üçte birlik kısımda etkili olabildiği gözlemlendi. Smear tabakasının uzaklaştırılması gereken durumlarda SBT ve smear tabakasını uzaklaştırabilen başka bir solüsyonla kombine kullanımı oldukça yararlı olacağı düşüncesindeyiz.

8.Çalışmamızda kullanılan SBT karışımının pH değerinin nötre yakın olmasından ve karışımındaki materyallerin biyoyumlu olmasından dolayı SBT'nin biyoyumlu bir materyal olduğu kanısındayız. Ancak biyoyumluluğunu aydınlatmak üzere ileri araştırmaların yapılması bu konudaki eksikliği giderecektir.

SBT'nin nötr pH'ya ve düşük yüzey gerilimine sahip olması, apeks bulucuların çalışma boyutu tespit etme güvenilirliklerini etkilememesi ve radyopak özelliğinden dolayı endodontide alternatif bir irrigasyon solüsyonu olabileceği kanısındayız.



## KAYNAKLAR

- Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci SC, Hume WR, Heithersay GS. An SEM study of effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J.* 1991;24(6):308–316.
- Abbott PV, Heithersay GS, Hume WR. Release and diffusion through human tooth roots in vitro of corticosteroid and tetracycline trace molecules from Ledermix paste. *Endod Dent Traumatol.* 1988;4(2):55-62.
- Abou-Rass M, Patonai FJ. The effect of decreasing surface tension on the flow of irrigating solutions in narrow root canals. *Oral Surg.* 1982;53(5):524–526.
- Adamson AW, Gast AP. *Physical chemistry of surface*, 6th Edition, New York, John Wiley & Sons Inc., 1997; 36-102.
- Ahlberg KM, Assavanop P, Tay WM. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and india ink in root-filled teeth. *Int Endod J.* 1995;28(1):30-34.
- Akçay I, İlhan B, Dundar N. Comparison of conventional and digital radiography systems with regard to radiopacity of root canal filling materials. *Int Endod J.* 2012;45(8):730-736.
- Aktener BO, Cengiz T, Pişkin B. The penetration of smear material into dentinal tubules during instrumentation with surface-active reagents: a scanning electron microscopic study. *J Endod.* 1989;15(12):588-590.
- Alaçam T. Kök kanal dolgu yöntemleri. Alaçam T. Editör, *Endodonti'de*, 1. Baskı, Ankara, Özyurt Matbaacılık. 2012;705-766.
- Alaçam T. Kök kanallarının doldurulmasında kullanılan patlar. Alaçam T. Editör, *Endodonti'de*, 1. Baskı, Ankara, Özyurt Matbaacılık. 2012;769-826.
- Alaçam T. Kök kanallarının irrigasyonu. Alaçam T. Editör, *Endodonti'de* 1. Baskı, Ankara, Özyurt Matbaacılık. 2012; 529-586.
- Aladağ H, Aydemir H. Boya penetrasyonunu etkileyebilecek değişkenler. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg.* 1996;6(1):129-132.
- Anthony DR, Gordon TM, Del Rio CE. The effect of three vehicles on the pH of calcium hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1982;54(5):560-565.
- Arita M, Nagayoshi M, Fukuizumi T, Okinaga T, Masumi S, Morikawa M, Kakinoki Y, Nishihara T. Microbicidal efficacy of ozonated water against *Candida albicans* adhering to acrylic denture plates. *Oral Microbiol and Immunol.* 2005;20(3):206–210.
- Ayhan H, Sultan N, Cirak M, Ruhi MZ, Bodur H. Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. *Int Endod J.* 1999;32(2):99-102.

- Azoubel E, Veeck EB. Analise do vedamento apical em dentes monorradiculares submetidos a obturacao retrograda e irradiacaocom laser ND:YAG. Rev Fac Odontol Univ Fed Bahia. 1998;17(2):25-36.
- Babucçu O. Ozon terapi: mit ve gerçek. Türk Plast Rekons Est Cer Derg. 2011;19(3):105-112.
- Baker RJ. Types and significance of chlorine residuals. J Am Water Works Assoc. 1959;51(3):1185–1190.
- Ballal NV, Kundabala M, Bhat KS. A comparative evaluation of postobturation apical seal following intracanal irrigation with maleic acid and EDTA: a dye leakage under vacuum study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2010;109(3):126-130.
- Barnett F, Trope, M. Resilon: A novel material to replace gutta-percha. Contemp Endod. 2004;1(3):16-19.
- Bauer JG, Henson JL. Microleakage: a measure of the performance of direct filling materials. Oper Dent. 1984;9(1):2-9.
- Baumgartner G, Zehnder M, Paqué F. Enterococcus faecalis type strain leakage through root canals filled with gutta-percha/AH Plus or Resilon/Epiphany. J Endod. 2007;33(1):45-47.
- Baumgartner JC, Brown CM, Mader CL, Peters DD, Shulman JD. A scanning electron microscopic evaluation of rootcanal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid. J Endod. 1984;10(11):525-531.
- Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. J Endod. 1992;18(12):605-612.
- Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. J Endod. 1987;13(4):147-157.
- Becking AG. Complications in the use of sodium hypochlorite during endodontic treatment. Report of three cases. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1991;71(3):346-348.
- Beltz RE, Torabinejad M, Pouresmail M. Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, Sodium Hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. J Endod. 2003;29(5):334-337.
- Benenati FW. Obturation of the radicular space. In: Ingle IJ, Bakland LK, Baumgartner JC, editors. Ingle's Endodontics 6, 6th Edition, Hamilton, UK, BC Decker. 2008;1053-1087.
- Benkel BH, Rising DW, Goldman LB, Rosen H, Goldman M, Kronman JH. Use of a hydrophilic plastic as a root canal filling material. J Endod. 1976;2(7):196–202.

- Bitter NC. A 25% tannic acid solution as a root canal irrigant cleanser: a scanning electron microscope study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989;67(3):333-7.
- Bloomfield SF, Miles GA. The antibacterial properties of sodium dichloroisocyanurate and sodium hypochlorite formulations. *J Appl Bacteriol.* 1979;46(1):65-73.
- Bodrumlu E, Tunga U. Coronal sealing ability of a new root canal filling material. *J Can Dent Assoc.* 2007;73(7):623.
- Bodrumlu E, Parlak E, Bodrumlu EH. The effect of irrigation solutions on the apical sealing ability in different root canal sealers. *Braz Oral Res.* 2010;24(2):165-169.
- Borges AH, Pedro FLM, Semanoff-Segundo A, Miranda CES, Pecora JD, Cruz-Filho AM. Radiopacity evaluation of Portland and MTA-based cements by digital radiographic system. *J Appl Oral Sci.* 2011;19(3):228–232.
- Bouillaguet S, Shaw L, Barthelemy J, Krejci I, Wataha JC. Long-term sealing ability of Pulp Canal Sealer, AH-Plus, GuttaFlow and Epiphany. *Int Endod J.* 2008;41(3):219-226.
- Boussetta F, Bal S, Romeas A, Boivin G, Magloire H, Farge P. In vitro evaluation of apical microleakage following canal filling with a coated carrier system compared with lateral and thermomechanical gutta-percha condensation techniques. *Int Endod J.* 2003;36(5):367–371.
- Bozkır A, Karataş A, Hasçıçek C, Canefe K, Kılıçarslan M, Tarımcı N, Yüksel N, Gönül N, Özdemir N, Baykara T, Kılınc-Şen T, Çomoğlu T. Yüzey gerilimi ve tayini. *Farmasötik Teknoloji Deneysel Uygulamalar Kitabı'nda.* Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları 1995, Yayın no: 95. 74-76.
- Brackett MG, Martin R, Sword J, Oxford C, Rueggeberg FA, Tay FR, Pashley DH. Comparison of seal after obturation techniques using a polydimethylsiloxane-based root canal sealer. *J Endod.* 2006;32(12):1188-1190.
- Branstetter J, von Fraunhofer JA. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. *J Endod.* 1982;8(7):312-316.
- Briseño-Marroquín B, Frajlich S, Goldberg F, Willershausen B. Influence of instrument size on the accuracy of different apex locators: an in vitro study. *J Endod.* 2008;34(6):698-702.
- Brunton PA, Dilshan A, MacFarlane TV. The effect of an apex locator on exposure to radiation during endodontic therapy. *J Endod.* 2002;28(7):524-526.
- Bueno CE, Zeferino EG, Manhães LR Jr, Rocha DG, Cunha RS, De Martin AS. Study of bismuth oxide concentration required to provide Portland cement with adequate radiopacity for endodontic use. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;107(1):65-69.

- Burch JG, Hulen S. The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972;34(2):262-268.
- Burdurlu Ç, Delilbaşı Ç, Deniz E, Arslan A. Mandibüler Gömülü Üçüncü Molar Cerrahisi Sonrası Topikal Ozon ve Klorheksidin Uygulamasının Alveolit ve Yara Enfeksiyonu Üzerine Etkilerinin Araştırılması. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci.* 2011;17(1):17-23.
- Bystrom A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol.* 1985;1(5):170-175.
- Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J.* 1985;18(1):35-40.
- Cameron JA. The use of sodium hypochlorite activated by ultrasound for the debridement of infected, immature root canals. *J Endod.* 1986;12(11):550-554.
- Camps J, Pommel L, Aubut V, Verhille B, Satoshi F, Lascola B, et al. Shelf life, dissolving action, and antibacterial activity of a neutralized 2.5% sodium hypochlorite solution. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(1):66-73.
- Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. *J Endod.* 2003;29(9):592-594.
- Carvalho AL, Moura-Netto C, Moura AA, Marques MM, Davidowicz H. Accuracy of three electronic apex locators in the presence of different irrigating solutions. *Braz Oral Res.* 2010;24(4):394-398.
- Carvalho-Junior JR, Correr-Sobrinho L, Correr AB, Sinhoreti MA, Consani S, Sousa-Neto MD. Radiopacity of root filling materials using digital radiography. *Int Endod J.* 2007;40(7):514-520.
- Cergneux M, Ciucchi B, Dietschi JM, Holz J. The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. *Int Endod J.* 1987;20(5):228-232.
- Chang YC, Huang FM, Tai KW, Chou MY. The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine on cultured human periodontal ligament cells. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;92(4):446-450.
- Chu CH, Lo EC, Cheung GS. Outcome of root canal treatment using Thermafil and cold lateral condensation filling techniques. *Int Endod J.* 2005;38(3):179-185.
- Cimilli H, Aydemir S, Kartal N. İki farklı apeks bulucunun kök kanal boyu ölçümünde doğruluğunun ex vivo olarak değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Üni Diş Hek Fak Derg.* 2009;12(2):125-128.
- Ciucchi B, Khettabi M, Holz J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 1989;22(1):21-28.

- Clinical and Laboratory Standards Institute, Antimikrobik Disk Duyarlılık Testleri İçin Uygulama Standartları; Onaylanmış Standart-Dokuzuncu Baskı, M2-A9. 2008.
- Cook J, Nandakumar R, Fouad AF. Molecular and culture-based comparison of the effects of antimicrobial agents on bacterial survival in infected dentinal tubules. *J Endod.* 2007;33(6):690-692.
- Cotton TP, Schindler WG, Schwartz SA, Watson WR, Hargreaves KM. A retrospective study comparing clinical outcomes after obturation with Resilon/Epiphany or Gutta-Percha/Kerr sealer. *J Endod.* 2008;34(7):789 –797.
- Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1980;49(2):175-7.
- Czerw RJ, Fulkerson MS, Donnelly JC, Walmann JO. In vitro evaluation of the accuracy of several electronic apex locators. *J Endod.* 1995;21(11):572-575.
- Çalışkan MK. Endodontik materyallerin biyouyumluluğu ve kök kanallarının irrigasyonu. Çalışkan, MK. Editör. Endodontide tanı ve tedaviler’de, 2. Baskı, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, Nobel Matbaacılık. 2006; 315-350.
- Çalışkan MK. Kök kanal patları. Çalışkan, MK. Editör. Endodontide tanı ve tedaviler’de, 2. Baskı, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, Nobel Matbaacılık. 2006; 401-431.
- Çalışkan MK. Kök kanal tedavisine hazırlık. Çalışkan, MK. Editör. Endodontide tanı ve tedaviler’de, 2. Baskı, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, Nobel Matbaacılık. 2006; 243-272.
- Dametto FR, Ferraz CCR, Gomes BPFA, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(6):768-772.
- Damm DD, Neville BW, Geissler RH Jr, White DK, Drummond JF, Ferretti GA. Dentinal candidiasis in cancer patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1988;65(1):56-60.
- Dandakis C, Kaliva M, Lambrianidis T, Kosti E. An in vitro comparison of the sealing ability of three endodontic sealers used in canals with iatrogenic enlargement of the apical constriction. *J Endod.* 2005;31(3):190-193.
- De Gee AJ, Wu MK, Wesselink PR. Sealing property of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH 26 root canal sealer. *Int Endod J.* 1994;27(5):239-244.
- de Camargo EJ, Zapata RO, Medeiros PL, Bramante CM, Bernardineli N, Garcia RB, de Moraes IG, Duarte MA. Influence of preflaring on the accuracy of length determination with four electronic apex locators. *J Endod.* 2009;35(9):1300-1302.

- De-Deus G, Namen F, Galan J Jr. Reduced long-term sealing ability of adhesive root fillings after water-storage stress. *J Endod.* 2008;34(3):322–325.
- De-Deus G, Paciornik S, Pinho Mauricio MH, Prioli R. Real-time atomic force microscopy of root dentine during demineralization when subjected to chelating agents. *Int Endod J.* 2006;39(9):683-692.
- Derkson GD, Pashley DH, Derkson ME. Microleakage measurement of selected restorative materials: a new *in vitro* method. *J Prost Dent.* 1986;56(4):435–440.
- Dippel HW, Borggreven JM, Hoppenbrouwers PM. Morphology and permeability of the dentinal smear layer. *J Prost Dent.* 1984;52(5):657-662.
- Dotto SR, Travassos RM, de Oliveira EP, Machado ME, Martins JL. Evaluation of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) solution and gel for smear layer removal. *Aust Endod J.* 2007;33(2):62-65.
- Douglas WH, Zakariasen KL. Volumetric assessment of Apical leakage, utilizing a spectrophotometric dye recovery method. *J Dent Res.* 1981;60(suppl):438.
- Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J.* 1984;17(4):192-198.
- Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL. Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. *J Endod.* 2006;32(6):527–531.
- Dykewicz MS, McGrath KG, Davison R, Kaplan KJ, Patterson R. Identification of patients at risk for anaphylaxis due to streptokinase. *Arch Intern Med.* 1986;146(2):305-307.
- Eick JD, Johnson LN, Fromer JR, Good RJ, Neumann AW. Surface topography: its influence on wetting and adhesion in a dental adhesive system. *J Dent Res.* 1972;51(3):780–788.
- EL Ayouti A, Weiger R, Lost C. The ability of Root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic length. *J Endod.* 2002;28(2):116-119.
- Eldeniz AU, Erdemir A, Kurtoglu F, Esener T. Evaluation of pH and calcium ion release of Acroseal sealer in comparison with Apexit and Sealapex sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(3):86-91.
- Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *J Endod.* 2005;31(4):293-296.
- Eliasson ST, Haasken B. Radiopacity of impression materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1979;47(5):485-491.
- Ercan E, Ozekinci T, Atakul F, Gül K. Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: *in vivo* study. *J Endod.* 2004;30(2):84-87.

- Erdem B, Vibrio. Mutlu G, İmir T, Cengiz AT, Ustaçelebi Ş, Tümbay E, Mete Ö, editör. *Temel ve Klinik Mikrobiyoloji*'de. Ankara: Güneş Kitabevi Ltd Şti, 1999:517-525.
- Erickson RL. Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper Dent.* 1992;5(suppl):81-94.
- Estrela C, Estrela CR, Decurcio DA, Hollanda AC, Silva JA. Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. *Int Endod J.* 2007;40(2):85-93.
- Evans JT, Simon HS: Evaluation of apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. *J Endod.* 1986;12(3):101-107.
- Ferguson DB, Marley JT, Hartwell GR. The effect of chlorhexidine gluconate as an endodontic irrigant on the apical seal: long-term results. *J Endod.* 2003;29(2):91-94.
- Fernandes EGR, de Queiroz AAA, Abraham GA, Roman JS. Antithrombogenic properties of bioconjugate streptokinase-polyglycerol dendrimers. *J Mat Sci: Mat Med.* 2006;17(2):105–111.
- Foschi F, Cavrini F, Montebugnoli L, Stashenko P, Sambri V, Prati C. Detection of bacteria in endodontic samples by polymerase chain reaction assays and association with defined clinical signs in Italian patients. *Oral Microbiol Immunol.* 2005;20(5):289-295.
- Fouad AF, Reid LC. Effect of using electronic apex locators on selected endodontic treatment parameters. *J Endod.* 2000;26(6):364-370.
- Francci CE. Early microleakage in combined silver amalgam/composite resin restoration in posterior teeth: an in vivo study [thesis]. Sao Paulo, SP, Brazil: University of Sao Paulo; 1995. In Portuguese.
- Fromm J, Rockel B, Lautner S, Windeisen E, Wanner G. Lignin distribution in wood cell walls determined by TEM and backscattered SEM techniques. *J Struct Biol.* 2003;143(1):77-84.
- Gernhardt CR, Eppendorf K, Kozłowski A, Brandt M. Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. *Int Endod J.* 2004;37(4):272-280.
- Giardino L, Ambu E, Becce C, Rimondini L, Morra M. Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *J Endod.* 2006;32(11):1091-1093.
- Giardino L, Ambu E, Savoldi E, Rimondini R, Cassanelli C, Debbia EA. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, MTAD, and Tetraclean against *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod.* 2007;33(7):852-855.

- Giardino L, Savoldi E, Ambu E, Rimondini R, Palezona A, Debbia EA. Antimicrobial effect of MTAD, Tetraclean, Cloreximid, and sodium hypochlorite on three common endodontic pathogens. *Indian J Dent Res.* 2009;20(3):391-395.
- Goldberg F, de Sílvia AC, Mantré S, Natri N. In vitro measurement accuracy of an electronic apex locator in teeth with simulated apical root resorption. *J Endod.* 2002;28(6):461-463.
- Goldberg F, Artaza LP, De Sílvia A. Apical sealing ability of a new glass ionomer root canal sealer. *J Endod.* 1995;21(10):498-500.
- Goldberg F. Evaluación Clínica del Root ZX em determinación de la conductometria. *Rev Asoc Odontol Arg.* 1995;83(1):180 -182.
- Goldberg F, Frajlich S, Kuttler S, Manzur E, Briseño-Marroquín B. The evaluation of four electronic apex locators in teeth with simulated horizontal oblique root fractures. *J Endod.* 2008;34(12):1497-1499.
- Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg, Oral Med Oral Pathol.* 1981;52(2):197-204.
- Goldman M, DeVitre R, Tenca J. Cement distribution and bond strength in cemented posts. *J Dent Res.* 1984;63(12):1392-1395.
- Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. *J Endod.* 1982;8(11):487-492.
- Goldman M, Simmonds S, Rush R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989;67(3):327-332.
- Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2001;34(6):424-428.
- Gordon MP, Chandler NP. Electronic apex locator. *Int Endod J.* 2004;37(7):425-437.
- Green D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1960;13(6):728-733.
- Gempel M, Antoniazzi JH, Paiva JG. Determinacao da permeabilidade dentinaria radicular natural de dentes humanos anteriores, Segundo a faixa etaria e o tipo de corante utilizado. *Rev Paul Odontol.* 1990;12(1):4-14.
- Grossman LI, Meiman BW. Solution of pulp tissue by chemical agents. *J Am Dent Assoc.* 1941;28(2):223-225.
- Guerisoli DM, Marchesan MA, Walmsley AD, Lumley PJ, Pecora JD. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *Int Endod J.* 2002;35(5):418-421.



- Guerreiro-Tanomaru JM, Morgental RD, Faria-Junior NB, Berbert FL, Tanomaru-Filho M. Antibacterial effectiveness of peracetic acid and conventional endodontic irrigants. *Braz Dent J.* 2011;22(4):285-287.
- Guise GM, Goodell GG, Imamura GM. In vitro comparison of three electronic apex locators. *J Endod.* 2010;36(2):279-281.
- Gutierrez JH, Aguayo P. Apical foraminal openings in human teeth (number and location). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995;79(6):769-777.
- Gutman JL, Hovland EJ. Problems in root canal obturation. In: Gutman JL, Dumsha TC, Lovdahl PE, Hovland EJ, editors. *Problem Solving in Endodontics*, III. Baski, St Louis, The Mosby Company, 1997;123-155.
- Haapasalo M, Orstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res.* 1987;66(8):1375-1379.
- Haikel Y, Freymann M, Fanti V, Claisse A, Poumier F, Watson M. Apical microleakage of radiolabeled lysozyme over time in three techniques of root canal obturation. *J Endod.* 2000;26(3):148-152.
- Harrison JW, Wagner GW, Henry CA. Comparison of the antimicrobial effectiveness of regular and fresh scent Clorox. *J Endod.* 1990;16(7):328-230.
- Harrison JW. Irrigation of the root canal system. *Dent Clin North Am.* 1984;28(4):797-808.
- Hauman CH, Love RM. Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 2. Root-canal-filling materials. *Int Endod J.* 2003;36(3):147-160.
- Haznedaroğlu F, Ersev H. Tetracycline HCl solution as a root canal irrigant. *J Endod.* 2001;27(12):738-740.
- Heard F, Walton RE. Scanning electron microscope study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. *Int Endod J.* 1997;30(5):323-331.
- Hems RS, Gulabivala K, Ng YL, Ready D, Spratt DA. An in vitro evaluation of the ability of ozone to kill a strain of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2005;38(1):22-29.
- Herrera M, Abalos C, Planas AJ, et al. Influence of apical constriction diameter on Root ZX apex locator precision. *J Endod.* 2007;33(8):995-998.
- Himel VT, Cain C. An evaluation of two electronic apex locators in a dental student clinic. *Quintessence Int.* 1993;24(11):803-806.

- Hirai VH, Neto UX, Westphalen VP, Perin CP, Carneiro E, Fariniuk LF. Comparative analysis of leakage in root canal fillings performed with gutta-percha and Resilon cones with AH Plus and Epiphany sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;109(2):131-135.
- Hoer D, Attin T. The accuracy of electronic working length determination. *Int Endod J.* 2004;37(2):125-131.
- <http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9926645>.
- Hugo WB, Russell AD. *Biology of Microorganisms*. In: *Pharmaceutical microbiology*. Hugo WB, Russell AD, editors. 3rd edition, Malden, Massachusetts, USA, Blackwell Scientific Publications. 1983;33-35, 51.
- Hülsmann M, Rummelin C, Schäfers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *J Endod.* 1997;23(5):301-306.
- Inoue S, Yoshimura M, Tinkle JS, Marshall FJ. A 24-week study of the microleakage of four retrofilling materials using a fluid filtration method. *J Endod.* 1991;17(8):369-375.
- İnan U. Üç farklı kök kanal dolgu tekniğinin elektrokimyasal ve boya penetrasyon yöntemleriyle apikal sızdırmazlıklarının incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun, 2005.*
- Jarrett IS, Marx D, Covey D, Karmazin M, Lavin M, Gound T. Percentage of canals filled in apical cross sections - an in vitro study of seven obturation techniques. *Int Endod J.* 2004;37(6):392-398.
- Jenkins JA, Walker WA, Schindler WG, Flores CM. An in vitro evaluation of the accuracy of the root ZX in the presence of various irrigants. *J Endod.* 2001;27(3):209-211.
- Johal S, Baumgartner JC, Marshall JG. Comparison of the antimicrobial efficacy of 1.3% NaOCl/BioPure MTAD to 5.25% NaOCl/15% EDTA for root canal irrigation. *J Endod.* 2007;33(1):48-51.
- Johnson DJ. Root canal filling materials. In: Ingle IJ, Bakland LK, Baumgartner JC, editors. *Ingle's Endodontics 6*, 6. Baskı, Hamilton, BC Decker. 2008;1019-1052.
- Johnson WT, Kulild JC. Obturation of the cleaned and shaped root canals system. In: Hargreaves KM, Cohen S, editors. *Cohen's Pathways of the pulp*. 10th edition, St. Louis, USA, Mosby -Year Book Inc., 2011;349-388.
- Joshi C, Ponnappa KC. Effect of various irrigating solutions on working length determination by electronic apex locator: in vitro study. *J Int Oral Health.* 2011;3(5):59-66.
- Junqueira LC. Study designs. In: Junqueira LC., Carneiro J, Kelley RO. *Basic histology* 7th edition, Lange, Los Altos, CA, Appleton&Lange, 1992;1-7.

- Kang J, Kim SK. Accuracies of seven different apex locators under various conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(4):57-62.
- Karagöz- Küçükay I, Bayırlı G: An apical leakage study in the presence and absence of the smear layer. *Int Endod J.* 1994;27(2):87-93.
- Karagöz-Küçükay I. Endodontide “Apikal sızıntı inceleme yöntemleri” I. Bölüm. *Dicle Üni Diş Hek Fak Derg.* 1991;2(2):65-79.
- Kaufman AY, Greenberg I. Comparative study of the configuration and the cleanliness level of root canals prepared with the aid of sodium hypochlorite and bis-dequalinium-acetate solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1986;62(2):191-197.
- Kaufman AY, Tagger M, Katz A, Yosef A. Life and AH26 as sealers in thermatically compacted gutta-percha root canal fillings: leakage to a dye. *J Endod.* 1989;15(2):68-71.
- Kersten HW, Moorer WR. Particles and molecules in endodontic leakage. *Int Endod J.* 1989;22(3):118-124.
- Khedmat S, Shokouhinejad N. Comparison of the efficacy of three chelating agents in smear layer removal. *J Endod.* 2008;34(5):599-602.
- Kidd EA. Microleakage: a review. *J Dent.* 1976;4(5):199-206.
- Kim E, Lee SJ. Electronic apex locator. *Dent Clin North Am.* 2004;48(1):35–54.
- Kim YJ, Chandler NP. Determination of working length for teeth with wide or immature apices: a review. *Int Endod J.* 2012;22(2):1-9
- King KT, Anderson RW, Pashley DH, Pantera EA Jr. Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings. *J Endod.* 1990;16(7):307-310.
- Kinirons MJ. Candidal invasion of dentine complicating hypodontia. *Br Dent J.* 1983;154(12):400-401.
- Kontakiotis EG, Tzanetakis GN, Loizides AL. A 12-month longitudinal in vitro leakage study on a new silicon-based root canal filling material (Gutta-Flow). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(6):854-859.
- Krajczar K, Gyula M, Gabor G, Vilmos T. Comparison of radiographic and electrical working length determination on palatal and mesio-buccal root canals of extracted upper molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(2):90-93.
- Krause TA, Liewehr FR, Hahn CL. The antimicrobial effect of MTAD, sodium hypochlorite, doxycycline, and citric acid on *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2007;33(1):28–30.
- Kuttler Y. Microscopic investigation root apices. *J Am Dent Assoc.* 1955;50(5):544-552.

- Lea CS, Apicella MJ, Mines P, Yancich PP, Parker MH. Comparison of the obturation density of cold lateral compaction versus warm vertical compaction using the continuous wave of condensation technique. *J Endod.* 2005;31(1):37-39.
- Lim TS, Wee TY, Choi MY, Koh WC, Sae-Lim V. Light and scanning electron microscopic evaluation of Glyde File Prep in smear layer removal. *Int Endod J.* 2003;36(5):336-343.
- Limkangwalmongkol S, Burtscher P, Abbott PV, Sandler AB, Bishop BM. A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. *J Endod.* 1991;17(10):495-499.
- Limkangwalmongkol S, Abbott PV, Sandler AB. Apical dye penetration with four root canal sealers and gutta-percha using longitudinal sectioning. *J Endod.* 1992;18(11):535-539.
- Lloyd A, Thompson J, Gutmann JL, Dummer PM. Sealability of the Trifecta technique in the presence or absence of a smear layer. *Int Endod J.* 1995;28(1):35-40.
- Lucena- Martín C, Robles-Gijón V, Ferrer-Lugue CM, Mondelo JMM. In vitro evaluation of the accuracy of three electronic apex locators. *J Endod.* 2004;30(4):231-233.
- Lucena-Martín C, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, Robles-Gijón V, Navajas-Rodríguez de Mondelo JM. A comparative study of apical leakage of Endomethasone, Top Seal, and Roeko Seal sealer cements. *J Endod.* 2002;28(6):423-426.
- Lyroudia KM, Dourou VI, Pantelidou OC, Labrianidis T, Pitas IK. Internal root resorption studied by radiography, stereomicroscope, scanning electron microscope and computerized 3D reconstructive method. *Dent Traumatol.* 2012;18(3):148-152.
- MacDonald JB, Hare GC, Wood AW. The bacteriologic status of the pulp chambers in intact teeth found to be nonvital following trauma. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1957;10(3):318-322.
- Machado-Silveiro LF, González-López S, González-Rodríguez MP. Decalcification of root canal dentine by citric acid, EDTA and sodium citrate. *Int Endod J.* 2004;37(6):365-369.
- Mader C, Baumgartner JC, Peters D. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canals walls. *J Endod.* 1984;10(10):477-483.
- Madison S, Wilcox LR. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part III. In vivo study. *J Endod.* 1988;14(9):455-458.
- McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod.* 1975;1(7):238-242.
- McComb D, Smith DC. Comparison of physical properties of polycarboxylate-based and conventional root-canal sealers. *J Endod.* 1976;2(8):228-235.

- Meares WA, Steiman HR. The influence of sodium hypochlorite irrigation on the accuracy of the Root ZX electronic apex locators. *J Endod.* 2002;28(8):595-598.
- Menezes MM, Valera MC, Jorge AOC, Koga-Ito CY, Camargo CHR, Mancini MNG. In vitro evaluation of the effectiveness of irrigants and intracanal medicaments on microorganisms within root canals. *Int Endod J.* 2004;37(5):311-319.
- Menezes AC, Zanet CG, Valera MC. Smear layer removal capacity of disinfectant solutions used with and without EDTA for the irrigation of canals: a SEM study. *Pesqui Odontol Bras.* 2003;17(4):349-355.
- Mercade M, Duran-Sindreu F, Kuttler S, Roig M, Durany N. Antimicrobial efficacy of 4.2% sodium hypochlorite adjusted to pH 12, 7.5, and 6.5 in infected human root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;107(2):295-298.
- Meryon SD, Tobias RS, Jakeman KJ. Smear removal agents: a quantitative study in vivo and in vitro. *J Prosthet Dent.* 1987;57(2):174-179.
- Metzger Z, Basrani B, Goodis HE. Instruments, materials and Devices. In: Hargreaves KM, Cohen S editors. *Cohen's Pathways of the pulp.* 10th edition, St. Louis, USA, Mosby -Year Book Inc., 2011; 223-282.
- Mısırlıgil A. Sterilizasyon ve dezenfeksiyon yöntemleri. Cengiz AT, Mısırlıgil A, Aydın M (editörler). *Tıp ve Diş Hekimliğinde Genel ve Özel Mikrobiyoloji.* Ankara, Güneş Kitabevi, 2004:303-19.
- Miguita KB, Cunha RS, Davini F, Fontana CE, Bueno CES. Comparative analysis of two electronic apex locators in working length determination at endodontic therapy – an in vitro study. *RSBO.* 2011;8(1):25-29.
- Miletić I, Devčić N, Anić I, Borčić J, Karlović Z, Osmak M. The cytotoxicity of RoekoSeal and AH plus compared during different setting periods. *J Endod.* 2005;31(4):307-309.
- Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J.* 2008;58(6):329-341.
- Moodnik RM, Dorn SO, Feldman MJ, Levey M, Borden BG. Efficacy of biomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study. *J Endod.* 1976;2(9):261-266.
- Mozayeni MA, Javaheri GH, Poorroosta P, Ashari MA, Javaheri HH. Effect of 17% EDTA and MTAD on intracanal smear layer removal: a scanning electron microscopic study. *Aust Endod J.* 2009;35(10):13–17.
- Nagayoshi M, Kitamura C, Fukuizumi T, Nishihara T, Terashita M. Antimicrobial effect of ozonated water on bacteria invading dentinal tubules. *J Endod.* 2004;30(11):778-781.

- Nawal RR, Parande M, Sehgal R, Naik A, Rao NR. A comparative evaluation of antimicrobial efficacy and flow properties for Epiphany, Guttaflow and AH-Plus sealer. *Int Endod J.* 2011;44(4):307-313.
- Neglia R, Ardizzoni A, Giardino L, Ambu E, Grazi S, Calignano S, Rimoldi C, Righi E, Blasi E. Comparative in vitro and ex vivo studies on the bactericidal activity of Tetraclean, a new generation endodontic irrigant, and sodium hypochlorite. *New Microbiol.* 2008;31(1):57-65.
- Niu W, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J.* 2002;35(11):934-939.
- Ohara P, Torabinejad M, Kettering JD. Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *Endod Dent Traumatol.* 1993;9(3):95-100.
- Oishi A, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Electronic detection of root canal constrictions. *J Endod.* 2002;28(5):361-364.
- Oizumi M, Suzuki T, Uchida M, Furuya J, Okamoto Y. In vitro testing of a denture cleaning method using ozone. *J Med Dent Sci.* 1998;45(2):135-139.
- Okumuş NG, Karaosman S, Kıyan E, İşsever H, Arseven O. Komplike parapnömonik plevral efüzyon ve ampiyemde intraplevral streptokinaz etkinliği. *Türk Toraks Derg.* 2010;11(3):10-13.
- Oliveira DC, Coelho OR, Paraschin K, Ferraroni NR, Zolner Rde L. Angioedema related to the use of streptokinase. *Arq Bras Cardiol.* 2005;85(2):131-134
- Oliveira DP, Barbizam JVB, Trope M, Teixeira FB. In vitro antibacterial efficacy of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007(5);103:702-706.
- Oliver CM, Abbott PV. Entrapped air and its effects on dye penetration of voids. *Endod Dent Traumatol.* 1991;7(3):135-138.
- Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Bernardineli N, et al. A preliminary study of the percentage of sealer penetration in roots obturated with the Thermafil and RealSeal-1 obturation techniques in mesial root canals of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(6):961-968.
- Ørstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Top.* 2005;12(1):25-38.
- Önal B, Özata F, Diekwisch TGH. Diş sert dokularında taramalı elektron mikroskobu atlası. İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi, 2003;1-27.
- Pagavino G, Giachetti L, Nieri M, Giuliani V, Scaminaci Russo D. The percentage of gutta-percha-filled area in simulated curved canals when filled using Endo Twinn, a new heat device source. *Int Endod J.* 2006;39(8):610-615.

- Pagavino G, Pace R, Baccetti T. A SEM study of in vivo accuracy of the Root ZX electronic apex locator. *J Endod.* 1998;24(6):438-441.
- Palazzi F, Morra M, Mohammadi Z, Grandini S, Giardino L. Comparison of the surface tension of 5.25% sodium hypochlorite solution with three new sodium hypochlorite-based endodontic irrigants. *Int Endod J.* 2012;45(2):129-135.
- Paqué F, Sirtes G. Apical sealing ability of Resilon/Epiphany versus gutta-percha/AH Plus: immediate and 16-months leakage. *Int Endod J.* 2007;40(9):722-729.
- Pascon EA, Leonardo MR, Safavi K, Langeland K. Tissue reaction to endodontic materials: methods, criteria, assessment, and observations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1991;72(2):222-237.
- Pashley DH. Smear layer: physiological and treatment considerations. *Oper Dent.* 1984;3(suppl):13-29.
- Pashley DH, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent.* 1981;46(5):531-517.
- Paul R, Paul M, Paul G, Mittal A. Comparison of accuracy of Root ZX and Propex II apex locator: An in-vitro study. *Endodontology.* 2011;23(2):22-27.
- Pecora JD, Guimaraes LF, Savioli RN. Surface tension of several drugs used in endodontics. *Braz Dent J.* 1991;13(2):123-127.
- Pecora JD, Sousa-Neto MD, Guerisoli DMZ, Marchesan MA. Effect of reduction of the surface tension of different concentrations of sodium hypochlorite solutions on radicular dentine permeability. *Braz Dent J.* 1998;3(2):38-40.
- Perez F, Calas P, de Falguerolles A, Maurette A. Migration of a *Streptococcus sanguis* strain through the root dentinal tubules. *J Endod.* 1993;19(6):297-301.
- Peters OA, Peters CI. Cleaning and shaping of the root canal system. In: Hargreaves KM, Cohen S, editors. *Cohen's Pathways of the pulp.* 10th edition, St. Louis, USA, Mosby -Year Book Inc. 2011; 283-348.
- Peters OA, Barbakow F. Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques: a scanning electron microscopic study. *J Endod.* 2000;26(1):6-10.
- Pinna L, Brackett MG, Lockwood PE, et al. In vitro cytotoxicity evaluation of a self-adhesive, methacrylate resin-based root canal sealer. *J Endod.* 2008;34(9):1085-1088.
- Plotino G, Grande NM, Brigante L, Lesti B, Somma F. Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and ApexLocator and Propex. *Int Endod J.* 2006;39(5):408-414.
- Pommel L, Jacquot B, Camps J. Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. *J Endod.* 2001;27(5):347-349.

- Pratten DH, McDonald NJ. Comparison of radiographic and electronic working lengths. *J Endod.* 1996;22(4):173-176.
- Ram Z. Chelation in root canal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1980;49(1):64-74.
- Reddy KN, Markus G. Mechanism of activation of human plasminogen by streptokinase. Presence of active center in streptokinase-plasminogen complex. *J Biol Chem.* 1972;247(6):1683-1691.
- Riccuci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature Review. *Int Endod J.* 1998;31(6):384-393.
- Riccuci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2: a histological study. *Int Endod J.* 1998;31(6):394-409.
- Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod.* 1980;6(1):421-424.
- Rôças IN, Siqueira JF Jr, Santos KR. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod.* 2004;30(5):315-320.
- Ruddle CJ. New directions in endodontics. Interview. *Dent Today.* 2002;21(2):74-81.
- Ruff ML, McClanahan SB, Babel BS. In vitro antifungal efficacy of four irrigants as a final rinse. *J Endod.* 2006;32(4):331-333.
- Sachin SM, Kamra AI, Banga KS. Evaluation of quality of apical seal in Resilon/Epiphany SE, gutta-percha/AH Plus and gutta-percha / tubli-seal EWT -filled by dye leakage approach - An in vitro study. *Endodontology.* 2011;23(2):61-67.
- Sadeghi S, Abolghasemi M. The accuracy of the Raypex 5 electronic apex locator using stainless-steel hand K-file versus nickel-titanium rotary Mtwo file. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2010;15(5):788-790.
- Sadr Lahijani MS, Raoof Kateb HR, Heady R, Yazdani D. The effect of German chamomile (*Marticaria recutita* L.) extract and tea tree (*Melaleuca alternifolia* L.) oil used as irrigants on removal of smear layer: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J.* 2006;39(3):190-195.
- Saito K, Webb TD, Imamura GM, Goodell GG. Effect of shortened irrigation times with 17% ethylene diamine tetra-acetic acid on smear layerremoval after rotary canal instrumentation. *J Endod.* 2008;34(8):1011-1014.
- Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Ørstavik D. Bacterial pene-tration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. *Int Endod J.* 2008;41(1):32-40.
- Sassone LM, Fidel R, Fidel S, Vieira M, Hirata R Jr. The influence of organic load on the antimicrobial activity of different concentrations of NaOCl and chlorhexidine in vitro. *Int Endod J.* 2003;36(12):848-852.



- Scelza MF, Pierro V, Scelza P, Pereira M. Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA, and citric acid on smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98(4):499-503.
- Scelza MF, Teixeira AM, Scelza P. Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;95(2):234-236.
- Schäfer E, Zandbiglari T. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. *Int Endod J.* 2003;36(10):660-669.
- Sedgley CM, Lennan SL, Clewell DB. Prevalence, phenotype and genotype of oral enterococci. *Oral Microbiol Immunol.* 2004;19(2):95-101.
- Sen BH, Safavi KE, Spångberg LS. Antifungal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine in root canals. *J Endod.* 1999;25(4):235-238.
- Sen BH, Chugal NM, Liu H, Fleischmann J. A new method for studying the adhesion of *Candida albicans* to dentin in the presence or absence of smear layer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;96(2):201-206.
- Sen BH, Safavi KE, Spångberg LS. Colonization of *Candida albicans* on cleaned human dental hard tissues. *Arch Oral Biol.* 1997;42(7):513-520.
- Sen BH, Wesselink PR, Türkün M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J.* 1995;28(3):141-148.
- Sena NT, Gomes BP, Vianna ME, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CC, et al. In vitro antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against selected single-species biofilms. *Int Endod J.* 2006;39(11):878-885.
- Serper A, Calt S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *J Endod.* 2002;28(7):501-502.
- Shabahang S, Goon WWY, Gluskin AH. An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator. *J Endod.* 1996;22(11):616-618.
- Shabahang S, Pouresmail M, Torabinejad M. In vitro antimicrobial efficacy of MTAD and sodium hypochlorite. *J Endod.* 2003;29(7):450-452.
- Shabahang S, Torabinejad M. Effect of MTAD on *Enterococcus faecalis* contaminated root canals of extracted human teeth. *J Endod.* 2003;29(9):576-579.
- Sharifian MR, Shokouhinejad N, Aligholi M, Jafari Z. Effect of chlorhexidine on coronal microleakage from root canals obturated with Resilon-Epiphany SE. *J Oral Sci.* 2010;52(1):83-87.
- Shibli JA, Marcantonio E, d'Avila S, Guastaldi AC, Marcantonio E Jr. Analysis of failed commercially pure titanium dental implants: a scanning electron microscopy and energy-dispersive spectrometer x-ray study. *J Periodontol.* 2005;76(7):1092-1099.

- Shipper G, Ørstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod.* 2004;30(5):342-347.
- Shipper G, Teixeira FB, Arnold RR, Trope M. Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or resilon. *J Endod.* 2005;31(2):91-96.
- Silveira LF, Petry FV, Martos J, Neto JB. In vivo comparison of the accuracy of two electronic apex locators. *Aust Endod J.* 2011;37(2):70-72.
- Siqueira JF Jr, Rocas IN. Clinical implications and microbiology of bacteria persistence after treatment procedures. *J Endod.* 2008;34(11):1291-1301.
- Siqueira JF Jr, Rocas IN. Causes of endodontic treatment failure. In: *Treatment of endodontic infections.* Siqueira JF Jr Edt. Berlin, Germany, Quintessence Publishing, 2011;137-158.
- Siqueira JF Jr, Batista MM, Fraga RC, de Uzeda M. Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. *J Endod.* 1998;24(6):414-416.
- Siqueira JF Jr, Rôças IN, Riche FN, Provenzano JC. Clinical outcome of the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis using an antimicrobial protocol. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(5):757-762.
- Sjögren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod.* 1990;16(10):498-504.
- Souza EM, Pappen FG, Shemesh H, Bonanato-Estrela C, Bonetti-Filho I. Reliability of assessing dye penetration along root canal fillings using methylen blue. *Aust Endod J.* 2009;35(3):158-163
- Spangberg LS, Acierno TG, Yongbum Cha B. Influence of entrapped air on accuracy of leakage studies using dye penetration methods. *J Endod.* 1989;15(11):548-551.
- Spångberg LS, Barbosa SV, Lavigne GD. AH 26 releases formaldehyde. *J Endod.* 1993;19(12):596-598.
- Spanó JC, Barbin EL, Santos TC, Guimarães LF, Pécora JD. Solvent action of sodium hypochlorite on bovine pulp and physico-chemical properties of resulting liquid. *Braz Dent J.* 2001;12(3):154-7.
- Spratt DA, Pratten J, Wilson M, Gulabivala K. An in vitro evaluation of the antimicrobial efficacy of irrigants on biofilms of root canal isolates. *Int Endod J.* 2001;34(4):300-307.
- Sriamornsak P, Thirawong N. Use of back-scattered electron imaging as a tool for examining matrix structure of calcium pectinate. *Int J Pharm.* 2003;267(1-2):151-156.

- Stewart GG, Kapsimalas P, Rappaport H. EDTA and urea peroxide for root canal preparation. *J Am Dent Assoc.* 1969;78(2):335-358.
- Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod.* 2010;36(9):1558-1562.
- Stoll R, Urban-Klein B, Roggendorf MJ, Jablonski-Momeni A, Strauch K, Frankenberger R. Effectiveness of four electronic apex locators to determine distance from the apical foramen. *Int Endod J.* 2010;43(9):808-817.
- Stratton RK, Apicella MJ, Mines P. A fluid filtration comparison of gutta-percha versus Resilon, a new soft resin endodontic obturation system. *J Endod.* 2006;32(7):642-645.
- Sundqvist G, Figdor D. Endodontic treatment of apical periodontitis. In: Orstavik D, Pitt Ford T, eds. *Essential Endodontology.* Oxford, UK: Blackwell Science Ltd, 1998; 242–277.
- Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998;85(1):86-93.
- Takeda FH, Harashima T, Kimura Y Matsumoto K. Comparative study about the removal of smear layer by three types of laser devices. *J Endod.* 1998;16(2):117-122.
- Takeda FH, Harashima T, Kimura Y Matsumoto K. Comparative study removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. *Int End J.* 1999;32(1):32-39.
- Takeda FH, Harashima T, Kimura Y Matsumoto K. Efficacy of Er: YAG laser irradiation in removing debris and smear layer on root canal walls. *J Endod.* 1998;24(8):548-551.
- Tanomaru-Filho M. Antibacterial efficacy of endodontic irrigating solutions and their combinations in root canals contaminated with *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112(3):396-400.
- Tanomkiat W, Galassi W. Barium sulfate as contrast medium for evaluation of postoperative anastomotic leaks. *Acta Radiol.* 2000;41(5):482-485.
- Taşman F, Çehreli ZC, Ogan C, Etikan I. Surface tension of root canal irrigants. *J Endod.* 2000;26(10):586–587.
- Teixeira FB, Teixeira EC, Thompson J, Leinfelder KF, Trope M. Dentinal bonding reaches the root canal system. *J Esthet Restor Dent.* 2004;16(6):348–354.
- Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *Int Endod J.* 2005;38(5):285-290.

- Thomas AS, Hartwell GR, Moon PC. The accuracy of the Root ZX electronic apex locator using stainless-steel and nickel-titanium files. *J Endod.* 2003;29(10):662-663.
- Tınaz AC, Kıvanç B, Çınar S, Tazegül S. İki yeni nesil apeks bulucunun invitro karşılaştırılması. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2006;16(1):30-33.
- Tınaz AC. Kanal tedavisinde çalışma boyutu. *GÜ Diş Hek Fak Derg.* 2001;18(2):31-37.
- Tınaz AC. Kök kanal tedavisinde çalışma boyutunun belirlenmesi. Alaçam T. Editör, *Endodonti'de*, 1. Baskı, Ankara, Özyurt Matbaacılık. 2012;515-528.
- Timpawat S, Vongsavan N, Messer HH. Effect of the smear layer on apical microleakage. *J Endod.* 2001;27(5):351-353.
- Torabinejad M, Cho Y, Khademi AA, Bakland LK, Shabahang S. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *J Endod.* 2003;29(4):233-239.
- Torabinejad M, Handysides R, Khademi A, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;94(6):658-666.
- Torabinejad M, Johnson WB (2003) Irrigation Solution and Methods for Use. US Patent & Trademark Office. United States Patent Application 20030235804.
- Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, et al. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod.* 2003;29(3):170-5.
- Torabinejad M, Rastegar FA, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial leakage of Mineral Trioxide Aggregate as a root end filling material. *J Endod.* 1995;21(3):109-112.
- Torabinejad M, Shabahang S, Aprecio RM, Kettering JD. The antimicrobial effect of MTAD: an invitro investigation. *J Endod.* 2003;29(6):400-403.
- Tselnik M, Baumgartner JC, Marshall JG. An evaluation of root ZX and elements diagnostic apex locators. *J Endod.* 2005;31(7):507-509.
- Tunga U, Bodrumlu E. Assessment of the sealing ability of a new root canal obturation material. *J Endod.* 2006;32(9):876-878.
- Tünerir B, Şenel M, Beşoğul Y, Sevin B, Kural T, Aslan R. Akut Derin Ven Trombozunun Başlangıç Tedavisinde Streptokinaz ve Heparinin Karşılaştırılması. *Osman Gazi Üni Tıp Fak GKDC Derg.* 1998;6(2):240-248.
- Türköz E, Alimzhanova G, Bala O, Deniz H, Değim T. Deneysel bir irrigasyon solüsyonunun farklı konsantrasyonlarının smear tabakasını kaldırmadaki etkisinin incelenmesi (pilot çalışma). *Türk Endodon. Dern.* 9. Uluslararası Bilimsel Kongresi. İstanbul, 2004. ab.109.

- Valois CRA, De Castro AJR. Comparison of the apical sealing ability of four root canal sealers. *J Braz Endod.* 2002;3(11):317-322.
- Vanzillotta PS, Soares GA, Bastos IN, Simão RA, Kuromoto NK. Potentialities of Some Surface Characterization Techniques for the Development of Titanium Biomedical Alloys. *Mat Res.* 2004;7(3): 437-444.
- Vassiliadis LP, Sklavounos SA, Stavrianos CK. Depth of penetration and appearance of Grossman sealer in the dentinal tubules: an in vivo study. *J Endod.* 1994;20(8):373-376.
- Vivacqua-Gomes N, Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. *Int Endod J.* 2002;35(9):791-795.
- von Fraunhofer JA, Fagundes DK, McDonald NJ, Dumsha TC. The effect of root canal preparation on microleakage within endodontically treated teeth: an in vitro study. *Int Endod J.* 2000;33(4):355-360.
- Waltimo TM, Orstavik D, Sirén EK, Haapasalo MP. In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *Int Endod J.* 1999;32(6):421-429.
- Wayman BE, Kopp WM, Pinero GJ, Lazzari EP. Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. *J Endod.* 1979;5(9):258-265.
- Weiss E, Shahlav M, Fuss Z. Assessment of antimicrobial activity of endodontic sealers by a direct contact test. *Endod Dent Traumatol.* 1996;12(4):179-184.
- Welk AR, Baumgartner JC, Marshall JG. An in vivo comparison of two frequency-based electronic apex locators. *J Endod.* 2003;29(8):497-500.
- Wesselink P, Bergenholtz G. Treatment of the necrotic pulp. In Bergenholtz G, Horsted-Bindslev P, Reit C. *Text book of endodontology.* Oxford, USA, Blackwell Munksgaard, 2003,156-174.
- White RR, Goldman M, Lin PS. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. *J Endod.* 1987;13(8):369-374.
- White RR, Hays GL, Janer LR. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *J Endod.* 1997;23(4):229-331.
- Williamson AE, Cardon JW, Drake DR. Antimicrobial susceptibility of monoculture biofilms of a clinical isolate of *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2009;35(1):95-97.
- Wilson MI, Hall J. Incidence of yeasts in root canals. *J Br Endod Soc.* 1968;2(4):56-59.
- Wimonchit S, Timpawat S, Vongsavan N. A comparison of techniques for assessment of coronal dye leakage. *J Endod.* 2002;28(1):1-4.

- Winn W Jr, Allen S, Janda W, Koneman E, Procop G, Schreckenberger P, Woods G. Gram-Positive Cocci: Part I. In: Koneman's Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology, Winn W Jr, Allen S, Janda W, Koneman E, Procop G, Schreckenberger P, Woods G, eds. 6th edition, Philadelphia, USA, Lippincott Williams & Wilkins. 2006; 624-648.
- Wrbas KT, Ziegler AA, Altenburger MJ, Schirrmeister JF. In vivo comparison of working length determination with two electronic apex locators. *Int Endod J.* 2007;40(2):133-138.
- Wu MK, DeGee AJ, Wesselink PR, Moorer WR. Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int Endod J.* 1993;26(4):203-208.
- Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part 1. Methodology, application and relevance. *Int Endod J.* 1993;26(1):37-43.
- Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *Int Endod J.* 1994;27(5):233-238.
- Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. *J Dent.* 1998;26(7):585-589.
- Yamada M, Fukusako S, Kawanami T, Sawada I, Horibe A. Surface Tension of Aqueous Binary Solutions. *Int J Thermophys.* 1997;18(6):1483-1493.
- Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electronmicroscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions. Part 3. *J Endod.* 1983;9(4):137-142.
- Yamanaka Y, Shigetani Y, Yoshiba K, Yoshiba N, Okiji T. Immunohistochemical analysis of subcutaneous tissue reactions to methacrylate resin-based root canal sealers. *Int Endod J.* 2011;44(7):669-675.
- Yang SF, Rivera EM, Watson RE, Baumgardner KR. Canal debridement: effectiveness of NaOCl and Ca(OH)<sub>2</sub> as medicament. *J Endod.* 1996;22(10):521-525.
- Yatsushiro JD, Baumgartner JC, Tinkle JS. Longitudinal study of the microleakage of two root-end filling materials using a fluid conductive system. *J Endod.* 1998;24(11):716-719.
- Zaimoğlu L, Kalaycı A, Aslan B. İki farklı kök kanal patının dentin kanallarına penetrasyonunun incelenmesi. *AÜ Diş Hek Fak Derg.* 1997;24(1):19-25.
- Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod.* 2006;32(5):389-98.
- Zmener O, Pameijer CH, Serrano SA, Vidueira M, Macchi RL. Significance of moist root canal dentin with the use of methacrylate-based endodontic sealers: an in vitro coronal dye leakage study. *J Endod.* 2008;34(1):76-79.
- Zou L, Shen Y, Li W, Haapasalo M. Penetration of sodium hypochlorite into dentin. *J Endod.* 2010;36(5):793-796.

## **ÖZGEÇMİŞ**

**Adı Soyadı:** Ersan ÇİÇEK

**Doğum Yeri:** Göksun/KAHRAMANMARAŞ

**Medeni Hali:** Evli

**Bildiği Yabancı Diller:** İngilizce

**Eğitim Durumu:** Doktora/Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2008-2012

**Çalıştığı Kurum:** OMÜ Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, 2008-2012

**İletişim Bilgileri:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Atakum/SAMSUN

**Tel:** 0536 364 55 91

**e-mail:** ersancicek@gmail.com