

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TETRASİKLİN İZOMERLERİ, ASİT VE DETERJAN
KARIŞIMINDAN OLUŞAN BİR AJANIN KÖK KANAL
DOLGUSUNUN APİKAL SIZINTISI VE PUSH-OUT
BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİNİN
GELENEKSEL YIKAMA AJANLARIYLA
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Hüseyin ERTAŞ**

**Tezi Yöneten
Doç. Dr. Burak SAĞSEN**

**Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı
Doktora Tezi**

**Mart 2011
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TETRASİKLİN İZOMERLERİ, ASİT VE DETERJAN
KARIŞIMINDAN OLUŞAN BİR AJANIN KÖK KANAL
DOLGUSUNUN APİKAL SIZINTISI VE PUSH-OUT
BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİNİN
GELENEKSEL YIKAMA AJANLARIYLA
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Hüseyin ERTAŞ**

**Tezi Yöneten
Doç. Dr. Burak SAĞSEN**

**Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı
Doktora Tezi**

**Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
B-873 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**Mart 2011
KAYSERİ**

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim döneminde ve tezimin tüm aşamalarında göstermiş oldukları bilimsel katkı ve desteklerinden dolayı tez danışmanım sayın Doç. Dr. Burak SAĞSEN' e

Anabilim Dalı başkanımız sayın Doç. Dr. Özgür Er, ve bölüm hocamız sayın Yrd. Doç. Dr. Orçun Zorba' ya;

Mesai arkadaşlarıma;

Hiçbir zaman maddi-manevi desteklerini esirgemeyerek sürekli yanımda olan ailem, sevgili eşim Elif ve biricik oğlum Cevdet Kerem'e sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

**TETRASİKLİN İZOMERLERİ, ASİT VE DETERJAN KARIŞIMINDAN
OLUŞAN BİR AJANIN KÖK KANAL DOLGUSUNUN APİKAL SIZINTISI VE
PUSH-OUT BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİNİN GELENEKSEL
YIKAMA AJANLARIYLA KARŞILAŞTIRILMASI**

ÖZET

Bu çalışmanın amacı dört farklı kök kanal irrigasyon ajanının kök kanal dolgusunun apikal mikrosızıntısı ve *push-out* bağlanma dayanımı üzerine etkisinin değerlendirilmesidir. Bu çalışma için periodontal nedenlerle çekilmiş 120 maksiller santral kesici diş kullanılmıştır. Kron kısımları kesildikten sonra 13 mm uzunluğunda kök boyları elde edilen dişler altı deney grubuna ayrılmıştır. Kök kanal preperasyonları ProTaper döner NiTi eğe sistemi ile hazırlanmış ve kanal enstrümanları arasında Grup 1: 1 ml %1 NaOCl, Grup 2: %17 EDTA, Grup 3: %1 NaOCl + %17 EDTA, Grup 4: %2 klorheksidin ve Grup 5: salin solüsyonları ile irrig edilmiştir. Son irrigasyon ajanı olarak her grup için aynı solüsyonlar 5'er ml kullanılmıştır. Üretici firmanın talimatına göre MTAD grubu (Grup 6) için dişler her eğe arasında %1,3 NaOCl ile irrig edilmiş, son irrigasyon ajanı olarak 5 ml MTAD ile irrig edilmiştir. Kök kanallarının tamamı lateral kondensasyon tekniği ile AH Plus kanal patı ve güta-perka konları kullanılarak doldurulmuş ve kök kanal patının sertleşmesi için 37°C % 100 nemli ortamda 3 gün beklenmiştir. Sıvı filtrasyon modeli ile apikal sızıntı değerlendirildikten sonra, her dişin *push-out* bağlanma dayanımının değerlendirilmesi için kökler 1 mm kalınlıkta kesitlere ayrılmıştır. Kök kanal dolgusunu kanaldan ayırmak için uygulanan kuvvet universal test cihazı kullanılarak 0,5 mm/dak. hızda uygulanmıştır. Deney grupları arasındaki sonuçların değerlendirilmesi için tek yönlü varyans analizi ve çoklu karşılaştırmalar için Tukey testi kullanılmıştır. Apikal sızıntı değerlendirmelerinin sonuçları irrigasyon solüsyonlarının kök kanal dolgu patlarının sızdırmazlığı üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını göstermiştir ve %1 NaOCl, 17 % EDTA +1 % NaOCl, %2 klorheksidin, salin ve MTAD solüsyonları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P > ,05). MTAD ile irrig edilen kök kanalları %1 NaOCl, % 17 EDTA + %1 NaOCl, % 2 klorheksidin ve salin solüsyonlarına göre anlamlı oranlarda daha düşük *push-out* bağlanma dayanımı göstermiştir (P < ,05). Diğer gruplar arasında anlamlı fark görülmemiştir (P > ,05). Bu çalışmada, in vitro şartlar altında, kök kanal dolgusunun bağlanma kalitesinin MTAD ile irrigasyon yapılan grupta azalırken, apikal sızdırmazlığının etkilenmediği görüldü.

Anahtar kelimeler: İrrigasyon ajanı, MTAD, apikal sızıntı, sıvı filtrasyon, *push-out*

**THE COMPARISON OF THE EFFECT OF AN IRRIGATION AGENT
CONSIST OF A MIXTURE OF A TETRACYCLINE ISOMER, AN ACID AND A
DETERGENT AND CONVENTIONAL IRRIGATION AGENTS ON THE
APICAL LEAKAGE AND PUSH-OUT BOND STRENGTH OF ROOT CANAL
TREATMENT**

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of four different root canal irrigation solutions on the apical microleakage and push-out bond strengths of root canal fillings. One hundred and twenty maxillary central incisor teeth, extracted for periodontal reasons, were selected for this study. After the decoronation of the teeth, the root lengths were adjusted to 13mm and teeth were divided into six experimental groups. Root canal preparations were made with ProTaper rotary system and between each file root canals were irrigated with 1ml of 1 % NaOCl (Group 1), 17 % EDTA (Group 2), 17 % EDTA + 1 % NaOCl (Group 3), 2 % chlorhexidine (Group 4) and saline (Group 5) solution. For the final flush, root canals were irrigated with 5ml of same solutions. According to manufacturer instructions, in the MTAD group (Group 6) root canals were irrigated with 1,3 % NaOCl between the each file and 5ml of MTAD for the final flush. All the root canals were filled with AH Plus sealer and gutta-percha cones using a cold lateral condensation technique and the roots were left in 37°C 100 % humidity for the sealers to set. After the apical leakage assessment with a fluid filtration model, each tooth was prepared for push-out assessment by using root slices of 1 mm thickness. Loading was performed on a universal testing machine at a speed of 0,5 mm/min. One-way analysis of variance and Tukey test for multiple comparisons were used to compare the results among the experimental groups.

The results of the evaluation of apical leakage showed that; irrigation solutions had no effect on the apical leakage of root canal fillings. The differences among the groups irrigated with 1 % NaOCl, 17 % EDTA and 1 % NaOCl, 2 % chlorhexidine, saline and MTAD were not statistically significant ($P > ,05$). The root fillings of the groups irrigated with MTAD showed significantly lower push-out bond strength values than the groups irrigated with 1 % NaOCl, 17 % EDTA and 1 % NaOCl, 2 % chlorhexidine and saline ($P < ,05$). There was no significant difference among the other groups ($P > ,05$).

Under the present in vitro conditions, the adhesive quality of the root canal dentin was decreased by the MTAD irrigation but the sealing ability was not affected.

Key words: Irrigation agent, MTAD, apical leakage, fluid filtration, push-out

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa no</u>
İÇ KAPAK	I
KABUL ONAY SAYFASI	II
TEŞEKKÜR	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
İÇİNDEKİLER	VI
KISALTMALAR	VIII
TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1 ENDODONTİDE SMEAR TABAKASI	4
2.2 KÖK KANAL İRRİGASYONU	6
2.2.1 Sodyum Hipoklorit (NaOCl)	7
2.2.2 Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA)	10
2.2.3 Klorhekzidin Glukonat	14
2.2.4 MTAD	19
2.3 KÖK KANALLARINDA MİKROSIZINTI	20
2.3.1 Boyaları kullanan sızıntı değerlendirme teknikler	21
2.3.2 Bakteriyel Mikrosızıntı Çalışmaları	23
2.3.3 Gaz Kromatografi Tekniği	24
2.3.4 Radyoizotop Tekniği (Otoradyografi Tekniği)	25
2.3.5 Elektro-Kimyasal Teknik	25
2.3.6 Endotoksin Sızıntı Tekniği	25
2.3.7 Sıvı Filtrasyon Tekniği	26
2.3.8 Glikoz Filtrasyon Testi	27
2.4 KÖK KANAL DENTİNİNE ADEZYON VE ADEZYONU	
ETKİLEYEN FAKTÖRLER	27
2.4.1 Adezyonun Test Edilmesinde Kullanılan Yöntemler	28

	<u>Sayfa no</u>
3. GEREÇ VE YÖNTEM.	31
3.1 DİŞ ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI.	31
3.2 SIVI FİLTREASYON ÖLÇÜMÜ.....	33
3.3 KANAL DOLGUSUNUN BAĞLANMA DAYANIMININ PUSH-OUT TEST METODU İLE ÖLÇÜLMESİ.....	35
3.4 İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	42
4. BULGULAR.....	43
4.1 APİKAL MİKROSIZINTI ÖLÇÜMLERİNE AİT BULGULAR.....	43
4.2 KANAL İRRİGASYON AJANLARININ KANAL DOLGUSUNUN BAĞLANMA DAYANIMLARINA AİT BULGULAR	44
4.3 BAĞLANMA DAYANIMI İLE SIZINTI DEĞERLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ BULGULARI.....	48
4.4. KIRILMA BULGULARI	49
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	57
6. KAYNAKLAR	75
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

KISALTMALAR

- MTAD : Tetrasiklin, asit ve deterjan karışımı (Mixture of Tetracyclin, Acid and Detergent)
- SEM : Scanning Electron Microscope (Tarama Elektron Mikroskobu)
- NaOCl : Sodyum Hipoklorit
- EDTA : Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
- EDTAC : Etilen Diamin Tetra Asetik Asit artı deterjan (cetavlon)
- REDTA : Sulu bir taşıyıcı içinde sodyum hidroksitle tamponlanmış EDTA
- Rc-Prep : REDTA ve üre peroksit
- LAL : Limulus Amebocyte Lysate (Yengeçlerden elde edilen bir enzim)
- MPa : Mega Pascal
- F : Uygulanan kuvvet (Newton)
- r : Kök kanalının yarı çapı (mm)
- h : Kök kesitinin yüksekliği (mm)
- ANOVA : Tek yönlü varyans analizi (one way analysis of variance)
- TEM : Transmission electron microscopy (Transmisyon Elektron Mikroskobu)
- ADA : American Dental Association (Amerikan Diş Hekimleri Birliği)

TABLO, ŞEKİL, RESİM VE GRAFİK LİSTESİ

	<u>Sayfa no</u>
Tablo 4. 1. Çalışmada kullanılan irrigasyon ajanlarının apikal sıvı filtrasyon değerleri	44
Tablo 4. 2. Koronal bölgeye ait bağlanma dayanımı değerleri (MPa)	45
Tablo 4. 3. Köklerin orta bölgesine ait bağlanma dayanımı değerleri (MPa)	46
Tablo 4. 4. Apikal bölgede bağlanma dayanımı değerleri (MPa)	47
Tablo 4. 5. Apikal, orta ve koronal bölgelerin üçlü ortalama bağlanma dayanımı değerleri	48
Tablo 4. 6. Sızıntı ve bağlanma değerleri arasındaki ilişki ve p değerleri	49
Tablo 4. 7. Koronal bölgeye ait kırılma tipi bulguları	49
Tablo 4. 8. Orta bölgeye ait kırılma tipi bulguları	50
Tablo 4. 9. Apikal bölgeye ait kırılma tipi bulguları	50
Şekil 3. 1. Sıvı filtrasyon düzeneginin sematik gösterimi	34
Şekil 3. 2. Kök dentin kesitlerinin alındığı seviyeler (Koronal, Orta ve Apikal)	37
Şekil 3. 3. Push-out test düzeneğinin sematik gösterimi	41
Resim 2. 1. EDTA molekülünün kimyasal gösterimi	10
Resim 2. 2. Klorheksidin molekülünün kimyasal gösterimi	14
Resim 3. 1. Kök kanal preparasyonunda kullanılan X-Smart ve ProTaper sistemleri	31
Resim 3. 2. Mikropipet içerisindeki baloncuğun ölçüm esnasındaki hareketi	35
Resim 3. 3. Kök kesitlerinin hazırlanılmasında kullanılan Mikrotom cihazı	36
Resim 3. 4. Köklerin Mikrotom cihazına yerleştirilmesi	38
Resim 3. 5. Elde edilen koronal, orta ve apikal kök kesitlerinden örnekler	38
Resim 3. 6. Push-out testinde kullanılan parçalar	39
Resim 3. 7. Push-out testi	39
Resim 3. 8. Bilgisayar kontrollü maksimum yükleme kapasitesi 100N olan hassas yük hücrelerine sahip Instron test cihazı	40
Resim 4. 1. NaOCl + EDTA grubuna ait SEM görüntüsü	51
Resim 4. 2. NaOCl + EDTA grubuna ait SEM görüntüsü	51
Resim 4. 3. NaOCl grubuna ait SEM görüntüsü	52
Resim 4. 4. NaOCl grubuna ait SEM görüntüsü	52

	<u>Sayfa no</u>
Resim 4. 5. Klorheksidin grubuna ait SEM görüntüsü	53
Resim 4. 6. Klorheksidin grubuna ait SEM görüntüsü	53
Resim 4. 7. İzotonik grubuna ait SEM görüntüsü	54
Resim 4. 8. İzotonik grubuna ait SEM görüntüsü	54
Resim 4. 9. EDTA grubuna ait SEM görüntüsü	55
Resim 4. 10. EDTA grubuna ait SEM görüntüsü	55
Resim 4. 11. MTAD grubuna ait SEM görüntüsü	56
Resim 4. 12. MTAD grubuna ait SEM görüntüsü	56
Grafik 4. 1. Çalışmada kullanılan irrigasyon ajanlarının sıvı filtrasyon değerleri	44
Grafik 4. 2. Koronal bölgeye ait bağlanma dayanımı değerleri (MPa)	45
Grafik 4. 3. Köklerin orta bölgesine ait bağlanma dayanımı değerleri (MPa)	46
Grafik 4. 4. Apikal bölgeye ait bağlanma dayanımı bulguları (MPa)	47
Grafik 4. 4. Köklerin ortalama bağlanma dayanımı bulguları (MPa)	48

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kök kanal tedavisi, kron ve kök pulpasının tamamının çıkarılmasını takiben kök kanalının biyomekanik şekillendirilmesi, çeşitli irritanlardan temizlenmesi ve dezenfeksiyonu ile kök ucuna kadar hermetik bir şekilde doldurulması işlemlerinin tümüne verilen isimdir (1). Kök kanal tedavisinin temel amacı kök kanal sisteminin temizlenmesi, üç boyutlu olarak şekillendirilip doldurularak tekrar enfekte olmasının önlenmesidir (2).

Kök kanalları üzerinde yapılan mikroskobik incelemeler kanalların çok sayıda sonlanmalar ve lateral kanallar içerdiğini göstermiştir (2). Bunun yanında çok sayıda dentin tübülü kök kanalına açılır (2). Travma veya çürük nedeniyle dental pulpada patolojik değişiklikler meydana geldiğinde, kök kanal sistemi pek çok bakteri türü ve toksinleri ile enfeksiyona yatkın hale gelir (2). Kök kanalında mevcut mikroorganizmalar kök kanal sisteminin yalnızca anatomik düzensizliklerine invaze olmaz, ayrıca dentin tübüllerine de invaze olurlar ve yetersiz bir kök kanal tedavisi sonrası canlı kalarak kök kanallarını tekrar enfekte ederler (3).

Kanalların tam olarak doldurulmasının kolaylaştırılması için kök kanallarının şekillendirilmesinde pek çok enstrümantasyon tekniği öne sürülmüştür (2). Ancak bu tekniklerin kök kanal sistemini tamamen temizleyip dezenfekte edebilme kabiliyetlerine daha az dikkat gösterilmiştir. Çalışmalar, günümüzde kullanılan enstrümantasyon metodlarının özellikle de döner alet tekniklerinin kök kanal duvarlarını ve dentin tübül açıklıklarını kaplayan bir smear tabakası oluşturduklarını göstermiştir (4, 5). Smear tabakası, nekrotik materyaller, mikroorganizmalar ve odontoblast uzantılarının

parçalarını içeren inorganik ve organik materyallerden oluşur (2). Smear tabakası varlığı dentin tübüleri ve kök kanal sistemindeki düzensizlikler içerisinde kanal medikamanının penetrasyonunu ve kök kanal dolgu materyallerinin prepare edilen kök kanal duvarlarına tam olarak adaptasyonunu engeller (6). Smear tabakasının kaldırılması için irrigasyon ajanlarının kullanılması önerilmektedir. Araştırmacıların bir bölümü (7-12) smear tabakasının mevcut olmamasının apikal sızıntı üzerinde bir etkisi olmadığını ileri sürerken bir bölümü de (13-20) kaldırılmasının tıkamayı arttıracaklarını ileri sürmektedir.

Çok ciddi kimyasal ve mekanik preparasyonlardan sonra bile mikroorganizmalar kök kanallarındaki dentin tübüllerinde kalabilirler. Bundan dolayı, bu bakterilerin ve toksinlerinin mükemmel bir apikal kapatma ile periapikal dokulara ulaşmaması arzu edilen bir durumdur (21, 22). Apikal sızıntı endodontik tedavi başarısızlıklarının en yaygın nedeni olarak kabul edilir ve farklı kök kanal dolgu teknikleri, kanal patlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri ve smear tabakasının varlığı veya yokluğu gibi birçok faktörden etkilenir (21). Koronal sızıntıda, kök kanalı, ağız ortamındaki bakteriler ile kontakta bağlı olarak veya tübüllerdeki açıklık gibi çeşitli faktörlerle tekrar kontamine olabilir (23, 24).

İn vitro olarak kapatma kapasitesini değerlendirmeye çalışan metotlar, doldurulmuş kanalda iz bırakan sızıntı ajanlarının ölçümüne dayanır. Genel olarak kullanılan işaretleyiciler boya, radyoizotoplar, bakteriler ve bakteri toksinleridir. Bakteriler klinik ortamda meydana gelen sızıntıyı en yakın taklit eden işaretleyicilerdir (25-27). Sıvı filtrasyonu veya boya çıkartma gibi diğer metotlar da kullanılır, bu tekniklerin avantajları yüksek oranda tekrarlanabilmeleridir (21, 28-30).

Kök kanal dolgularının bağlanma dayanımları germe, makaslama ve push-out yöntemleri ile değerlendirilebilir. Klinik koşulları daha iyi taklit edebilmesi nedeniyle push-out testi son yıllarda ön plana çıkmıştır. Apikal veya koronal yönden sızıntı halen klinik bir problem olarak karşımıza çıkmakta ve başarısızlığın esas sebebi olarak görülmektedir. Sızıntının değerlendirilmesinde birçok farklı test yöntemi kullanılmış fakat hiçbiri en geçerli yöntem olarak kabul görmemiştir. Tüm bu yöntemler, seçilen test metodu ve uygulama tekniği, gerçeğe uygunluğu ve istatistiksel analiz yöntemleri açısından eleştirilmektedir (31).

İrrigasyon ajanlarının kanal tedavisinin başarısı üzerinde önemli rol oynadığı bir çok çalışmada gösterilmiştir. Bu tez çalışmasının amacı nispeten yeni bir kök kanal irrigasyon ajanı olan tetrasiklin, asit ve deterjan karışımı (MTAD)'nin NaOCl, EDTA ve klorheksidine kıyasla kök kanal dolgusunun apikal sızıntısına ve bağlanma dayanımına etkisini araştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. ENDODONTİDE SMEAR TABAKASI

Endodontik tedavinin biyomekanik preparasyon safhasında kanal duvarları yüzeyinde şekillenen ve biriken debris smear tabakası olarak adlandırılır. Smear tabakasının oluşumunda fiziksel ve kimyasal faktörler rol alır. Kesim, eğeleme ve aşındırma işlemleri esnasında yüzeyde parçalanan organik ve inorganik materyallerin dış dokularında birikmesi sonucu smear tabakası meydana gelmektedir.

Smear tabakası 1963 yılında Boyde ve Stewart (32) tarafından prepare edilmiş mine yüzeyinde, 1975 yılında ise Mc Comb ve Smith (33) tarafından prepare edilmiş kök kanal duvarında gözlemlenmiştir. Bu tabaka SEM'de amorf, irregüler ve granüler şekilde görülmektedir (34). Smear tabakasının yapısı ve fonksiyonu hakkında çeşitli araştırmalar yapmış olan Pashley (35), smear tabakasının yaklaşık 0,05-10 µm çapında partiküllerden oluştuğunu belirtmiştir.

Smear tabakası; dentin dokusuna gevşek olarak bağlanan, intertübüler alanlar ve tübül ağzıklarını tıkayan yüzeysel smear ve dentin tübüllerine giren derin smear materyali olmak üzere iki kısımdan oluşur (36). Tübüller içerisindeki birikimin frezlerin ve endodontik enstrümanların hareketinden dolayı oluştuğu ileri sürülmektedir (37).

Kök kanallarındaki smear tabakasının fark edilmesinden ve bildirilmesinden 35 yıl geçmesine rağmen (33), kanal tedavisi esnasında bırakılması hala tartışılmaktadır. Bazı araştırmacılar tarafından (38-40), smear tabakasının dentin tübüllerini tıkadığını ve bakteri ve toksin penetrasyonunu engellediği savunulmaktadır. Bunun tersine, bazı

uzmanlar (41-43), smear tabakasının kanal irrigasyon ajanlarının ve medikamanlarının dentin tübüllerine penetrasyonunu engelleyerek kanal dezenfeksiyonu üzerinde çok olumsuz etkileri olduğunu, bakteriler için bir sığınak oluşturduğunu ve kök kanal dolgu materyallerinin dentin tübüllerine penetrasyonuna engel olarak uygun tıkamamın engellenmesi gibi nedenlerden dolayı smear tabakasının tamamen kanaldan uzaklaştırılması gerektiğini savunmaktadırlar. Pashley (44), içerisinde bakteri barındıran 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. Haapasalo ve Ørstavik (45) kök kanal enfeksiyonunun bakterilerin dentin tübüllerine invazyonunun bir sonucu olduğunu ve smear tabakasının uzaklaştırılması ile kanal içi dezenfeksiyon işlemlerine katkıda bulunduğunu savunmaktadırlar.

Kök kanal duvarındaki smear tabakası, patların adezyonu ve penetrasyonuna engel teşkil eden fiziksel bir bariyer görevi görmektedir (46). Pashley (44), smear tabaka kaldırıldığında mikrosızıntının azaldığını fakat dentin permeabilitesinin arttığını rapor etmiştir. Araştırmacıların bir bölümü (7-12) smear tabakasının mevcut olmamasının apikal sızıntı üzerinde bir etkisi olmadığını ileri sürerken bir bölümü de (13-20) kaldırılmasının tıkamayı arttıracaklarını ileri sürmektedir.

Birçok araştırmacının smear tabakasının kaldırılması gerektiğini savunan fikirleri şu şekildedir:

- 1- Büyük bir kısmı sudan oluştuğu için smear tabakasının boyutları tahmin edilemez (18)
- 2- Bakteri ve nekrotik doku ihtiva eder (33, 47-49)
- 3- Bakterilerin dentin tübüllerinin derinliklerine ilerlemesine yardımcı olur (50)
- 4- Dezenfeksiyon ajanlarının, kanal medikamanlarının ve kanal dolgu materyallerinin dentin tübüllerine penetrasyonunu kısıtlar (33, 47-49)

Smear tabakasını kaldırmak için organik asitler ve şelasyon ajanları gibi çok sayıda kimyasal madde kullanılmaktadır (51).

Smear tabakasının organik ve inorganik yapılardan oluşmasından dolayı bu tabakayı demineralize edecek tek bir solüsyon mevcut değildir. Bu nedenle organik ve inorganik çözücülerin birlikte kullanımı tavsiye edilmektedir (34).

2.2. KÖK KANAL İRRİGASYONU

Endodontik tedavinin başarısı kök kanallarının mekanik preparasyonu, irrigasyonu ve dezenfeksiyonunu takiben, sızdırmaz biçimde doldurulması gibi işlemlerin tam ve eksiksiz biçimde yerine getirilmesine bağlıdır (1). Kök kanallarının temizlenip şekillendirilmesinde, genişletme için enstrümanların kullanımı yanında, işlemin tamamlayıcı bir bölümü olarak irrigasyonun da yapılması gerekir (1).

Kanal irrigasyonu, endodontik tedavinin en önemli basamaklarından biridir. İrrigasyon solüsyonları, mekanik genişletmenin etkinliğini arttırmak için de kullanılır (52) ve avantajları şu şekilde sıralanır (3, 53):

1. Kök kanalındaki debris, pulpa dokusu, enfekte materyal, yumuşak ve sert doku artıkları kullanılan irriganın yapısına bağlı olarak mekanik veya hem mekanik hem de kimyasal olarak uzaklaştırılmasını sağlarlar.
2. Kullanılan irrigasyon ajanlarının çoğu antimikrobiyal etkinliğe sahiptirler.
3. Kök kanal sistemindeki organik ve inorganik doku artıklarının çözülmesini sağlarlar.
4. Kök kanalında lubrikasyon sağlayarak kanal aletlerinin daha rahat çalışmasını ve kesme etkinliklerinin artmasını sağlarlar.
- 5) Smear tabakasının uzaklaştırılmasını sağlarlar.
- 6) Mekanik preparasyon metodları ile ulaşılamayan alanların temizlenmesini sağlarlar.
- 7) Yukarıdaki imkanların sağlanması ile kanal dolgusunun daha çabuk, kolay ve emin bir şekilde uygulanabilmesi mümkün olur.

İdeal bir irrigasyon ajanında olması gereken özellikler ise (6, 54, 55):

- 1) Organik ve inorganik doku artıklarını çözebilmelidir.
- 2) Periapikal ve intraoral dokulara antijenik, toksik ve karsinojenik etki göstermemelidir.
- 3) Yüzey gerilimi düşük olmalıdır.
- 4) Lubrikasyon özelliği göstererek enstrümanların kanalda çalışmasını kolaylaştırmalıdır.
- 5) Dezenfektan özelliği taşımalıdır ve bu özelliğini kullanım sonrası kök kanallarında devam ettirebilmelidir.

- 6) Smear tabakasını kaldırırken dentin dokusunda aşırı erozyon ve renklenme gibi olumsuz etkileri olmamalıdır.
- 7) Kanal dolgu maddesinin kök kanal duvarına bağlanmasına olumsuz etkisi olmamalıdır.
- 8) Daimi koronal restorasyonların pulpa odası duvarına bağlanma kuvvetine olumsuz etki göstermemelidir.
- 9) Dişin rengini değiştirmemelidir.
- 10) Uygulanması kolay olmalıdır.
- 11) Maliyeti düşük olmalıdır.
- 12) Raf ömrü uzun olmalıdır.

Kök kanalının preparasyonunda sıklıkla kullanılan irrigasyon solüsyonları: Sodyum hipoklorit (NaOCl), klorheksidin, MTAD, serum fizyolojik, şelasyon ajanları, asitler ve lubrikantlar gibi ajanlardır.

2. 2. 1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Hipokloritler ilk olarak 18. yüzyılın sonlarında endüstriyel beyazlatma ajanı olarak kullanıldı. Koch ve Pasteur'un kontrollu laboratuvar çalışmaları sonucunda 19. Yüzyılın sonlarına doğru dezenfektan olarak kabul gördü (56). Geniş spektrumunun yanında, sporosidal ve virüsidal (57) olması ve nekrotik dokuları canlı dokulardan daha iyi çözebilme kabiliyetine sahip olması (58) gibi özelliklerinden dolayı 1920'li yıllardan itibaren endodontide kullanılan ana irrigasyon ajanı olmuştur.

Organik artıklara karşı iyi çözücü etki göstermesi, antiseptik olması, düşük yüzey gerilimi ile dentin duvarlarına kolayca diffüze olabilmesi ve kolay bulunması, ucuz olması ve raf ömrünün uzun olması gibi avantajlarından dolayı en çok tercih edilen irrigasyon solüsyonudur (54, 59).

Alkali bir solüsyon olan NaOCl'in genellikle endodontik amaçla kullanılan ticari formlarının pH'sı 12 civarındadır (59). Aynı zamanda bu pH değeri solüsyonun kimyasal olarak daha stabil olmasını sağlar (60). Endodontide genel olarak % 0,5 ile % 5,25 arası değişen konsantrasyonları tercih edilmektedir. NaOCl'in konsantrasyonu ile toksisitesi doğru orantılıdır (61). Risk/yarar oranının çok iyi değerlendirilmesi, maksimum antimikrobiyal etki minimum toksisite birlikteliğinin göz önünde

bulundurulması önerilmektedir (61). Bunların yanında % 5,25'lik sodyum hipoklorit dentinin elastikiyet modülünü ve kırılma direncini % 0,5'lik sodyum hipoklorit ve salin solüsyonuna göre anlamlı oranda azaltır (62). *In vitro* çalışmalar sonucunda, % 1'lik NaOCl solüsyonunun endodontik tedavi esnasında gerekli olan pulpa dokusunu çözme etkinliği için yeterli olduğu düşünülmektedir (63).

Yapılan çeşitli çalışmalarda vejetatif bakteriler, spor formlu bakteriler, funguslar, protozoa ve virüslere karşı oldukça etkili olduğu rapor edilmiştir (59, 64).

Antibakteriyel etki mekanizması tam olarak aydınlatılmamasına rağmen genel kanı şu şekildedir;

Ortaya çıkan aktif klor, bakteri hücreesindeki önemli enzimlerin sülfidril gruplarında geri dönüşümü olmayan oksidasyona neden olarak hücrenin metabolik fonksiyonlarını bozmaktadır (64, 65). Solüsyonun ısısını arttırmak, düşük konsantrasyonlu sodyum hipokloritin etkinliğini arttırmak için kullanılan alternatif bir yöntemdir (66, 67). Isı ve pH gibi faktörleri sabit tutarak NaOCl konsantrasyonu artırılırsa antibakteriyel etkinlik de artar (68).

Yeşilsoy ve ark. (69), kök kanallarında sık karşılaşılan mikroorganizmalara karşı % 0,5, % 2,5, % 5,25 konsantrasyonlarındaki NaOCl solüsyonunun etkisini değerlendirmişler, % 5,25 konsantrasyondaki NaOCl'nin bir çok mikroorganizma üzerine etkili olduğunu ve % 0,5 konsantrasyonunda ise etkinliğin en az olduğunu göstermişlerdir.

Siqueira ve ark. (68) yaptıkları *in vitro* çalışmada % 1, % 2,5, % 5,25 konsantrasyonlarındaki NaOCl solüsyonunun *Enterococcus faecalis* üzerindeki antibakteriyel etkinliğini karşılaştırmışlar; enfekte kök kanalında kullanılan üç ayrı NaOCl konsantrasyonunun antibakteriyel etkinliği arasında anlamlı bir fark olmadığını ancak solüsyonun konsantrasyonu arttıkça antibakteriyel etki hızının arttığını bulmuşlardır.

Sen ve ark. (70), % 1 ve % 5'lik NaOCl'nin kök kanallarında antifungal etkisi üzerine yaptıkları *in vitro* çalışmada, her iki konsantrasyondaki NaOCl solüsyonunun bir saat içinde antifungal etkisinin görüldüğünü belirtmişlerdir.

Byström ve Sundquist (71), yaptıkları *in vivo* çalışmada NaOCl'nin % 0,5 ve % 5 konsantrasyonlarını karşılaştırmışlar ve iki solüsyonun antimikrobiyal etkinliği arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Hand ve ark. (72) NaOCl solüsyonunun seyreltilmesinin doku çözücülüğüne etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında, nekrotik doku örneklerine çeşitli konsantrasyonlarda NaOCl solüsyonunu uygulamışlar; % 2,5 NaOCl solüsyonunun % 5,25 konsantrasyondaki NaOCl solüsyonundan yaklaşık 3 kat daha az etkili olduğunu; % 1 ve % 0,5 NaOCl solüsyonlarının ise nekrotik dokuya etki yapmadığını belirlemişlerdir.

Baumgartner ve Cuenin (73) de % 0,5, % 1, % 2,5 ve % 5,25 NaOCl konsantrasyonlarının pulpa artıklarını ve predentini, şekillendirilmemiş kanal duvarlarından tamamen uzaklaştırdığını göstermişlerdir. Bu çalışma NaOCl'in düşük konsantrasyonlarının bile doku çözücü etkisinin olduğunu göstermiştir.

Kök kanalındaki artıkların tam olarak uzaklaştırılabilmeleri için NaOCl, doku artıkları ile direkt temas halinde bulunmalıdır (68).

Bazı araştırmacılar, NaOCl'in % 5,25'lik konsantrasyonunun son derecede sitotoksik olduğunu belirterek, % 0,5'lik konsantrasyonunun ise daha güvenilir olduğunu ancak toksik olmayan % 0,5'lik NaOCl'in *Staphylococcus aerus* üzerine etkili olmadığını belirtmişlerdir (54, 69).

NaOCl'in toksisitesi ile ilgili çalışmalarda çelişkili sonuçlar elde edilmekle birlikte çok sayıda olgu bildiriminde periapikal dokular ve göz, maksiller sinüs gibi çevre doku ve organlarla teması sonucu gelişen, dayanılmaz ağrılarla karakterize şiddetli doku yıkımları rapor edilmiştir (52, 54, 59, 69). Solüsyonun istenmeyen bu etkilerini en aza indirme çabası ile araştırmacılar etkili olduğu bilinen % 2,6 - % 5,25 arasındaki konsantrasyonları yerine çok daha küçük konsantrasyonlarını kullanmışlardır (74). Ancak düşük konsantrasyonlarda sitotoksik ve irrite edici özellikleri yanında, doku çözücü ve antibakteriyel etkilerinin de belirgin biçimde azaldığı gözlenmiştir (52, 74).

Enterococcus faecalis üzerinde yapılan bir çalışmada solüsyonun ısısındaki 25 derecelik artış ile etkisinin 100 kat arttığı gösterilmiştir (63). Bununla birlikte, ısıtılmış NaOCl solüsyonu, dentin talaşları üzerinde yapılan bir çalışmada normal solüsyona göre daha hızlı doku çözücü etki göstermiştir (75). NaOCl' in 45°C' deki % 1'lik solüsyonunun pulpa dokusunu çözme etkisi 20°C'deki % 5,25'lik solüsyonuna eşit bulunmuştur (63). Bununla birlikte, düşük konsantrasyonda ısıtılmış solüsyonun yüksek konsantrasyonlu ısıtılmamış solüsyondan daha az sistemik sitotoksiteye sahip olduğu bildirilmiştir (76).

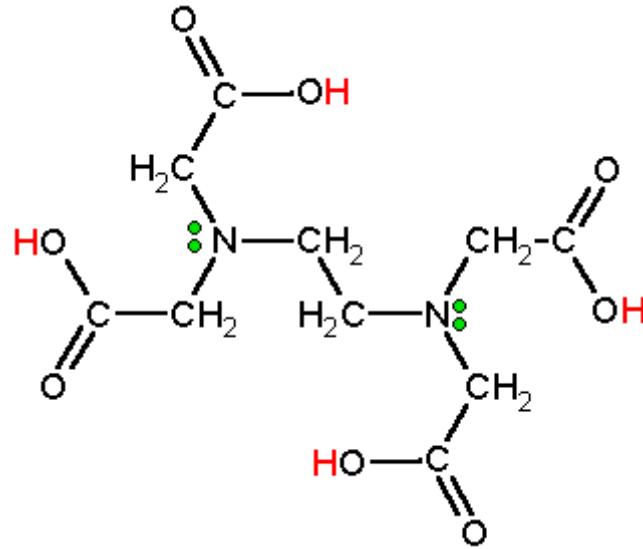
NaOCl irrigasyon ve mekanik preparasyon esnasında periradiküler dokulara bir miktar taşabilmekte ve doku hasarına neden olmaktadır. Oluşan doku cevabı, taşan irritanın hacmine ve konsantrasyonuna bağlıdır (54, 77).

Kimyasal reaksiyonu hızlandırması, kavitasyonel etkisi olması ve daha iyi temizleme etkisi göstermesinden dolayı sodyum hipokloritin ultrasonik aktivasyonu da savunulmaktadır (78).

Bu kapsamda, endodontik çalışmalarda ‘zaman’ yeterince dikkat çekilmeyen bir husustur (79). Sodyum hipoklorit gibi hızlı etki gösteren biyositlerin bile potansiyel etkilerini gösterebilmesi için yeterli zamana ihtiyaç vardır (57).

2. 2. 2. Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA)

EDTA ilk olarak endodontide 1957 yılında Nygaard Ostby tarafından kullanıldığı bildirilmiştir (36). Birkaç yıl sonra EDTA solüsyonunun temizleme ve bakterisidal etkinliğini arttırmak için deterjan eklemiş (cetavlon) ve yeni solüsyonun ismi EDTAC olarak tanıtılmıştır (80). Bu eklemenin amacı, irriganın yüzey gerilimini azaltmak, kök kanal duvarını ıslatma kabiliyetini geliştirmek ve böylece şelatörün dentine penetrasyonunu arttırmak olarak açıklanmıştır.



Resim 2.1. EDTA molekülünün kimyasal gösterimi.

EDTA gibi şelatörler dentin, smear tabakası veya kanal duvarlarındaki kalsiyum ile birleşerek şelat oluşturur. EDTA etilendiamine bağlı dört asetik asit grubu içerir. EDTA'nın toksisite düzeyi oldukça düşüktür (36).

Smear tabakasını kaldırabilmek için irrigasyon ajanı organik ve inorganik yapıların her ikisini de çözebilmedir (2). EDTA, % 5,25'lik sodyum hipoklorit ile değişimli olarak kullanıldığında smear tabakası kökün orta ve koronal 1/3'lüsünden tamamen uzaklaştırılabılmıştır fakat apikal 1/3'te bu kombinasyon yeterince etkili değildir (81). Bunun en önemli nedeni muhtemelen bu bölgeye yeterince irrigasyon solüsyonunun ulaşamamasıdır (2, 81-85). Koronalden apikale doğru kök kanalı boyunca gözlemlenen açık dentin tübülü sayısı azalmaktadır (86). Karşılaştırmalı bir çalışmada karbondioksit veya Er:YAG lazerin smear tabakasını EDTA'dan daha etkili bir şekilde kaldırdığı gösterilmektedir (87). EDTA ve sodyum hipokloritin birlikte kullanılmaları durumunda temizleme (88, 89) ve antimikrobiyal (71) etkinliklerinin tek tek kullanılmalarından daha etkili olduğu gösterilmiştir. Bir başka çalışmada % 8,5 EDTA, % 0,5 NaOCl ve % 17 EDTA ile % 1 NaOCl'in birebir karışımının, şelasyon ve doku çözücü etkileri değerlendirilmiştir. EDTA sodyum hipoklorit ile karıştığında şelasyon etkisini devam ettirebilmektedir fakat sodyum hipokloritin etkisi azalmaktadır (90). Sonuç olarak iki solüsyonun birbirinden ayrı kullanımının klinik olarak daha etkili olacağı bildirilmiştir (90).

% 15 - % 17 arasındaki konsantrasyonlarda kullanılabilen EDTA, özellikle kanalın koronal ve orta 1/3 bölümünde peritübüler dentinin sertliğini azaltmaktadır. Şelasyon ajanları dentindeki kalsiyum iyonlarıyla reaksiyona girerek kalsiyum şelatları oluşturmaktadır. En çok kullanılan şelasyon ajanları; EDTA (etilen diamin tetra asetik asit), REDTA (sulu bir taşıyıcı içinde sodyum hidroksitle tamponlanmış EDTA), RC-Prep (REDTA ve üre peroksit)'tir (54).

Kök kanal irriganı olarak EDTA'nın farklı formülleri kullanılmaktadır. Bir kombinasyonda kök kanalından debrisin çıkışını arttırmak için üre peroksit eklenmiştir (91). Ayrıca bu ürün (RC-Prep, Premier Dental Products, Plymouth Meeting, PA, USA) ileri enstrümantasyon ve irrigasyona rağmen, hermetik tıkanmayı riske atan ve kök kanalı üzerinde kalıntı bırakan mumsu bir yapı içermektedir (92). Birçok çalışma göstermiştir ki pat-tipi şelasyon ajanları lubrikasyon etkisi yaparken, likid EDTA ile karşılaştırıldığında smear tabakayı etkili olarak kaldıramamaktadır (93). Likid EDTA'ya iki yüzey aktif maddenin eklenmesini araştıran son bir çalışma, smear tabakanın kaldırılmasında daha iyi bir sonuca ulaşamamıştır (94).

EDTA solüsyonlarına yüzey gerilimini azaltmak ve solüsyonun penetrasyonunu artırmak için bir kuarterner amonyum bromid bileşiği (setrimit) eklenmiştir. McComb ve Smith (33), bu kombinasyonun (REDTA) enstrümantasyon süresince kullanıldığında, kanalın apikal kısmı dışında smear tabaka kalmadığını rapor etmişlerdir. REDTA'nın *in vivo* kullanımından sonra, kök kanal yüzeyinde çok az yüzeysel debris içeren açık dentinal tübüller görülmüştür (95). Enstrümantasyon esnasında ve sonrasında REDTA kullanıldığında, tübüllerin içerisinde odontoblastik yapıların kalıntılarını görmek mümkündür (96). Goldberg ve Abramovich (49) EDTAC (EDTA ve cetavlon) kullanımı ile sirkumpulpal yüzeyin pürüzsüz bir yapıya ve dentinal tübüllerin düzenli sirküler bir görünüme sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. EDTAC ile kök kanalında önerilen çalışma süresi 15 dk'dır. Daha uzun süre uygulamalarda daha fazla şelasyon aktivitesi beklenmez (97). Aynı zamanda bu çalışmada, REDTA'nın smear tabakayı kaldırmak için en etkili bir irrigasyon ajanı olduğu gösterilmiştir (97). Brannström ve ark. (98) % 0,2'lik EDTA ve yüzey aktif antibakteriyel ajan kombinasyonunun kullanıldığı bir çalışmada, bu solüsyonun birçok dentinal tübül açılmadan ve peritübüler dentin kaldırılmadan smear tabakasının büyük bir kısmını kaldırdığını gözlemlemişlerdir. EDTA'nın nötral pH'daki % 17'lik disodyum tuzu endodontik tedavide sıklıkla tercih edilir (99). EDTA'nın, smear tabakasının inorganik komponentlerini çözmesi nedeniyle bazı araştırmacılar organik artıkların da uzaklaştırılması için NaOCl ile kombine kullanımını tavsiye etmişlerdir (47, 84, 88, 100).

Crumpton ve ark. (101) çalışmalarında, smear tabakasının uzaklaştırılmasında EDTA'nın NaOCl ile kombine kullanımının diğer gruplara göre daha etkili olduğunu göstermişlerdir.

Niu ve ark. (102), EDTA ve EDTA+NaOCl kombinasyonunun dentinde yaptığı etkiyi SEM'de incelemişler ve EDTA'yı takiben NaOCl kullanımının yalnız EDTA kullanımına göre kök kanalından daha fazla debris uzaklaştırdığını rapor etmişlerdir. Böylece kök kanalının genişletilmesi daha kolay bir hale gelir. Bu durum özellikle dar kanallarda önemlidir. EDTA bir şelasyon ajanı olduğundan dekalsifikasyonu gerçekleştirilmede yüksek hidrojen iyonu konsantrasyonlarına bağımlı değildir ve pH 7 civarında etkisini gösterebilmektedir (103).

Serper ve Calt (99) çalışmalarında irrigasyon ajanının pH'sının, konsantrasyonu ve uygulama zamanı kadar önemli olduğunu bildirmişlerdir. Hala şelatörlerin optimal uygulama zamanları bilinmemektedir (104). Goldberg ve Spielberg (97)'e göre optimal şelasyon etkisine 15 dakikadan sonra ulaşılabilir. McComb ve Smith (33), şelatörlerin kanalda 14 saat kalması sonucu iyi bir etkinlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Birçok çalışmada EDTA'nın likit ya da pat şeklinin en etkili temizlik süresinin 1 ile 5 dakika arası olduğu gösterilmiştir (99, 105-108). Başka bir çalışmada, % 8'lik EDTA'nın 3 dakika, % 15'lik EDTA'nın 1 dakika süreyle dentin yüzeyine uygulanması ile smear tabakası ve debris eşdeğer olarak uzaklaştırılmıştır (109). Çalt ve Serper (108) EDTA'nın 1 dakika uygulanmasının smear tabakasını uzaklaştırdığını, 10 dakika uygulanmasının ise dentinde erozyona neden olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Menezes ve ark. (110), % 17'lik EDTA'nın kök dentinine 2 dakika uygulanması sonunda EDTA'nın tüm kök boyunca smear tabakasını azalttığını bildirmişlerdir. EDTA'nın penetrasyon derinliği ile ilgili bir çalışmada 15 dakika ve 24 saatlik uygulama süreleri karşılaştırılmış ve anlamlı bir fark bulunamamıştır (111). Smear tabakası kaldırma miktarı kullanılan şelasyon ajanının pH'sı ve uygulama süresine bağlıdır (112). Birçok çalışma kök kanal dentininin mineral kaybının, sertliğinin ve temizliğinin şelasyon ajanının uygulama süresine bağlı olduğunu doğrulamıştır (99, 107).

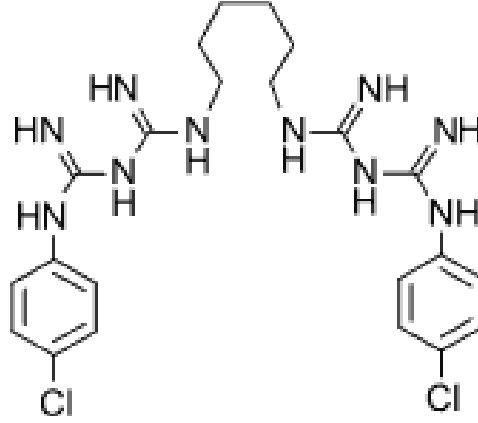
Birçok çalışmada EDTA'nın jel ve likit tiplerinin 1-5 dakika uygulama sürelerinde temizleme etkilerinin iyi olduğu rapor edilmiştir (18, 47, 105, 107, 108). Çalt ve Serper (108) tarafından yapılan bir çalışmada 10 ml EDTA'nın bir dakikalık uygulaması smear tabakasını kaldırmak için yeterli olmuştur, bunun yanında 10 dakikalık uygulama peritübüler ve intratübüler dentinde erozyona neden olmuştur. Bu tarz erozyon Niu ve ark. (102) tarafından EDTA'nın yalnız başına uygulanmasında değil sodyum hipokloritle kombine kullanımında görülmüştür. EDTA 5 dakika içinde dentini 20-30 µm derinliklere kadar dekalsifiye edebilmektedir (80). Bunun yanında Fraser (113) kök kanalı apikal üçlüdeki şelasyon etkisinin ihmal edilebilir olduğunu vurgulamıştır.

Apikal foramenden taşan şelasyon ajanlarının ne derecede enflamatuvar doku cevabına yol açtığı konusunda çok tartışma vardır. Ratlar üzerinde doku reaksiyonunu değerlendirmek için yapılan bir çalışmada EDTA ve EDTAC intramusküler olarak enjekte edilmiş ve % 15'lik EDTAC % 10'luk EDTA'dan daha fazla doku irritasyonuna neden olmuştur (103).

2. 2. 3. Klorheksidin Glukonat

Klorheksidin 1940 ların sonlarına doğru İngiltere’de *Imperial Chemical Industry Ltd.* laboratuvarlarında üretilen bisguanidler arasında antibakteriyel özelliği en fazla olan üründü (114). Tuz formundaki klorheksidin, 1950 lerden bu yana ağız gargaralarında, diş macunları ve sakızlarda oral antiseptik olarak kullanılmaktadır. Klorheksidinin kimyasal formu piyasaya glukonat tuzları olarak sürülen katyonik bis-biguanittir.

Klorheksidin; 5,5-7,0 pH’ya sahip, santral bir heksametilen zincirine bağlı iki adet bisguanidine grubu ve iki adet 4-clorophenyl halkası içeren simetrik, katyonik bir moleküldür (Resim 2. 2). En kararlı hali tuz formu olduğundan dolayı çoğunlukla glukonat, diglukonat, asetat ve hidroklorat formları kullanılmaktadır (115).



Resim 2. 2. Klorheksidin molekülünün kimyasal gösterimi

Klorheksidin glukonat geniş spektrumlu antibakteriyel ajandır. Gram (-) ve Gram (+) organizmalara, funguslar, fakültatif anaeroblar ve aeroblar, bakteriyal sporlar, lipofilik virüsler ve dermatofitlere karşı oldukça etkilidir (115, 116).

Klorheksidin glukonat etkili bir oral antimikrobiyal ajan olarak bilinmektedir. Başta periodontal tedavilerde olmak üzere ve çürük önleyici özelliğinden dolayı rutin olarak kullanılmaktadır (115). Klorheksidin, dişhekimliğinde el dezenfeksiyonunda ve operasyon alanının ekstraoral temizliğinde kullanım alanı bulmuştur (115). Klorheksidinin geniş spektrumlu antimikrobiyal etkisi (117), dayanıklılığı (118, 119) ve nispeten toksik olmadığı (117) gösterilmiştir. Bu özellikler, bu solüsyonun endodontik tedavilerde kullanılma potansiyeli olabileceğini düşündürmüştür.

Klorheksidin, antiseptik özelliğinden dolayı ağız gargarası, subgingival irrigasyon ajanı, jel ve diş macunu olarak, çürük proflaksisinde ve ağız içi enfeksiyonların tedavisinde kullanılmıştır (115, 119).

Pozitif yüklü bir molekül olan klorheksidin, mikroorganizmanın hücre duvarında bulunan negatif yüklü fosfat grupları ile etkileşerek aktif hale gelir ve mikroorganizmalar üzerindeki etkisini bu şekilde gösterir. Bu durum hücre duvarının geçirgenliğini artırır ve klorheksidin mikroorganizmanın hücre duvarından adsorbe olarak hücre içi bileşenlerinin dışarı sızmasına neden olur (64, 69, 115, 116). Klorheksidinin düşük konsantrasyonları fosfor gibi düşük molekül ağırlıklı maddelerin hücre dışına çıkmasına neden olarak bakteristatik etki, yüksek konsantrasyonları ise proteinin çapraz bağı sonucu sitoplazmanın koagülasyonu nedeniyle bakterisit etki gösterir. Klorheksidinin yavaş salınmasından dolayı bakterostatik etkisinin, bakterisit etkisinden daha önemli olduğu düşünülmektedir (77).

Ağız gargarası yapıldıktan sonra yaklaşık aktif içeriğin % 30'u ağızda kalır ve yavaşça oral sıvılara salınır (120). Egelemeden saatler sonra kanal dokuları içerisinde potansiyel koruyucu bir eleman olarak dayanıklı antimikrobiyal etkisi belirlenmiştir (121). Endodontide klorheksidin glukonat kullanma potansiyeli birçok çalışmada gösterilmiştir (69, 116, 122, 123).

Klorheksidin glukonat ve sodyum hipokloritin her ikisi de etkili birer antimikrobiyal ajan iken, klorheksidin glukonatin vital dokulara toksik olmaması gibi nispeten klinik bir avantajı vardır (122). Bu durum klorheksidin glukonatin perforasyonlu, açık apeksli veya izolasyonun zor olduğu dişlerde kullanımı fikrini doğurmuştur. Klorheksidin glukonat kullanımının diğer bir avantajı ise sodyum hipoklorite allerjisi olan hastalarda kullanılabilmesidir (123). Primer endodontik bir irrigan olarak klorheksidin glukonat kullanımının en büyük dezavantajı ise nekrotik pulpa dokusunu çözme kabiliyetinin olmamasıdır.

Oliveira ve ark. (124) % 2 klorheksidin, % 1 NaOCl ve salin solüsyonunun kök kanal dentininin mikrosertliği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında klorheksidin ve NaOCl'in dentin mikrosertliğini anlamlı derecede azalttığını bildirmişlerdir.

Klorheksidin diş mine dokusundaki hidroksiapatite, bakteri ve bakteri kaynaklı ekstrasellüler polisakkaritlere bağlanmaktadır (115, 119).

Klorheksidin çürüğe neden olan *Streptococcus mutans* üzerinde potansiyel baskılayıcı etki göstermektedir. Bu sayede klorheksidin uzun dönem kullanımında çürük miktarında önemli oranda azalma gözlenmiştir (115).

Bir *in vivo* çalışmada, ağızını klorheksidin ile çalkalayan kişilerde, musluk suyu ile çalkalayanlara oranla diş plağında daha az bakteri bulunduğu ve bunun sebebinin ise bakterilerin çoğunun koagüle olmuş sitoplazma ve bozulmuş hücre duvarı nedeniyle dejenere olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (125).

Delany ve ark. (126), klorheksidin kanal içi medikaman ve irrigasyon solüsyonu olarak kullanımlarının, çekilmiş dişlerin kök kanal florası üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında her iki metodla da klorheksidin kök kanalı içerisindeki bakteri sayısını azalttığını göstermişlerdir.

White ve ark. (121) yaptıkları *in vitro* çalışmada, kök kanal enstrümantasyonu sırasında % 2'lik klorheksidin glukonat kullanımının enstrümantasyondan 72 saat sonra bile rezidüel antimikrobial aktivitesinin devam ettiğini göstermiştir.

Leonardo ve ark. (119), nekrotik pulpalı ve kronik periapikal lezyonlu dişler üzerine yaptıkları klinik çalışmada, % 2'lik klorheksidin antimikrobiyal etkinliğini incelemişlerdir. Bu vakalardaki bakteriyel flora anaerobik ve çoğunlukla Gram (-) tir. Bu flora sadece kanal lümeninde değil, kök kanal sisteminin girişinde (apikal sement rezorbsiyon bölgesini de içine alacak şekilde) ve hatta periapikal bölgede bulunur. Enstrümantasyonla yaklaşılamayan bu bölgelerdeki mikroorganizmaları irrigasyon solüsyonu etkisiz hale getirir. *In vitro* ve *in vivo* çalışmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, intra kanal antimikrobiyal aktivitesinden dolayı kök kanallarında irrigasyon solüsyonu olarak % 2'lik klorheksidin glukonat kullanımı önerilmiştir (119, 121, 123).

Klorheksidin glukonat içeren solüsyonların subgingival irrigasyonda yüksek konsantrasyonlarda bile yumuşak dokular üzerinde irrite edici etkileri gözlenmemiştir (74).

Klorheksidin glukonatin solüsyon formu yanında jel formu da dişhekimliğinde kullanılmaktadır. Klorheksidin glukonat jel, *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus* türlerini azaltarak çürük kontrolünü sağlamada, periodontal tedavide Gram (-) ve Gram

(+) bakterilerin gelişmesini kontrol altına almada iyi sonuçlar göstermiştir. Endodontide jel formunun intrakanal medikaman olarak kullanımı önerilmektedir (127).

Gomes ve ark'nın (128) % 2'lik klorheksidin jel ve kalsiyum hidroksitin *Enterococcus faecalis* üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, klorheksidin jel ve kalsiyum hidroksit kombinasyonunun mikroorganizma ile kontakten iki gün sonra *Enterococcus faecalis* gelişimin tamamen inhibe ettiğini gözlemlemişlerdir.

Gomes ve ark'nın (64) aynı konsantrasyondaki klorheksidin glukonatın jel ile solüsyon formu arasında antimikrobiyal özellik olarak anlamlı fark olmadığını bildirmişlerdir.

Ferraz ve ark. (127) NaOCl, klorheksidin solüsyon ve jeli, antimikrobiyal aktivite ve kanal duvarlarını temizleme etkinlikleri yönünden karşılaştırdıkları çalışmalarında; antimikrobiyal etkinliklerinin birbirine benzer olduğunu ve klorheksidin jelin daha temiz dentin duvarları oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmaya göre klorheksidin jel, mekanik etki sonucu artık dokuları uzaklaştırarak kök kanalını daha iyi temizlemiş, lubrikasyon sağlayarak işlemi kolaylaştırmış, kanal aletlerinin kesme etkinliğini arttırmış ve doku çözücü özelliğinin olmamasını kompanse etmiştir.

Rezidüel antimikrobiyal etki sağlamak için kök kanallarının birkaç gün klorheksidin ile temasta kalması önerilmektedir (129). Araştırmacılar bu uygulama için klorheksidin içeren güta-perka konlar ve jeller gibi kontrollü salınım maddeleri geliştirmişlerdir. Bu sistemler sayesinde klorheksidin dış yüzeyi, periodontal cep ve kök kanalı gibi lokalize bölgelere yerleştirilebilmekte ve lokal olarak uygulandığı için dil yüzeyinin ve dişlerin boyanması veya tad kaybı oluşması gibi dezavantajların oluşmasına da engel olunmaktadır (130).

Ferraz ve ark. (127) klorheksidin jelin irrigasyon maddesi olarak kullanımı konusunda yaptıkları bir çalışmada, periapikal dokular üzerine düşük toksisite gösterdiğini, visköz yapısı nedeniyle kök kanal duvarları ve dentin tübülleri ile temasında aktivitesini muhafaza ettiğini, suda çözünebildiğini ve geniş antimikrobiyal spektruma sahip olduğunu ve bu avantajlarından dolayı endodontik irrigasyon ajanı olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Klorheksidin en kötü yan etkisi dişleri, hareketli protezleri ve restorasyonları boyamasıdır (115). Klorheksidin tat alma duyusunda değişikliğe neden olduğu

bildirilmiştir. En belirgin olarak tatlı algılamada, sonra tuzlu ve asidik tatlarda, en az da acı algılamada hipojezi ve disjezi geliştiği görülmüştür (115).

Klorheksidin'in medikal ve dental alanlarda kullanıma girdiği 1950'lerden buyana bir tane ciddi yan etkisi görülmüştür. Orta kulağa direkt uygulanması sonucu sensörinöral sağırılığa neden olmuştur (115). Goldschmidt ve ark. (131), insan hücrelerinin % 0,004 veya daha yüksek konsantrasyonlarda klorheksidine maruz kalması sonucunda hücresel fonksiyonların bozulduğunu ve hücre ölümünün gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Türkün ve ark. (74), farklı irrigasyon solüsyonlarının toksisite ve nekrotik doku çözücü etkileri üzerine yaptıkları çalışmada, % 0,2'lik klorheksidin glukonatın % 5,25'lik NaOCl'e oranla daha az toksik olmasını etkili antibakteriyel etkilerine ilaveten önemli bir avantaj, nekrotik doku çözücü etkiye sahip olmamalarını ise % 5,25'lik NaOCl'e alternatif olarak kabul edilmelerine engel olabilecek bir eksiklik olduğunu belirtmişlerdir.

Gomes ve ark. (132) yaptıkları çalışmada klorheksidin glukonat (jel ve solüsyon formu) ve farklı konsantrasyonlardaki NaOCl'in antimikrobiyal aktivitelerini test etmişler, eşit konsantrasyondaki klorheksidin jelin, likit formundan daha etkili olduğunu, ancak bu farkın önemli olmadığını tespit etmişlerdir. Buna ilave olarak % 2'lik klorheksidin'in jel ve solüsyon formları, NaOCl'in endodontik irrigan olarak kullanılan konsantrasyonlarından daha etkili bulunmuştur. Jeansonne ve White (122), % 2 konsantrasyondaki klorheksidin ve % 5,25 NaOCl'nin antimikrobiyal etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, iki irrigan arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Marley ve ark. (133), % 0,12'lik klorheksidin glukonat ve % 5,25 NaOCl'nin farklı kök kanal dolgu patlarının apikal sızdırmazlık üzerine etkisini araştırmışlar, kısa dönemde dolgu maddelerinin sızıntı miktarının kullanılan irrigasyon solüsyonundan bağımsız olduğunu belirtmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar klorheksidin glukonat irrigasyonunun uzun dönemde kanal dolgu patlarının sızıntısı üzerine etkisini değerlendirmişler ve patların sızıntı miktarları üzerine olumsuz herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. (134)

Jung ve ark (135), klorheksidin diglukonatın hidroksiapatite bağlanma özelliği nedeniyle dentinde uzun süreli antimikrobiyal etki sağladığını, kök kanalının kanal dolgu patı ile doldurulmasından önce klorheksidin diglukonat ile irrigasyonu sonucu

koronal sızıntı miktarında azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. White ve ark. (121), % 2'lik klorheksidin glukonat ile irrigate edilen kök kanallarında antimikrobiyal aktivitenin uygulamadan 72 saat sonra bile devam ettiğini, % 0,12'lik klorheksidinin ise bu etkiyi ancak 6-24 saat sürdürebildiğini bildirmişlerdir.

2. 2. 4. MTAD

Torabinejad ve ark. (2) kısaca MTAD (Mixture of Tetracyclin, Acid and Detergent) (BioPure; Dentsply, TulsaDental, Tulsa, OK) olarak adlandırdıkları deterjan (% 0,5 polisorbat 80), asit (% 4,25 sitrik asit) ve tetrasiklin izomeri (% 3 doksisiklin hiklat) karışımından oluşan bir irrigasyon solüsyonu geliştirmişlerdir. MTAD'nin son irrigasyon ajanı olarak kullanıldığında EDTA'ya kıyasla diş yapısına daha az zarar verdiğini göstermişlerdir (2). EDTA uygulanımı sonrası dentin tübül görüntülerinin yakından incelenmesinde daha fazla erozyon görülmüştür (2). Bu bulgular, EDTA'nın dentin yüzeyine uygulama süresi ile eroziv özelliği arasında bir ilişki olduğunu rapor eden son zamanlarda yapılan bir araştırma ile uyumludur (108). EDTA etkili bir ajandır ve NaOCl ile birlikte kullanıldığında smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırır. EDTA kullanımının en önemli dezavantajı kök dentinin koronal ve orta 1/3 lüsünde meydana getirdiği yıkıcı hasar ve sınırlı antibakteriyel etkinliğidir. 5 dakikalık EDTA uygulamanının yıkıcı etkisinin tersine, yapılan bir pilot çalışmada (2) 1 ila 20 dakika arasında değişen sürelerde MTAD uygulanan kök kanallarında önemli herhangi bir dentinal erozyon gözlenmemiştir. Bu araştırmanın sonuçlarına dayanarak MTAD'nin son irrigasyon ajanı olarak kullanıldığında smear tabakasını uzaklaştıran etkili bir solüsyon olduğu söylenebilir. Kök kanal irrigasyon ajanı olarak NaOCl ile birlikte kullanıldığında dentin tübüllerinin yapısını önemli derecede değiştirmemektedir. MTAD'nin kök kanal irrigasyon ajanı olarak NaOCl ile kullanıldığında veya kullanılmadığında smear tabakasını uzaklaştırmada ve kök kanal sistemini tamamen dezenfekte etme konusundaki etkinliği hakkındaki çalışmalar devam etmektedir.

Bir çalışmada tükürükle kontamine olan kök kanallarının dezenfeksiyonunda MTAD'nin etkinliği araştırılmış ve NaOCl'ye karşı etkinliği kıyaslanmıştır (136). Bu çalışmanın sonuçlarına göre, enfekte olan kök kanal sisteminden bakterilerin elimine edilmesinde MTAD, % 5,25 lik NaOCl'ye kıyasla önemli derecede etkili bulunmuştur. Torabinejad ve ark. (137) yaptıkları bir çalışmaya göre, MTAD x200 kat seyreltilmiş halinde dahi *E. faecalisleri* etkili bir şekilde öldürebilmekte, NaOCl ise 32 kattan daha

fazla seyreltildiğinde antibakteriyel etkinliğini yitirmektedir. Bu sonuçlar oldukça önemlidir, öyle ki, yaygın bir şekilde kullanılan kanal içi irrigasyon ajanları ve pansuman materyallerinin çoğuna dirençli olduğu halde tek bir irrigasyon ajanının smear tabakasının çoğunluğunu uzaklaştırma etkinliği ve bakterilere karşı etkinliği gösterilmektedir. Bunun yanı sıra, MTAD'nin biyouyumlu bir materyal olduğu ve pulpa ve dentin üzerinde EDTA'ya benzer çözücü etkinliği gösterilmiştir (138). MTAD ve EDTA arasındaki en büyük farklılık, antibakteriyel etkinliğin uzamasına yol açan MTAD içerisinde mevcut olan doksisisiklinin dentine yüksek bağlanma afinitesidir (139).

Torabinejad ve ark. (2) yaptıkları bir çalışmada irrigasyon solüsyonunun doğru uygulanmasının önemi de ayrıca vurgulanmıştır. Pamuk sarılı tirnerfe MTAD'nin emdirilmesi solüsyonun kanalın apikal bölgesine kadar ulaşmasını ve kök kanal dezenfeksiyonu ve smear tabakasının kaldırılmasının tam olarak yapılmasını sağlar. Yapılan pilot çalışmalarda eğelenen kök kanal yüzeylerinin temizlenmesinde MTAD solüsyonunun köpük şeklinde ve fırça ile uygulanması karşılaştırılmıştır. Sonuçlar pamuk sarılı fırçaların daha etkili olduğunu ve kıl veya köpükle kaplı diğer aletlerden daha az abraziv olduğunu göstermiştir (2).

2. 3. KÖK KANALLARINDA MİKROSIZINTI

Kök kanallarındaki mikrosızıntı; bakteri, doku sıvıları, molekül veya iyonların kanal duvarı ve uygulanan dolgu materyali arasından geçişi olarak tanımlanabilir (140, 141). Mikrosızıntının nedenleri, kanal yapısı ve dolgu materyali arasında boşluk bulunması, dolgu materyalinde oluşan büzülme ve genleşmeler, materyalin doku sıvılarında çözünmesi ve teknik hatalar olarak gösterilebilir (140, 142).

Pek çok araştırmacı kök kanal dolgu materyallerinin tıkaçlıklarını değerlendirmiştir (143, 144). Endodontide farklı kanal irrigasyon, genişletme, dolgu, tekniklerinin ve dolgu maddelerinin kök kanal sistemini tıkama ve sızdırmazlık üzerine etkilerini incelemek ve bunları birbirleriyle kıyaslamak için çok çeşitli apikal ve koronal sızıntı inceleme yöntemleri geliştirilmiştir (145-147).

Sızdırmazlık testlerinde, dişin ve kök kanal sistemlerinin anatomisi, morfolojisi, kök kanal sisteminin hazırlanış şekli ve aşamaları, kullanılan materyallerin çeşit ve hazırlanma şekilleri ve uygulanan test metodu gibi bir çok faktör sonuca etki edebilir (145).

2. 3. 1. Boyaları Kullanan Sızıntı Değerlendirme Teknikleri

Kök kanallarındaki sızıntının değerlendirilmesi için dişlerin değişik boya türlerine gömülmesini öneren teknikler ilk olarak Grossman tarafından 1939 da rapor edilmiştir ve belki de kolay olmalarından dolayı çok yaygın olarak kullanılmışlardır (148, 149). Boya sızıntı çalışmalarında en çok kullanılan boyalar, metilen mavisi, eozin, florasan boyası, prokion parlak mavi, Hint mürekkebi, rhodamine B, gümüş nitrat olarak sayılabilir (145, 148-150). Yaygın olarak sızıntının değerlendirildiği pasif metotta, boya içine gömülen dişin apikal kısmından kanal duvarı ile dolgu materyali arasındaki boşluklara boyanın ilerlemesinde kapillerite hadisesi en önemli etkindir (148).

Boya sızıntı çalışmalarında en sık kullanılan yöntem, metilen mavisi ile lineer boya sızıntı yöntemidir. Bu yöntemde kök kanallarının doldurulmasından ve foramen apikale dışında dış yüzeylerinin kapatılmasından sonra dişler belli süreyle, belli konsantrasyondaki boya solüsyonunda bekletilmektedir (145, 150, 151). Daha sonra dişlerden boylamasına veya enlemesine kesitler alınarak ya da şeffaflaştırılarak doğrusal boya penetrasyonu kaydedilir (22, 152). Boyanın apikal foramenden koronal kısma doğru gidebildiği en uzak noktanın mesafesi milimetrik olarak tespit edilir. Bu sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilerek sızıntı değerleri tespit edilir. Metilen mavisinin bilinen avantajları; görülebilen ışık altında kesin olarak saptanabilmesi, hızlı, direkt ve hatasız ölçümlere olanak tanınması, iyi çözünebilmesi, sert dokularla reaksiyona girmemesi ve kök kanalı ve dentin kanallarının içine kolayca sızabilmesidir (145, 150, 151).

Boyaların partikül boyutlarının, pH'larının veya kimyasal etkileşimlerinin penetrasyon derinliğini etkileyebileceği bildirilmiştir (152). Metilen mavisi, ucuz ve manipulasyonun kolay olması, boyadığı yerden kolay uzaklaşmaması, moleküler boyutunun bakteri toksinlerinden küçük olmasından dolayı birçok çalışmada kullanılmıştır (148). Bir mikrobiyal metabolik olan bitürik asitin metilen mavisi ile aynı derecede penetrasyon gösterdiği bunun yanında Hint mürekkebinden daha fazla penetrasyon gösterdiği öne sürülmüştür (151). Bu boyanın bazen maksimum penetrasyon seviyesinin belirlenmesinin zor olması, demineralizasyon ve şeffaflaştırma işlemi uygulanırken çözülmesi gibi birkaç dezavantajı vardır (153). Diğer bir taraftan Barthel ve ark. (25), boyanın molekül ağırlığının sızıntı ile ilişkili olmadığını öne sürmüştür.

Hint mürekkebi partikülleri yaklaşık üç mikrometre boyutunda yada daha küçüktür (153). Bu boyanın penetre olamadığı bölgelere bakterilerin ulaşması mümkün görünmemektedir (153). Bununla birlikte Hint mürekkebinin moleküler boyutunun kök kanalında bulunan bakteriyel moleküllerden daha küçük olduğu öne sürülmüştür. Bunun yanında, bu madde periradiküler dokulardan kaynaklanan sızıntıya tam olarak karşılık gelmeyerek sızıntı analizi esnasında yanlış-pozitif sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilir (154).

Lucena-Martin ve ark. (22) ve Ahlberg ve ark.'na (152) göre, enlemesine kök kesiti almak dentin dokusunda kayba neden olur (separe kalınlığından dolayı) ve sadece kesitlerde boya penetrasyonu belirlenebilir.

Dişlerin demineralizasyon, dehidratasyon ve metil salisilata gömülmesi ile transparan hale getirildiği, şeffaflaştırma tekniği, dentin dokusunda kayba neden olmadan, kolayca 3 boyutlu olarak kök kanal anatomisinin ve sızıntı alanının incelenmesine imkan verir. Şeffaflaştırma tekniğinde dişler ilk olarak hematoksilin veya Hint mürekkebi içerisinde bekletilir, asit içinde dekalsifiye edilir, alkol ve aseton içinde dehidrate edilir, gliserin, xylene veya metil salisilat içinde saydam hale getirilir ve böylece kök kanallarındaki boya görünür hale gelir. Bu teknik kompleks aletler gerektirmez, kullanılan maddeler çok toksik değildir, hızlı ve kolay bir yöntemdir (145, 155). Lucena-Martin ve ark. (22) bu tekniğin kanal dolgusu ile apikal bölgenin ilişkisini, yan kanalları ve ekstra kanalları kolayca inceleme imkanı sunduğunu doğrulamıştır.

Santrifüj tekniğinde dişe uygulanan boyanın merkez kaç kuvveti yardımıyla iç kısımlara penetre olması sağlanır. Bu tekniğin uygulanmasındaki mantık kanal içerisine sıkışmış olan hava boşluklarının kapiller etkiyi engelleyebileceği düşüncesine dayanır. Daha sonra şeffaf hale getirilen dişlerde boyanan yüzeyler yine lineer olarak değerlendirilir (145, 156).

Douglas ve Zakariasen (157) 1981 yılında ilk kez spektrofotometrik sızıntı ölçümünü tanıtmış ve kullanmıştır. Bu çalışmada, kök kanallarının doldurulmasını ve foramen apikale haricinde dış yüzeylerinin kapatılmasını takiben dişler, 2 hafta % 2 metilen mavisinde bekletilmiş ve sonra sement yüzeylerindeki fazla boya artıkları temizlenmiştir. Aksiyal olarak ikiye ayrılan diş köklerinde milimetrik olarak boya sızıntısı ölçüldükten sonra dişler ayrı deney tüplerindeki nitrik asit solüsyonları içinde çözülmeye bırakılmışlardır. Böylece sızan boya solüsyonun içine geri döndürülmüştür.

Solüsyondaki boyanın konsantrasyonunu ölçmek için bir spektrofotometre kullanılarak, boya solüsyonundan geçen ışığın miktarı kaydedilmiştir (145).

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 doldurulur, apikal veya koronal kısımları kapatıldıktan sonra dişler boya solüsyonu içerisine bırakılır. Bir vakum cihazı yardımıyla dişin içindeki hava boşaltılır, daha sonra diş kesitleri diğer yöntemlerde olduğu gibi mikroskop altında incelenerek değerlendirilir. Bu yöntemle boya sızıntısının diğer yöntemlere göre daha küçük boşluklara nüfuz edebildiği gözlenmiştir (145, 158). Bu yöntemde kullanılan basınç ve süre araştırmacılar arasında farklılık göstermektedir. Örneğin Oliver ve Abbott (159) 660 mmHg basınç altında 5 dakika, Brown ve ark. (160) 710 mmHg basınç altında 15 dakika vakum uygulamıştır.

Üç boyutlu yeniden düzenleme tekniğinde dişlerin hazırlık safhaları boyama teknikleriyle aynıdır. Hint mürekkebi içinde bekletilen dişlerin yıkanıp kesitleri alındıktan sonra stereomikroskop kullanılarak yüksek magnifikasyon altında fotoğrafları alınır. Ardından bu fotoğraflar bir tarayıcı yardımıyla siyah beyaz olarak bilgisayar ortamına aktarılır. Bilgisayar programında yeniden üç boyutlu olarak oluşturulan dişlere ait bu görüntülerde 0-255 arasında bir gri ton skalası vasıtasıyla sızıntı değerlendirilmesi yapılır. Böylece lineer boyama tekniklerine ek olarak sızıntı üzerinde 3 boyutlu bir değerlendirme yapılmış olur (147).

Yapılan çalışmalara göre, boya sızıntı çalışmalarının sonuçlarını etkileyebilecek bazı etkenler olduğu tespit edilmiştir. Bu etkenler; uygulanan boyanın cinsi, uygulamadaki hatalar, boyada bekletme zamanı, konsantrasyonu ve pH'sı, kanal dolgu maddesi ve kanal duvarları arasında kalan hava boşlukları, kesim yöntemleri ve/veya sıvı kalıntılarıdır (145, 161). Ayrıca klinik şartlar ile karşılaştırıldığında boya molekülünün bakterilerden küçük olması ve kök kanalları ile periradiküler dokular arasındaki dinamik ilişkiyi tam olarak yansıtamaması sayılabilir (162).

2. 3. 2. Bakteriyel Mikrosızıntı Çalışmaları

Bakteriyel mikrosızıntı tekniği Goldman ve ark. (163) tarafından 1980 de tanıtılmıştır. Bu sızıntı yönteminde, kök kanallarının doldurulmasını ve foramen apikale dışında dış yüzeylerin kapatılmasını takiben dişler, Gram (+) ve Gram (-) bakteri türlerini

barındıran kültürlerle konarak inkübasyon süresinin bitiminde, besi yerinde bulunan özel işaretleyici solüsyonun renk değiştirip değiştirmemesine göre apikal sızıntı değerlendirme yöntemidir (145).

Bu teknikte, örneklerin kültürde tutulma süreleri uzatılabilmekte, besi yerine canlı bakteriler ilave edilerek daha uzun bir sürede sızıntı incelenebilmekte ve renk değiştiren solüsyonlardan tekrar alt kültür grupları elde edilerek, üreyen bakterinin cinsi de saptanabilmektedir (145, 163).

Bakteriyel mikrosızıntı deneylerinde steril çalışmak çok önemlidir. Aksi halde, örneklerin hazırlanması veya kesit alınması sırasında dış ortamdan, steril olmayan aletlerden veya hekimin elinden bulaşacak bir mikroorganizma sonuçlarda hataya neden olabilir (164).

Bakteri sızıntı yöntemi klinik durumlara uyumludur. Fakat kantitatif olmaktan çok kalitatif veriler sunması, toksinlerin ve diğer bakteriyel ürünlerin sızabileceği 0,5-1 µm'den daha küçük boşluklara bakteri penetrasyonunun olmaması dezavantajlarıdır (165).

2. 3. 3. Gaz Kromatografi Tekniği

Gaz kromatografisi, bozulmadan buharlaştırılabilen bileşiklerin ayrıştırılmasında ve analizinde analitik kimyada yaygın olarak kullanılan kromatografi tiplerinden biridir. Genel olarak özel bir materyalin saflığını test etmekte veya karışımdaki bileşenleri ayrıştırmakta ve miktarlarını belirlemekte kullanılır.

Bu teknikle kök kanallarındaki sızıntı incelenirken, hidroksiapatit ve polietilen içeren yapay dentin blokları kullanılmaktadır. Bu bloklar iki ucu açık deney tüplerine yerleştirilir. Daha sonra kron kısmına % 0,5'lik bütirik asit ve % 0,1'lik valerik asit solüsyonları enjekte edilir. Bütirik asit bakteriyel bir metabolit olması ve düşük molekül ağırlığına sahip olmasından dolayı, bakteriyel ürünleri iyi temsil edebileceği düşüncesiyle tercih edilmektedir. Basınç oluşturması amacıyla düzeneğe nitrojen gazı ilave edilir. Daha sonra apikal rezervardaki sıvı alınıp asit içinde çözdürülüp gaz kromatografi cihazında incelenmektedir (145). Böylece korondan verilen asitin ne kadarının apikale kadar sızarak, apikal rezervuara ulaştığı belirlenir.

2. 3. 4. Radyoizotop Tekniği (Otoradyografi Tekniği)

Sızıntı çalışmalarında kullanılan diğer bir teknik de radyoizotopların kullanıldığı otoradyografi tekniğidir. Otoradyografi, bir alfa veya beta partikülünün fotoğraf filminin enerji durumunu ışığınkine benzer bir şekilde değiştirebileceği esasına dayanır. İncelenecek olan dişler mevcut radyoizotop (^{35}S , ^{125}I gibi) solüsyonlardan biri içerisine yerleştirilip belirli bir süre bekletilir. Daha sonra dişler bir periapikal filmin emilsiyon yüzeyleri üzerine yerleştirilir. Filmler bilinen yöntemlerle tab edilir. Filmin gümüş bromid kristallerine düşen beta partiküllerinin fogları hareket yönünün bir kopyasını oluşturmaktadır ve bu şekilde sızıntı ölçümleri yapılmaktadır. (145, 166).

Kullanılan maddelerin insan hayatı ve evre için riskli olması, radyoizotop moleküllerinin bakterilerden oldukça küçük olması, ayrıca diğer sızıntı tekniklerine göre belirgin bir avantajlarının olmaması bu tekniğin dezavantajlarındandır (162, 166).

2. 3. 5. Elektro-Kimyasal Teknik

Bu teknik bir güç kaynağına bağlı biri paslanmaz elik diğer bakır iki elektrot çubuk ve elektrolit bir solüsyondan (potasyum klorür solüsyonu) oluşan düzenekle gerçekleştirilir. Bu yöntemde, kök kanal dolgusunun koronal kısmı elektrot (anot) görevi görecek bakır telin yerleştirilmesi için boşaltılır. Apikal kısım haricinde tüm diş yüzeyi geçirgen olmayan bir ajanla kaplanır. Bakır tel koronal kısımdaki güta-perkaya temas edecek şekilde sabitlenir. Diş daha sonra katot olarak fonksiyon görecek olan paslanmaz elik bir tel ile birlikte % 1'lik potasyum klorür solüsyonuna yerleştirilir. Elektrotlar bir güç kaynağına bağlanır. Eğer potasyum klorür solüsyonu kök kanalından geçip anoda ulaşabilirse sistemde bir akım geçişi meydana gelir. Akımın büyüklüğü sızıntının derecesini gösterir (145, 167). Zamanla bakır anot üzerinde korozyon artıkları oluşması sonucu akımın azalması nedeniyle sızıntı sonuçlarının doğru okunamaması elektrokimyasal tekniğin dezavantajıdır (168).

Yapılan çalışmalara göre elektrokimyasal teknik, hassas olması, kantitatif sonuçlar elde edilmesi, örneklere kimyasal işlem yapılmasını gerektirmemesi ve farklı zaman aralıklarında gözlem yapma imkanı sağlaması gibi avantajlara sahiptir (167).

2. 3. 6. Endotoksin Sızıntı Tekniği

Periapikal dokulardaki yıkımla doğrudan ilişkilendirilen bir bakteriyel metabolit olan endotoksinlerin kurulan düzenekteki apikal rezervuarda LAL (Limulus Amebocyte

Lysate) yöntemiyle tespiti esasına dayanır. LAL at nalı yengeçlerinin (*Limulus polyphemus*) kan hücrelerinden (Amebocyte) elde edilen akışkan bir ekstrattır. Ucu kesilerek açılmış mikro santrifüj tüplerine yerleştirilmiş dişler içinde ajirojen su bulunan şişelere kapakları delinerek yerleştirilir. Dişlerin koronal açıklıklarından mikropipetler yardımıyla belli çözünürlükteki endotoksin çözeltisi enjekte edilir. Belirli periyotlarda sudan alınan numuneye LAL testi uygulanır. Bu yöntemle endotoksin sızıntısı doğrudan ölçülebilir (23). Ortamda EDTA bulunması sonuçları etkileyebilmektedir.

2. 3. 7. Sıvı Filtrasyon Tekniği

Sıvı filtrasyon sistemi, Derkson ve ark. (169) tarafından dizayn edilmiş ve endodontik sızıntı çalışmaları için Wu ve ark. (170) tarafından modifiye edilmiştir. Bu metot, sürekli sabit bir su basıncı altında suyun kök kanal dolgusundan geçerek sızıntı oluşturmaya esasına dayanmaktadır. Bakteriyel penetrasyon yöntemi ve boya penetrasyon yöntemi ile karşılaştırıldığında sıvı transport tekniği daha hassas bir yöntemdir (170, 171).

Bu sızıntı tekniğinde, sıvı filtrasyonu, kapiller tüpteki hava kabarcığının hareketi ile ölçülür. Hava kabarcığı, içinde kök yapının bulunduğu silikon tüp ile cam tüp arasındaki bölgeye T-bağlayıcı yardımıyla ilave edilen mikro şırınganın ileri geri hareketi sayesinde oluşturulur ve cam tüp içine yollanır. Kökün yerleştirildiği silikon tüp ve cam tüpler içine basınç altında distile su verilir ve şırınga yardımıyla cam tüp içinde hava kabarcığı oluşturulduktan sonra sisteme dışarıdan basınç uygulanarak hava kabarcığının hareketi izlenir (29, 170).

Bu model değişik kök kanal dolgu maddelerinin örtücülük yeteneklerindeki farklılıkları göstermek açısından oldukça hassastır (172). Sıvı filtrasyon yönteminin kantitatif veriler elde edilebilmesi, sıvı transport için gerekli sürenin oldukça kolay hesaplanması ve örneklere zarar verilmemesi gibi avantajlarının yanında, araştırmacılar tarafından uygulanan basıncın ve ölçüm süresinin farklılık göstermesinden dolayı farklı çalışmalar arasında standardizasyon sağlanamaması, su moleküllerinin klinik önemi olan bakterilere karşı küçük olması gibi dezavantajları da mevcuttur (29, 170).

2. 3. 8. Glikoz Filtrasyon Testi

Glikoz penetrasyon testi kök kanal dolgusu boyunca glikozun penetrasyonu ve apikalden sızması esasına dayanmaktadır. Glikoz oral kaviteden kanal içine girdiğinde, kanal içinde kalmış olan bakteriler çoğalarak periapikal enflamasyona neden olabilir. Glikozun bu nedenle mikrosızıntı testlerinde kullanılan diğer izleyici maddelerden klinik olarak daha uygun olduğu düşünülmektedir. Doldurulmuş kök kanalından sızarak apikal rezervuarda toplanmış glikozun miktarı spektrofotometre yardımıyla ölçülerek sızıntının nicel analizi mümkün olmaktadır (173) .

2. 4. KÖK KANAL DENTİNİNE ADEZYON VE ADEZYONU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Adezyon, farklı materyallerin ara yüzelerindeki moleküller arasında görülen çekim kuvveti olarak tarif edilebilir. Adezyonu oluşturmak için ilave edilen materyale “adeziv” uygulandığı maddeye ise ”aderent” adı verilir. Dentinin kompleks organik yapısı, dinamik bir oluşum olması ve biyolojik aktivite göstermesi güvenilir ve dayanıklı bağlanma önünde bir engel teşkil eder (174). Değişen miktarlardaki düzensiz sekonder dentin, aksesuar kök kanalları, rezorpsiyon alanları, gömülü veya serbest pulpa taşları gibi kök kanal dentini yapısındaki değişiklikler bağlanmayı etkileyebilir (175). Kanal patlarının adezyonunu kök kanal duvarının farklı seviyelerinde dentin tübüllerinin yoğunluğu ve oryantasyonu, uygulanan doldurma tekniği gibi faktörler etkiler (16, 176). Kökün servikal kısmındaki tübül yoğunluğu orta ve apikal bölgeye göre daha fazladır (176).

Yapılan çalışmalarda adeziv simanların kök kanal dentinine bağlanma dayanımı, koronal dentine bağlanma dayanımından düşük bulunmuştur (177, 178). Sodyum hipoklorit, hidrojen peroksit, EDTA veya diğer irriganların dentin kollajeni üzerine etkileri (179), pulpanın çıkarılması ile kök kanal dentinindeki dehidratasyon, dentinin muamele edilmesinde kullanılan ajanın tipi, kullanılan patın büzülme oranı bağlanma kalitesini etkiler (177). Kök kanal dentinine bağlanma, kanal içerisi direkt olarak görülemediğinden dolayı, kanaldaki nem kontrolünün güvenli bir şekilde sağlanamamasından etkilenebilir (180). Bu nedenle, pat tıkaçlarının penetrasyonu ile yaratılan mikromekanik retansiyon kök kanal patlarının adezyonunu etkileyen en önemli veya tek faktör değildir (181).

Kanal duvarları gibi sınırlı alanlarda bağlanan yüzey alanının bağlanmayan yüzey alanına oranı (C faktörü) yüksek olduğunda adezyonun azalması muhtemeldir (182). Restorasyonda serbest yüzey ne kadar fazla ise C-faktörü o kadar düşük olur ve polimerizasyon esnasında oluşan stresin boşalması için o derece fazla akıcılık olur (182, 183). C-faktörü 3:1 den büyük olan restorasyonlar bağlanmada başarısızlık ve mikrosızıntı açısından risk altındadır (184). Giriş kavitesi için C-faktörü 6 veya neredeyse 10 olabilir. Kök kanallarında C-faktörü kanalın çapı ve uzunluğuna bağlı olarak 20-100 arasında değişmektedir (179, 185). Özellikle ışıkla sertleşen materyaller için, kök kanalının uygun olmayan geometrik konfigürasyonu içinde oluşan polimerizasyon stresi çok yoğun olabilir ve restorasyon materyalinin dentin duvarlarından ayrılmasına ve ara yüzde boşlukların oluşmasına neden olabilir (178).

2. 4. 1. Adezyonun Test Edilmesinde Kullanılan Yöntemler

Endodontik materyaller ve diş yapısı arasındaki adezyonun etkinliğinin değerlendirilmesinde bağlanma dayanımı testleri kullanılmaktadır, fakat hiçbir adezyon testi tam olarak genel kabul görmemiştir (186). Bu yöntemler arasındaki farklılıklar sonuçların karşılaştırılmasını zorlaştırır. Bağlanma dayanımı kök dentini üzerinden konvansiyonel germe (*tensile*) (187), *pull-out* (188, 189) ve *push-out* (190, 191) test yöntemleriyle endodontik yüzeyden ölçülür.

Saleh ve ark. (192) dentinin % 37 H₃PO₄, % 25 sitrik asit, % 17 EDTA ile muamele edilmesinin kanal patlarının bağlanma dayanımları üzerine etkisini 4 mm çapında dentin ve güta-perka diskleri hazırlayarak tensile bond testi ile incelemiştir. Ancak geleneksel bağlanma dayanımı testlerinde kullanılan düzgün dentin yüzeyleri (193) nedeniyle rezin esaslı materyallerin bağlanma dayanımlarının, kök kanal yüzeyi gibi sınırlı yüzeylere göre daha yüksek çıktığı gösterilmiştir (194). Timpawat ve ark. (195) smear tabakasının uzaklaştırılmasında kullanılan solüsyonların cam iyonomer esaslı kanal patının bağlanma kuvvetine olan etkisini, köklerin vertikal olarak ikiye ayrılmasından sonra kanal yüzeyine test edilecek patların uygulanması sonrası germe dayanımı testi ile değerlendirmiştir.

Germe bağlanma testi hassastır ve örnek hazırlanması esnasındaki travmalar veya yük uygulaması esnasındaki stres dağılımındaki küçük değişiklikler sonuçlar üzerinde önemli olumsuz etkiler oluşturur (196).

Mikro germe test yöntemi ile kanal patlarına göre bağlanma dayanımları nispeten daha yüksek olan rezin simanların kök kanalına bağlanma dayanımları ölçülmüştür (177, 197) .

İrrigasyon solüsyonlarının rezin simanların radiküler dentine bağlanma dayanımları üzerine etkisi aynı yöntemle değerlendirilmiştir (198). Resilon'un metakrilat esaslı kanal patına bağlanma dayanımı mikro makaslama (*micro shear*) testi ile değerlendirilmiştir (199).

Makaslama testlerindeki en büyük problem test cihazının makaslama yapan yük hücresinin bağlanma ara yüzeyine yakın konumlandırılmasındaki zorluktur. Bağlanma ara yüzeyine biraz uzaklıkta yük dengelenmekte ve örnek üzerinde fazladan kuvvetler oluşturan dönme momenti meydana gelmektedir (200).

Kanal içi restorasyonların bağlanma dayanımını ölçmek için kullanılan yöntemlerden biri push-out yöntemidir (190, 201) ve diğer yöntemlere göre klinik koşulları daha iyi modellemektedir (202). Push out testi, dişhekimliğinde ilk defa Roydhouse tarafından tanıtılmıştır (203). Daha sonra Patierno ve ark. (201) tarafından *push-out* testi ile yapılmış kök kanal dentinine bağlanma çalışması rapor edilmiştir. Ancak, push-out testi bütün post yüzünde (204) veya kalın kök dilimlerinde (201, 202) uygulandığında bağlanma ara yüzeyinde düzensiz stres geliştiği iddia edilmektedir. İlk olarak tanıtılan push-out tekniğindeki bu engeller örnek kalınlığının 1 mm'ye indirilmesi ile büyük oranda ortadan kalkmıştır. Bu yöntemin avantajı bağlanma dayanımı düşük olan kanal patlarının bile değerlendirilebilmesine olanak sağlamasıdır (205). *Mikrotensile* testinde örneklerin hazırlanmasında çok sayıda hasar oluştuğu ve verilerin çok geniş bir aralıkta dağıldığı, push-out testinin ise daha güvenilir olduğu rapor edilmiştir (178).

Kök kanal dolgu maddelerinin kök dentini ile adezyonlarını ve dentin tübüllerine penetrasyon derinliklerini incelemek için kullanılan yöntemlerden biri de SEM analizidir (206-208). Kökler keski ve çekiç yardımı ile istenilen kesitlere ayrılarak ve altın tabakası ile kaplanarak yüksek büyütme altında incelenmektedir (208).

Başarılı bir kanal tedavisi için; kanalların iritan özellik taşımayan antimikrobiyal özelliğe sahip irrigasyon solüsyonu ile yıkanması ve apekte sert doku oluşmasını teşvik edecek şekilde doldurulması önerilmektedir. Bugün hekimlerin önünde birçok kanal dolgu tekniği seçeneği mevcut olmasına karşın şu ana kadar hiçbir yöntemle tam bir sızdırmazlık sağlanamamıştır. Çalışmamızın amacı; endodontide son yıllarda yaygın

olarak kullanılan irrigasyon ajanlarından MTAD'nin NaOCl, EDTA ve klorheksidine kıyasla kök kanal dolgusunun apikal sızıntısına ve bağlanma dayanımına etkisini araştırmaktır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3. 1. DİŞ ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI

Kanal anatomisinin diğer diş türlerine göre daha düzgün yapıda olmasından dolayı sonuçların daha standart olacağı düşünüldüğünden üst santral dişler çalışma için tercih edildi. Deney aşamasında kullanılmak üzere yeni çekilmiş 120 adet tek köklü ve kanallı üst santral diş temin edildi. Kök gelişimini tamamlamamış, kalsifiye kanallı, kırık yada çatlak olan dişler çalışmaya dahil edilmedi. Kök yüzeyindeki diş taşı, sert ve yumuşak doku kalıntıları periodontal küretler ile akan su altında uzaklaştırıldı. Dişlerin kronları eşit uzunlukta (13 mm) kökler elde edilmesi için su soğutması altında elmas separe (Mikrotom, Stuers, Kopenhag, Danimarka) ile kesildi. Her grupta 20 adet kök olmak üzere 6 deneysel grup hazırlandı. Kanal açıklığı #10 numaralı K tipi eğe (Antaeos, VDW GmbH, Münih, Almanya) apeksten görünene kadar ilerletilerek kontrol edildi. Çalışma boyu ise #10 numaralı K tipi eğenin apeksten görüldüğü noktadaki uzunluktan 1 mm eksik olarak hesaplandı. Kanal boyuna ulaşamayan ve apikal forameni kalsifiye olan dişler çalışmadan çıkarıldı.

Kök kanalları, ProTaper (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, İsviçre) NiTi döner eğe sistemiyle üretici firma önerileri doğrultusunda son apikal eğe F3 olacak şekilde prepare edildi. (Resim 3.1).



Resim 3. 1. Kök kanal preparasyonunda kullanılan X-Smart ve ProTaper sistemleri

1. Grup (NaOCl): Enstrümantasyon boyunca kullanılan her alet arasında 1 ml % 1'lik NaOCl ile irrigasyon uygulandı. Preparasyon bitiminde son irrigasyon 5ml % 1'lik NaOCl ile yapıp 5 dakika beklenildi. Kanal en son 10 ml distile su ile yıkandı ve kâğıt konlarla kurulandı.

2. Grup (EDTA): Enstrümantasyon boyunca kullanılan her alet arasında 1 ml % 17'lik EDTA ile irrigasyon uygulandı. Preparasyon bitiminde son irrigasyon 5ml % 17'lik EDTA ile yapıp 5 dakika beklenildi. Kanal en son 10 ml distile su ile yıkandı ve kâğıt konlarla kurulandı.

3. Grup (Klorheksidin): Enstrümantasyon boyunca kullanılan her alet arasında 1 ml % 2'lik klorheksidin glukonat ile irrigasyon uygulandı. Preparasyon bitiminde son irrigasyon 5ml % 2'lik klorheksidin glukonat ile yapıp 5 dakika beklenildi. Kanal en son 10 ml distile su ile yıkandı ve kâğıt konlarla kurulandı.

4. Grup (MTAD): Üretici firma önerileri doğrultusunda kanal preparasyonu esnasında birinci grupta olduğu gibi kanal eğeleri arasında % 1,3'lük NaOCl ile irrigasyon yapıldı. Son irrigasyon ajanı olarak 5ml MTAD kullanıldı ve 5 dakika bekletildi. Yine üretici firma talimatları doğrultusunda kanal başka bir ajanla veya su ile yıkanmadan direkt kâğıt konlar ile kurutuldu.

5. Grup (Serum fizyolojik) (Pozitif kontrol): Enstrümantasyon boyunca kullanılan her alet arasında 1 ml serum fizyolojik ile irrigasyon uygulandı. Preparasyon bitiminde son

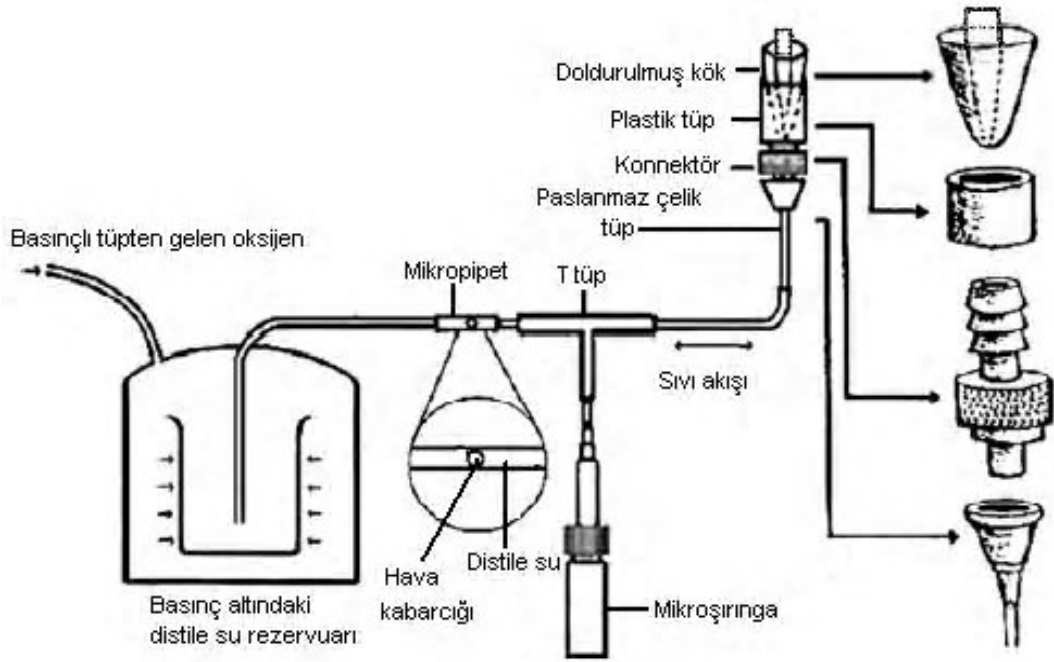
irrigasyon 5ml serum fizyolojik ile yapılıp 5 dakika beklenildi. Kanal en son 10 ml distile su ile yıkandı ve kâğıt konlarla kurulandı.

6. Grup (NaOCl + EDTA) (Negatif kontrol): Bu grupta da bütün işlemler birinci grupta olduğu gibi tekrarlandı irrigasyon ajanı olarak % 1'lik NaOCl ve % 17'lik EDTA birer mililitre ard arda kullanıldı. Son irrigasyon ajanı olarak % 1'lik NaOCl ve % 17'lik EDTA beşer mililitre ard arda uygulandı. Kanallar en son 10 ml distile su ile yıkandı ve kâğıt konlarla kurulandı.

AH Plus üretici firma önerisi doğrultusunda karıştırıldı ve kanala lentülo ile gönderildi. Kök kanal dolgusu esnasında ana konun apikal kısmı pata bulanarak kanala yerleştirildi. Bütün gruplardaki kök kanalları ana kon olarak F3 güta-perka (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland), AH Plus (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany) kök kanal patı ve aksesuar konlar kullanılarak soğuk lateral kondensasyon tekniği ile dolduruldu. Spreader en son kanala 1-2 mm kadar girince son lateral kon yerleştirilerek kanal dolgusu bitirildi. Lateral kondensasyondan sonra sıcak alet yardımı ile kanal dışındaki güta-ler kesildi. Kanal patının polimerizasyonunun tamamlanması için örnekler 3 gün boyunca 37 C° de % 100 nemli ortamda bekletildi.

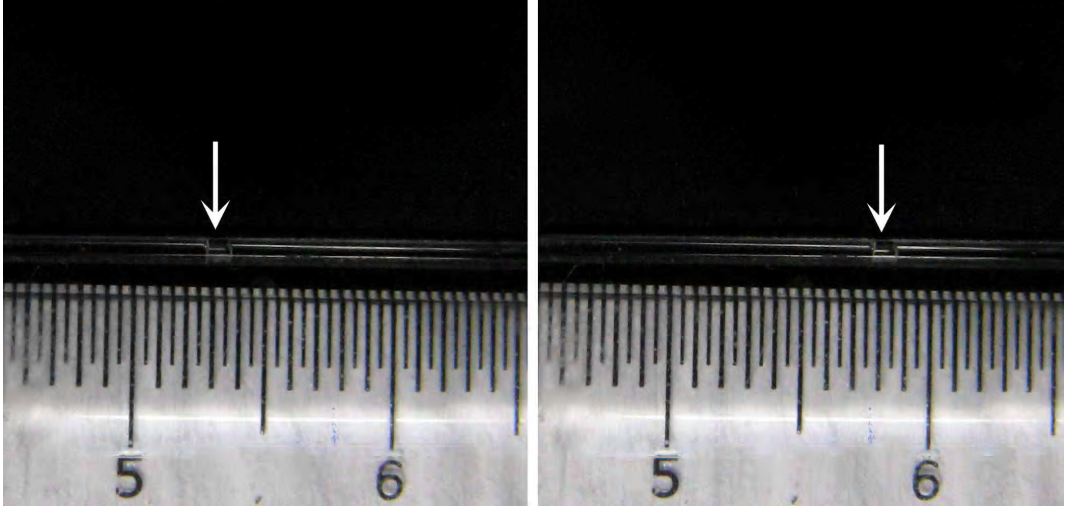
3. 2. SIVI FİLTRASYON ÖLÇÜMÜ

Bu çalışmada bütün örnekler için mikrosızıntı ölçümü kök kanal dolgusundan sonra en az 3 gün geçtikten sonra yapıldı. İlk kez Derkson ve ark. (169) tarafından tarif edilen, daha sonra Pashley ve ark. (209) tarafından geliştirilen ve Wu ve Wesselink (150) tarafından endodontik çalışmalarda kullanılmak üzere uyarlanan “sıvı filtrasyon metoduyla mikrosızıntı ölçüm tekniği”ne uygun olarak, test edilen irrigasyon ajanlarının kanal dolgusunun mikrosızıntısı üzerine etkisi mikropipet (Microcaps, Fisher Scientific, Philadelphia, PA, USA) içinde ilerleyen hava kabarcığının hareketi izlenerek ölçüldü. Test tekniğinin uygulanması esnasında, örnek dişin apikal yönünde kalan bütün pipet, şırınga ve plastik tüpler distile su ile dolduruldu. Mikropipet, örnek dişin apikal tarafına bağlandı ve örnek dişle plastik tüpün bağlantı bölgesi sızdırmaz bir şekilde izole edildi (Şekil 3.1).



Sekil 3. 1. Sıvı filtrasyon düzeneginin sematik gösterimi (Çobankara ve ark. (171))

Mikropipetin diğer ucundaki mikro şırınga yardımıyla bir hava kabarcığı oluşturuldu ve hava kabarcığı uygun pozisyona getirilene kadar mikropipet içinde hareket ettirildi. Son olarak tank içindeki 1,6 bar (1632 cmH₂O)'lık hava basıncı sisteme yüklendi ve sistemdeki distile su dışın apikalinden kanal dolgusu ile kanal yüzeyindeki boşlukları dolduracak şekilde basınçla itildi. Bu esnada mikropipet içinde suyun taşınması nedeniyle hava kabarcığı da hareket etmektedir. Test düzeneginde kalan hava boşlukları veya örnek dişlerin dehidrasyonu gibi, yanıltıcı sonuçlar doğurabilecek faktörlerin etkilerini ortadan kaldırmak için ölçüm yapılmadan önce her örnekte 5 dakika boyunca beklendi. Daha sonra, hava kabarcığında meydana gelen yer değiştirme miktarı ölçülerek sızıntı hesaplandı (Resim 3. 2).



Resim 3. 2. Mikropipet içerisindeki baloncukun ölçüm esnasındaki hareketi.

Kabarcık hareketi her bir örnek için toplam 8 dakika ölçüldü. Daha sonra her bir örnek için yapılan 8 dakikalık ölçümün 1 dakikalık ortalaması hesaplandı. Kabarcığın içinde hareket ettiği mikropipetin toplam uzunluğu 65 mm ve toplam hacmi 25 μ l'dir. Milimetre cinsinden kaydettiğimiz ortalama hava kabarcığı hareket miktarı "25 μ l/65mm" ile çarpılarak μ l cinsinden yer değiştiren distile suyun miktarı elde edildi. Elde edilen veriler " $L_p = \mu\text{l}/\text{min} \times \text{cmH}_2\text{O}$ " formülüyle hesaplanarak kaydedildi.

3. 3. KANAL DOLGUSUNUN BAĞLANMA DAYANIMININ PUSH-OUT TEST METODU İLE ÖLÇÜLMESİ

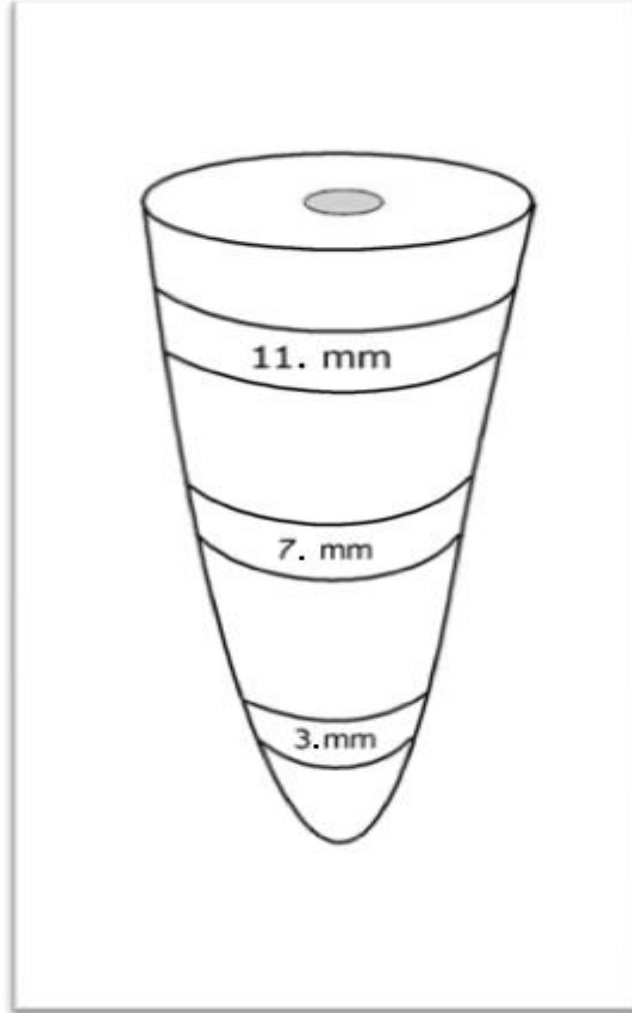
Kök kesitlerinin hazırlanmasında düşük hızlı su soğutmalı elmas separe (Mikrotom, Stuers, Kopenhag, Danimarka) (Resim 3. 3) kullanıldı. Kanalları doldurulan kökler koronal en üst 1mm'lik kısımları düzgün kesitler oluşturulabilmesi amacı ile koronal 1mm'lik kısımlarından Mikrotoma sabitlendi. (Resim 3. 4). Daha sonra apikalden başlanarak kök boyunca 3, 7 ve 11. mm'lerden kök kesitleri alındı (Şekil 3.2) (Resim 3.5).



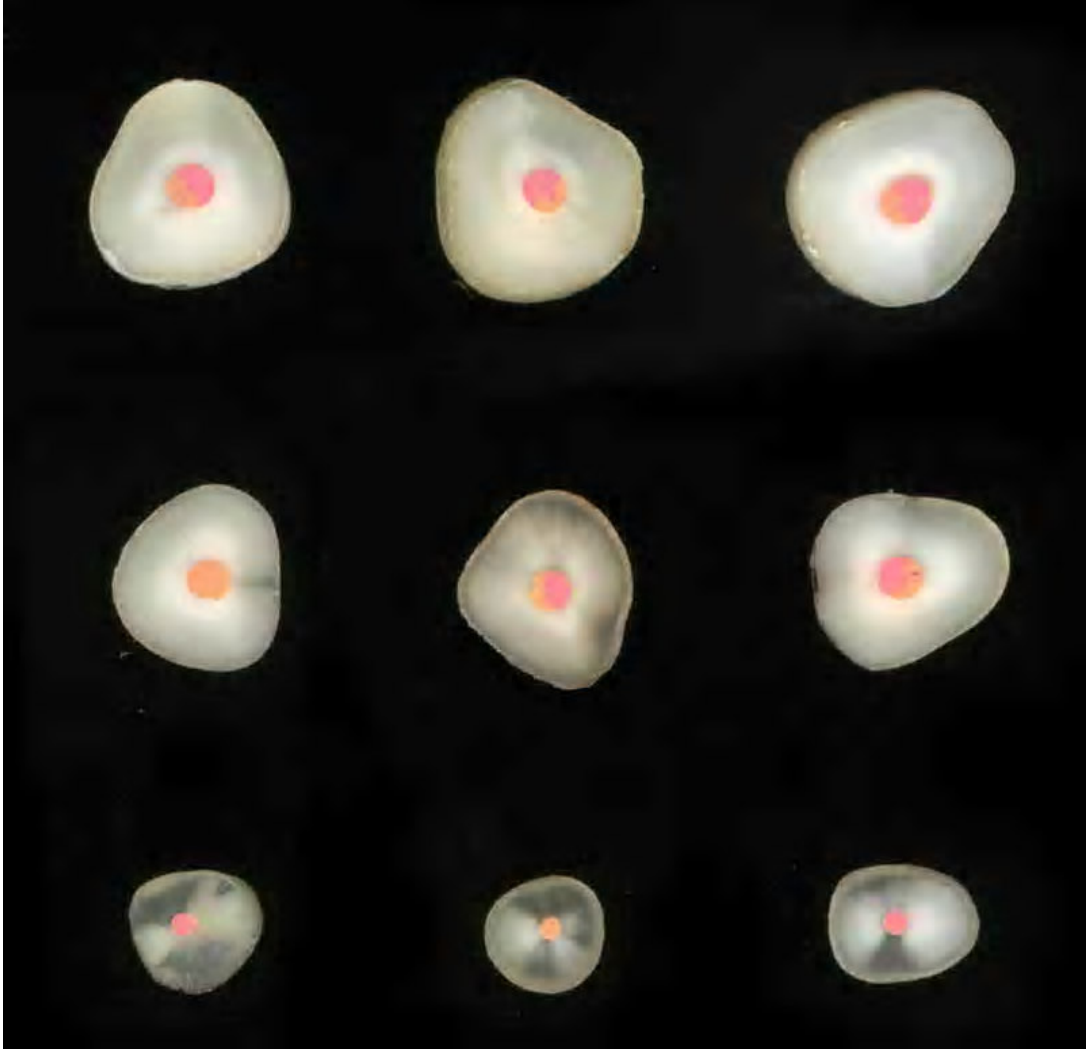
Resim 3. 3. Kök kesitlerinin hazırlanılmasında kullanılan Mikrotom cihazı



Resim 3. 4. Köklerin Mikrotom cihazına yerleştirilmesi



Şekil 3. 2. Kök dentin kesitlerinin alındığı seviyeler (Koronal, Orta ve Apikal)

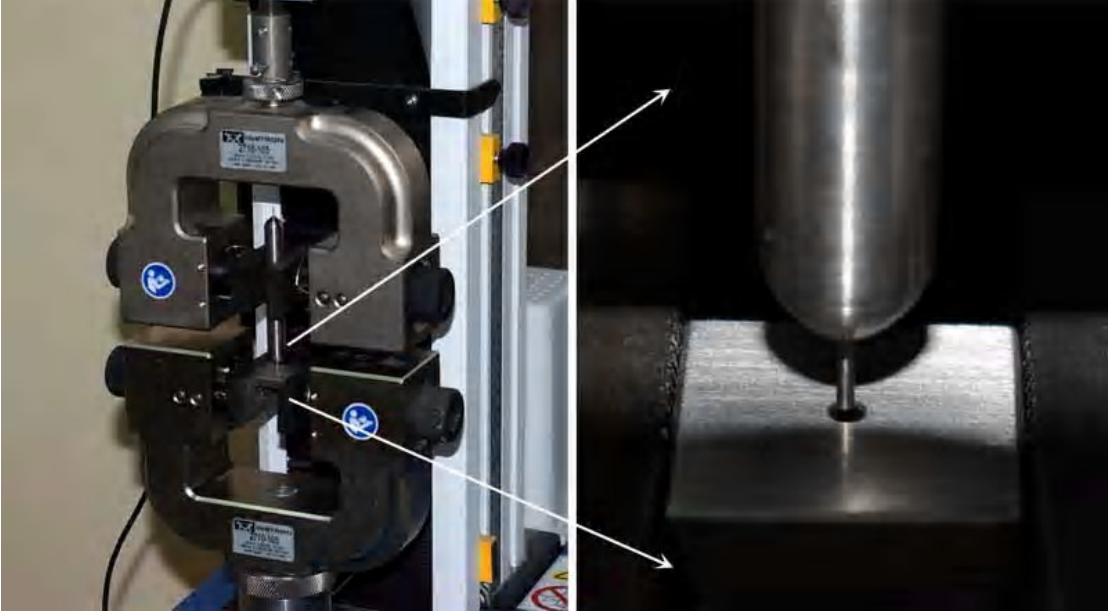


Resim 3. 5. Elde edilen koronal, orta ve apikal kök kesitlerinden örnekler

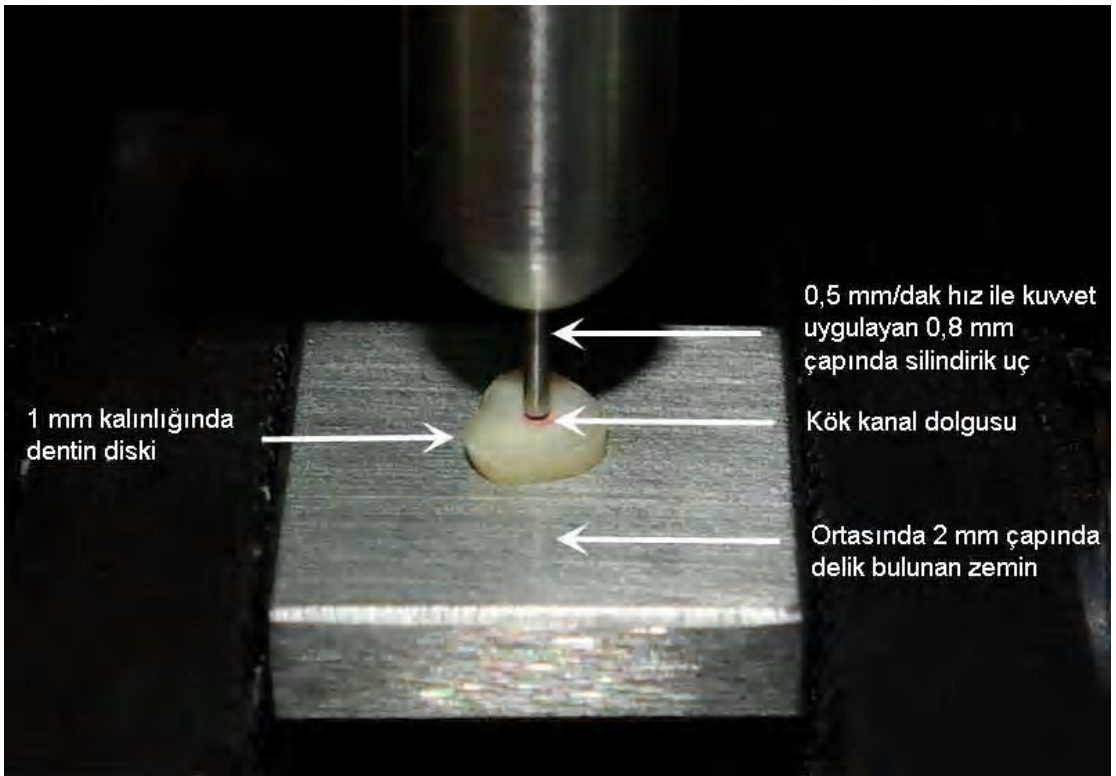
Push-out test düzeneği 3 parçadan oluşmaktadır;

- 1- Çapı 0,8 mm, 0,5 mm ve 0,3 mm olan silindirik metal uçlar (Resim 3. 6)
- 2- Kök parçalarının yerleştirileceği ortası delik zemin (Resim 3. 6)
- 3- Bilgisayar kontrollü test cihazı (Resim 3. 7)

Hazırlanan bu kök kesitleri push-out test düzeneğine yerleştirildi ve 0,5mm/dakika hızda test gerçekleştirildi (Resim 3. 8) (Şekil 3. 3).



Resim 3. 6. Push-out testinde kullanılan parçalar



Resim 3. 7. Push-out testi

Kök parçaları push-out test düzeneğine kuvvet apikalden koronale doğru uygulanacak şekilde yerleştirildikten sonra kök kanal dolgularının kök kanal dentini ile olan bağlanma dayanımlarının ölçülmesi işlemine geçildi. Bunun için kök kesitlerinin merkezindeki kanal dolgu maddesi üzerine konumlandırılan silindirik metal uç vasıtası ile 0,5 mm/dak'lık hız ile kanal dolgusu kanaldan bütünüyle uzaklaşana kadar kuvvet uygulandı (Resim 3. 8). Kanal dolgusunun kanal duvarından ayrıldığı anda uygulanan kuvvete karşı oluşan dirençteki azalma bilgisayar tarafından otomatik olarak algılanmakta ve oluşan en yüksek değer Newton cinsinden bağlanma değeri olarak kaydedilmektedir.



Resim 3. 8. Bilgisayar kontrollü maksimum yükleme kapasitesi 100N olan hassas yük hücresine sahip Instron (Illinois Tool Works Inc. Norwood, Massachusetts, A.B.D.) test cihazı.

Her bir örnek için kök kanalının çapı, kök parçasının yüksekliği bir dijital kumpas ile 0,01 mm hassasiyetinde ölçüldü. Push-out kuvvetleri Newton olarak ve bağlanma yüzey alanı mm^2 olarak hesaplandı. Elde edilen verileri MPa'ya dönüştürmek için Costa ve ark. (210) tarafından kullanılan denklem şu şekildedir;

$$\text{Bağlanma dayanımı} = \frac{F}{\pi \times (R + r) \times g}$$

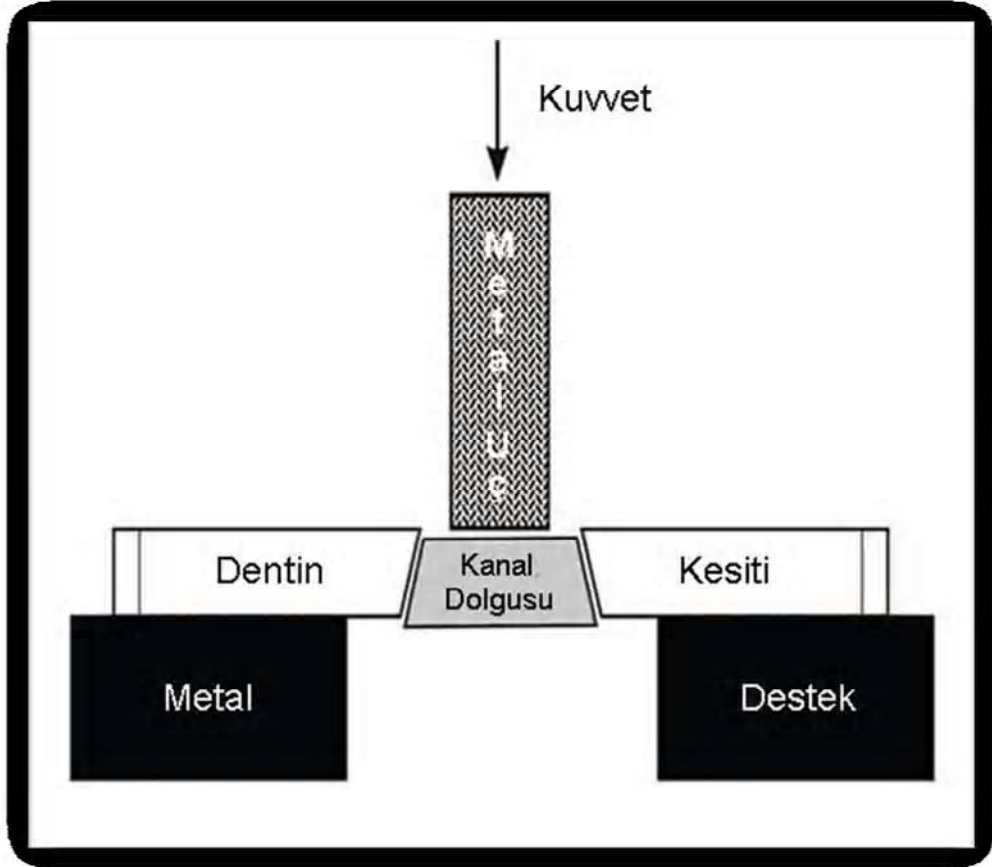
MPa : Mega Pascal : Bağlanma dayanımı birimi

F : Uygulanan kuvvet (Newton): Kanal dolgusunu kanaldan uzaklaştıran maksimum kuvvet

R : Kök kanal kesitinin koronal yüzeydeki yarıçapı (mm): Kök kanalının yarıçapı her kesit bölgesi için ayrı hesaplandı.

r : Kök kanal kesitinin apikal yüzeyindeki yarıçapı (mm)

g : Kök kesitinin yüksekliği (mm): Her kök örneği ve bölgesi için alınan kesitler dijital bir kumpas yardımı ile 0,01 mm hassasiyetinde ölçüldü ve her örnek için hesaplamalar ayrı ayrı yapıldı.



Şekil 3. 3. Push-out test düzeneğinin şematik gösterimi

3.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Sıvı filtrasyon metoduyla elde edilen ortalama apikal mikrosızıntı değerleri ve Push-out testi sonucunda elde edilen bağlanma dayanımı değerlerine normalite testi (Shapiro-Wilk) yapıldı. Verilerin normal dağıldığı tespit edildikten sonra tek yönlü varyans analizi (Oneway ANOVA) ve Post-Hoc Tukey HSD testleri istatistiksel karşılaştırmalar için kullanıldı.

Sıvı filtrasyon ve push-out testi sonucunda elde edilen değerlerin birbirleriyle karşılaştırılması için Parametrik Korelasyon test metodu kullanıldı. Gruplar arası kırılma tiplerinin karşılaştırılmasında Ki-Kare testi kullanıldı. İstatistiksel değerlendirmelerde anlamlılık düzeyi ($\alpha=0,05$) olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular üç ana başlık altında incelendi.

1. Apikal mikro sızıntı ölçümlerine ait bulgular (Tablo 4. 1)
2. Kanal irrigasyon ajanlarının kanal dolgusunun bağlanma dayanımlarına ait bulgular
 - a. Köklerin koronal bölgesine ait bağlanma dayanımı bulguları (Tablo 4. 2)
 - b. Köklerin orta bölgesine ait bağlanma dayanımı bulguları (Tablo 4. 3)
 - c. Köklerin apikal bölgesine ait bağlanma dayanımı bulguları (Tablo 4. 4)
 - d. Ortalama bağlanma dayanımı bulguları (Tablo 4. 5)
3. Bağlanma dayanımı ile sızıntı değerleri arasındaki ilişki bulguları (Tablo 4. 6)
4. Kırılma tipi bulguları

4. 1. APİKAL MİKROSIZINTI ÖLÇÜMLERİNE AİT BULGULAR

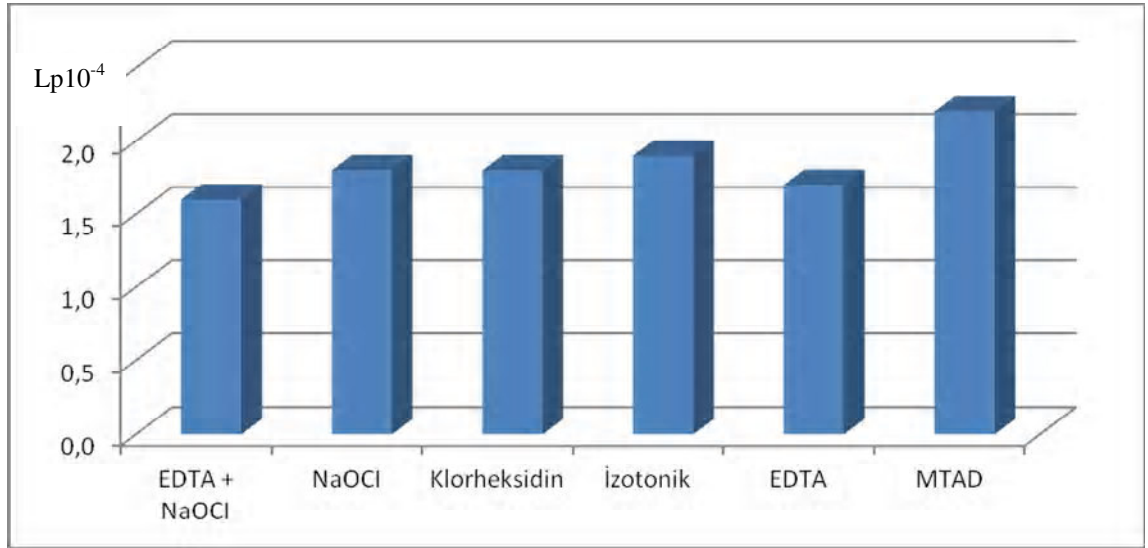
Tüm istatistiksel değerlendirmelerde SPSS version 16,0 kullanıldı. Sıvı filtrasyon metoduyla elde edilen sızıntı değerlerinin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Örneklerin normal dağılım gösterdiği anlaşıldıktan sonra tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Post Hoc Tukey HSD testleri kullanılarak grup ortalamaları arasındaki farklar değerlendirildi.

Gruplar arasında en yüksek sızıntı gösteren MTAD ile irrigasyon yapılan grup idi. MTAD nin ardından sırasıyla İzotonik, Klorheksidin, NaOCl, EDTA ve EDTA+NaOCl grupları gelmektedir. Grupların sızıntı değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak

anlamli olmadigi goruldu ($p=0,251$). Gruplar arasindaki istatistiksel sonuclarin ayrintilari Tablo 4.1 ve Grafik 4.1'de gosterilmektedir.

Tablo 4.1. Calismada kullaniman irrigasyon ajanlarinin apikal sivi filtrasyon degerleri ($Lp10^{-4}$). Aynı harfle gosterilen grup ortalamalari arasindaki fark anlamlı değıldir.

Gruplar	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma
EDTA + NaOCI	20	1,6 ^a	±0,4
NaOCI	20	1,8 ^a	±0,6
Klorheksidin	20	1,8 ^a	±0,9
İzotonik	20	1,9 ^a	±1,0
EDTA	20	1,7 ^a	±0,8
MTAD	20	2,2 ^a	±0,7



Grafik 4. 1. Calismada kullaniman irrigasyon ajanlarinin sivi filtrasyon degerleri ($Lp10^{-4}$)

4. 2. KANAL İRRİGASYON AJANLARININ KANAL DOLGUSUNUN BAĞLANMA DAYANIMLARINA AİT BULGULAR

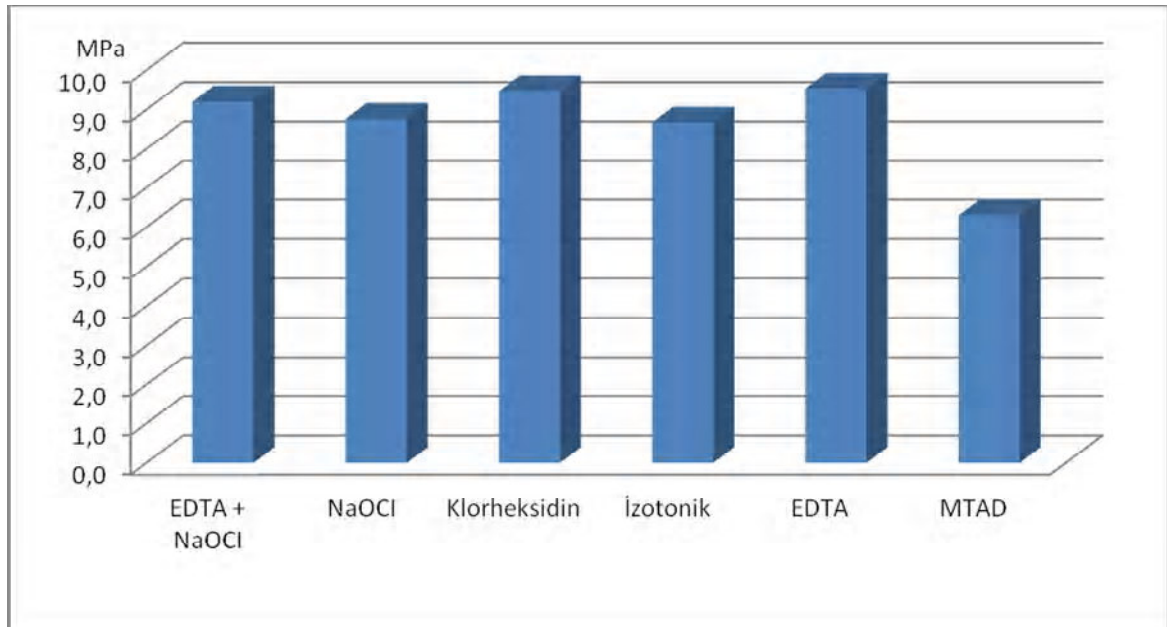
Push-out metoduyla elde edilen baglanma dayanımı değerlerinin normal dagılıma uygunlugu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Örneklerin normal dagılım gosterdigi anlasıldıktan sonra tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Post Hoc Tukey HSD testleri kullanılarak grup ortalamalari arasindaki farklar değerlendirildi.

a. Köklerin koronal bölgesine ait bağlanma dayanımı bulguları

Koronal bölgeye ait ortalama bağlanma değerleri ve standart sapmaları Tablo 4. 2' de gösterilmektedir. Koronal bölge bağlanma dayanımı bulguları arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,001$). Koronal bölgede en düşük bağlanma dayanımı MTAD grubunda görüldü. Diğer gruplar arasındaki ortalama bağlanma değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Tablo 4. 2. Koronal bölgeye ait bağlanma dayanımı değerleri (MPa). Aynı harfle gösterilen grup ortalamaları arasındaki fark anlamlı değildir.

Gruplar	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma
EDTA + NaOCI	20	9,2 ^a	±1,4
NaOCI	20	8,8 ^a	±1,0
Klorheksidin	20	9,5 ^a	±1,9
İzotonik	20	8,7 ^a	±1,3
EDTA	20	9,5 ^a	±1,9
MTAD	20	6,3 ^b	±1,7



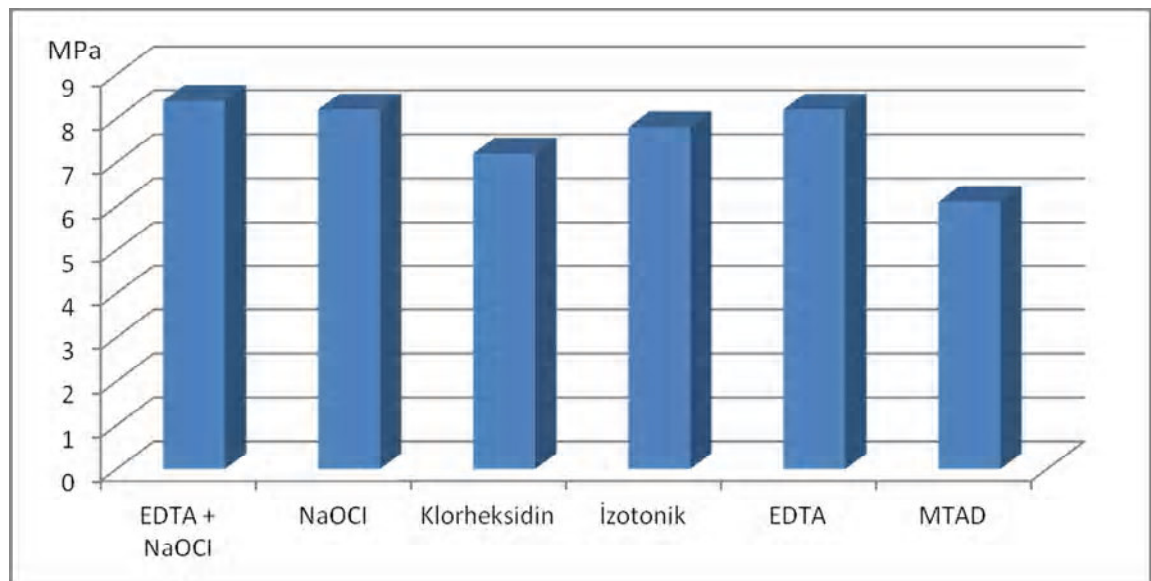
Grafik 4.2. Koronal bölgeye ait bağlanma dayanımı değerleri (MPa)

b. Köklerin orta bölgesine ait bağlanma dayanımı bulguları

Orta bölgeye ait ortalama bağlanma değerleri ve standart sapmaları Tablo 4. 3'de gösterilmektedir. Orta bölge bağlanma dayanımı bulguları arasındaki fark anlamlıdır ($p=0,003$). Orta bölgede en düşük bağlanma dayanımı MTAD grubunda görülmüştür. MTAD ile irrigasyon yapılan grupta orta bölgedeki bağlanma dayanımı EDTA, NaOCl ve EDTA+NaOCl gruplarından anlamlı seviyede düşüktür. MTAD, İzotonik ve Klorheksidin grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur. MTAD grubu hariç diğer gruplar arasındaki ortalama bağlanma değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

Tablo 4. 3. Köklerin orta bölgesine ait bağlanma dayanımı değerleri (MPa). Aynı harfle gösterilen grup ortalamaları arasındaki fark anlamlı değildir.

Gruplar	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma
EDTA + NaOCl	20	8,4 ^a	±1,9
NaOCl	20	8,2 ^a	±1,7
Klorheksidin	20	7,2 ^{ab}	±1,5
İzotonik	20	7,8 ^{ab}	±1,6
EDTA	20	8,2 ^a	±2,5
MTAD	20	6,1 ^b	±2,4



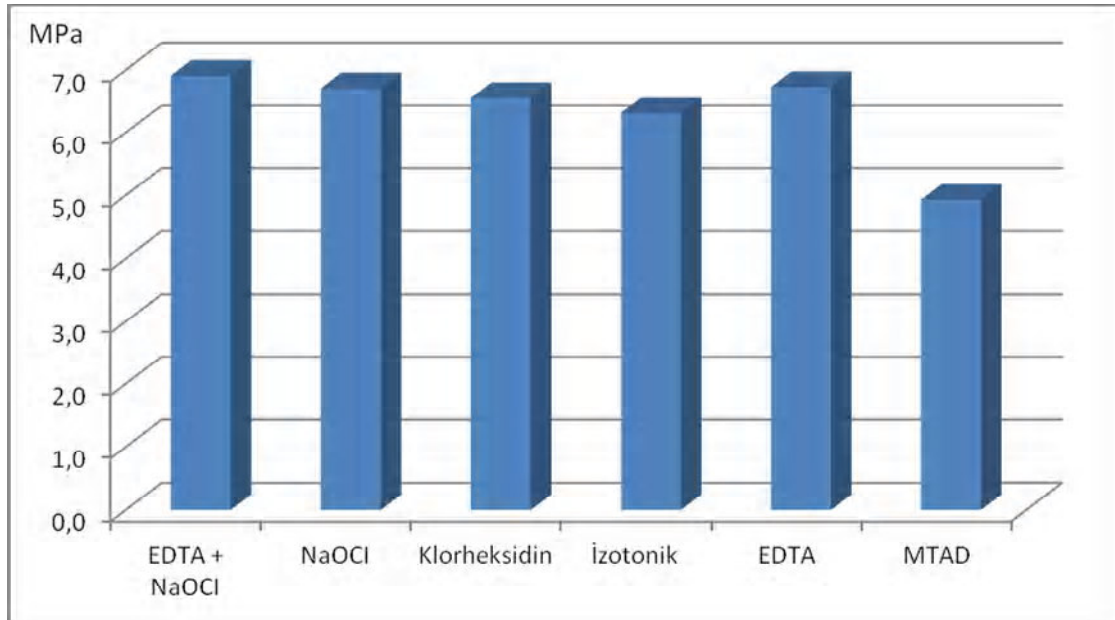
Grafik 4.3. Köklerin orta bölgesine ait bağlanma dayanımı değerleri (MPa)

c. Köklerin apikal bölgesine ait bağlanma dayanımı bulguları

Apikal bölgeye ait ortalama bağlanma değerleri ve standart sapmaları Tablo 4. 4'de gösterilmektedir. Apikal bölge bağlanma dayanımı bulguları arasındaki fark anlamlıdır ($p=0,002$). Apikal bölgede en düşük bağlanma dayanımı MTAD grubunda görülmüştür. MTAD ve İzotonik grupları arasındaki bağlanma değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

Tablo 4. 4. Apikal bölgede bağlanma dayanımı değerleri (MPa). Aynı harfle gösterilen grup ortalamaları arasındaki fark anlamlı değildir.

Gruplar	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma
EDTA + NaOCI	20	6,9 ^a	±1,6
NaOCI	20	6,7 ^a	±1,7
Klorheksidin	20	6,6 ^a	±1,8
İzotonik	20	6,3 ^{ab}	±1,3
EDTA	20	6,7 ^a	±1,8
MTAD	20	4,9 ^b	±1,6



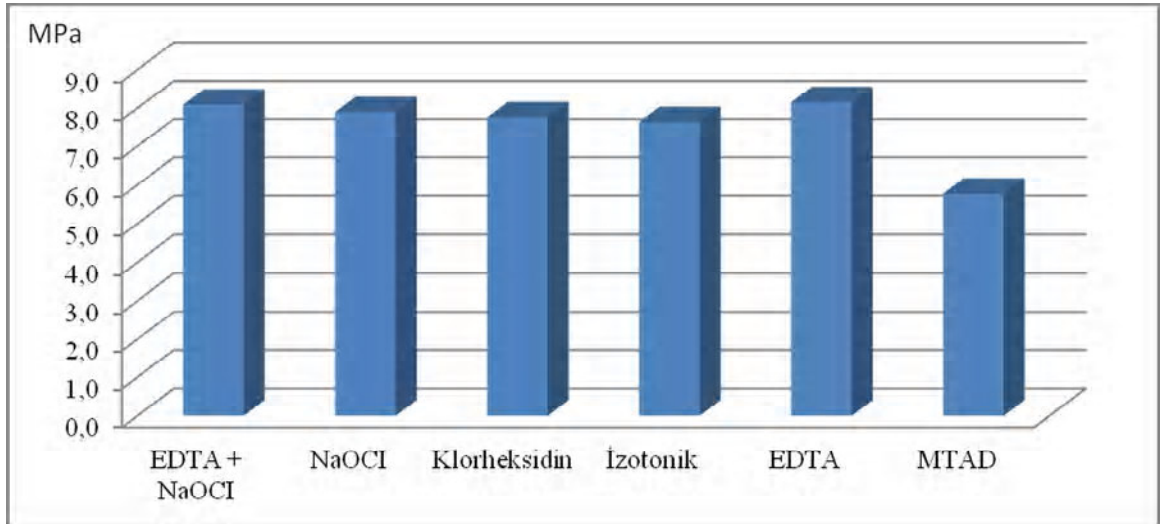
Tablo 4.4. Apikal bölgeye ait bağlanma dayanımı bulguları (MPa)

d. Ortalama bağlanma dayanımı bulguları

Apikal, orta ve koronal bölgelerin üçünün ortalama bağlanma değerleri ve standart sapmaları Tablo 4. 5. ve Grafik 4. 5.'de gösterilmektedir. Apikal, orta ve koronal bölgelerin ortalaması alınarak elde edilen bağlanma dayanımı bulguları arasındaki fark anlamlıdır ($p<0,001$). Ortalama bağlanma değerleri arasında yine en düşük bağlanma dayanımı MTAD grubunda görülmüştür. Diğer gruplar arasındaki ortalama bağlanma değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

Tablo 4.5. Apikal, orta ve koronal bölgelerin üçlü ortalama bağlanma dayanımı değerleri (MPa). Aynı harfle gösterilen grup ortalamaları arasındaki fark anlamlı değildir.

Gruplar	Örnek sayısı	Ortalama	Standart sapma
EDTA + NaOCI	20	8,1 ^a	±1,0
NaOCI	20	7,9 ^a	±1,1
Klorheksidin	20	7,8 ^a	±1,1
İzotonik	20	7,6 ^a	±1,1
EDTA	20	8,2 ^a	±1,3
MTAD	20	5,8 ^b	±1,0



Grafik 4.5. Köklerin ortalama bağlanma dayanımı bulguları (MPa).

4. 3. BAĞLANMA DAYANIMI İLE SIZINTI DEĞERLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ BULGULARI

Sızıntı ve bağlanma değerleri arasındaki ilişki ve p değerleri Tablo 4. 6' da gösterilmektedir. Apikal sızıntı değerleri ile apikal ve ortalama bağlanma değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve ters orantılı bir ilişki vardır ($p=0,005$). Apikal sızıntı ve apikal bağlanma değerleri arasında ilişki düşük düzeydedir ($r = -0,266$). Koronal, apikal ve ortalama bağlanma değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır (Tablo 4. 6.).

Tablo 4. 6. Sızıntı ve bağlanma değerleri arasındaki ilişki ve p değerleri. Hücrelerdeki birinci değer Pearson korelasyon katsayısı (r), ikinci değer ise p değeridir. '*' işareti olan karşılaştırmalar arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlıdır. '-' işareti ilişkinin ters yönlü olduğunu, r ise ilişkinin gücünü gösterir. r değeri -1 ile 1 arasındadır.

		Bağlanma dayanımı			
		Koronal	Orta	Apikal	Ortalama
Sızıntı	r	-0,18	0,11	-0,27*	-0,13
	p	0,053	0,238	0,005	0,153

4. 4. KIRILMA TİPİ BULGULARI

a. Koronal bölgeye ait kırılma tipi bulguları.

Tablo 4. 7. Koronal bölgeye ait kırılma tipi bulguları.

Gruplar	Adeziv	Miks	Koheziv	Toplam
EDTA + NaOCI	12	7	1	20
NaOCI	15	5	0	20
Klorheksidin	12	8	0	20
İzotonik	9	11	0	20
EDTA	14	6	0	20
MTAD	17	3	0	20
Toplam	79	40	1	120

Kırılma tipleri bakımından gruplar arasında koronal bölgede istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p=0,197$).

b. Orta bölgeye ait kırılma tipi bulguları.

Tablo 4. 8. Orta bölgeye ait kırılma tipi bulguları.

Gruplar	Adeziv	Miks	Koheziv	Toplam
EDTA + NaOCI	11	9	0	20
NaOCI	13	6	1	20
Klorheksidin	10	10	0	20
İzotonik	9	11	0	20
EDTA	14	6	0	20
MTAD	15	5	0	20
Toplam	72	47	1	120

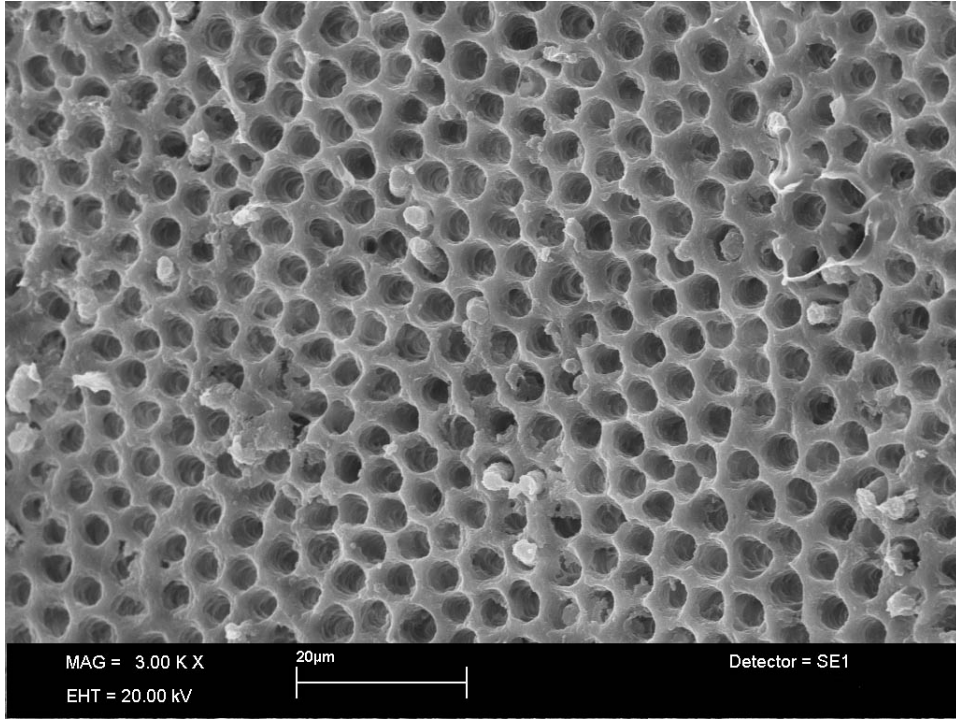
Kırılma tipleri bakımından gruplar arasında orta bölgede istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p=0,337$).

c. Apikal bölgeye ait kırılma tipi bulguları.

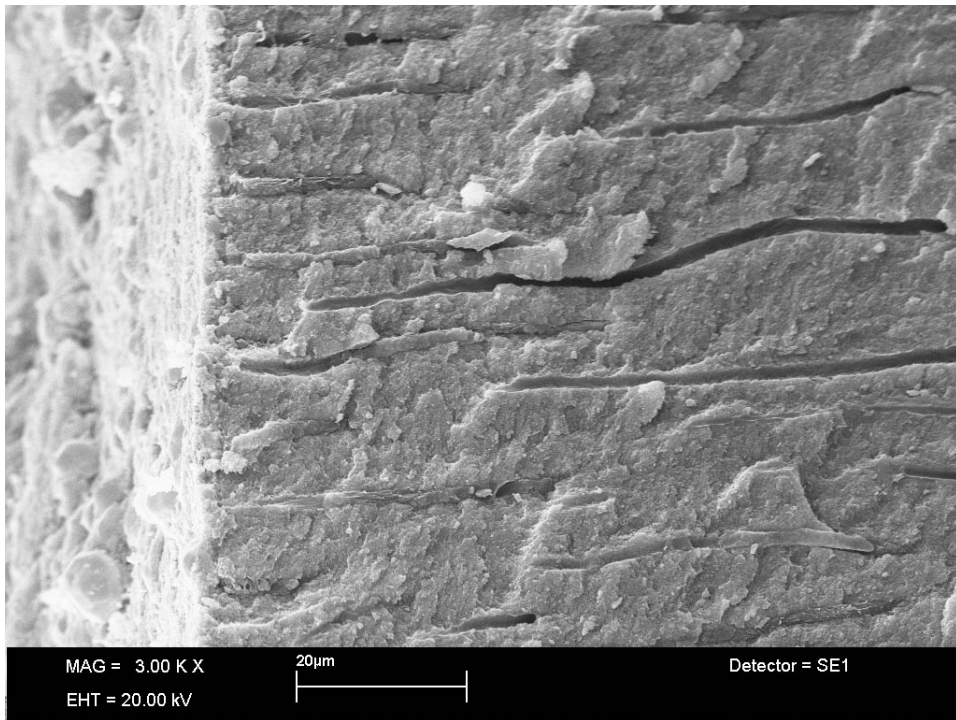
Tablo 4. 9. Apikal bölgeye ait kırılma tipi bulguları.

Gruplar	Adeziv	Miks	Koheziv	Toplam
EDTA + NaOCI	9	9	2	20
NaOCI	14	6	0	20
Klorheksidin	12	8	0	20
İzotonik	12	7	1	20
EDTA	13	6	1	20
MTAD	18	2	0	20
Toplam	78	38	4	120

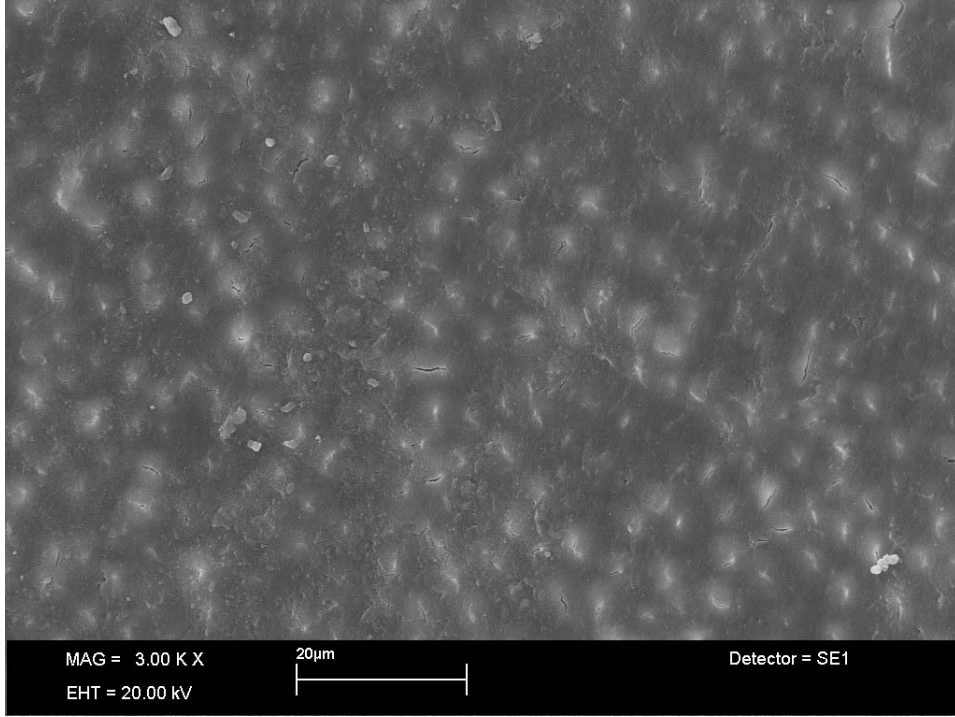
Kırılma tipleri bakımından gruplar arasında koronal bölgede istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p=0,223$).



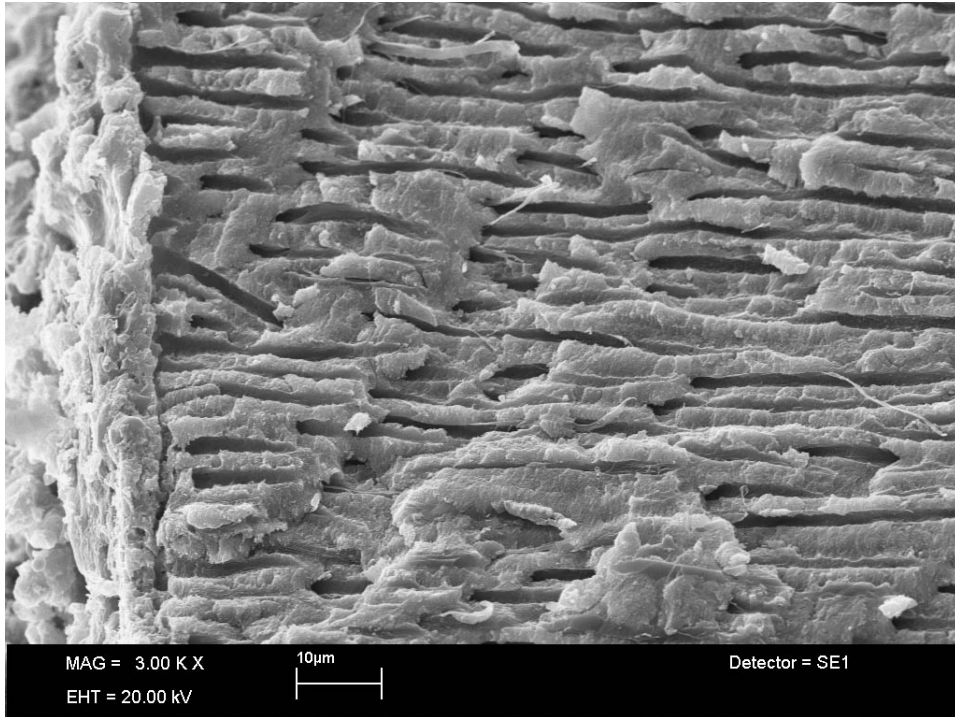
Resim 4. 1. NaOCl + EDTA grubuna ait SEM görüntüsü



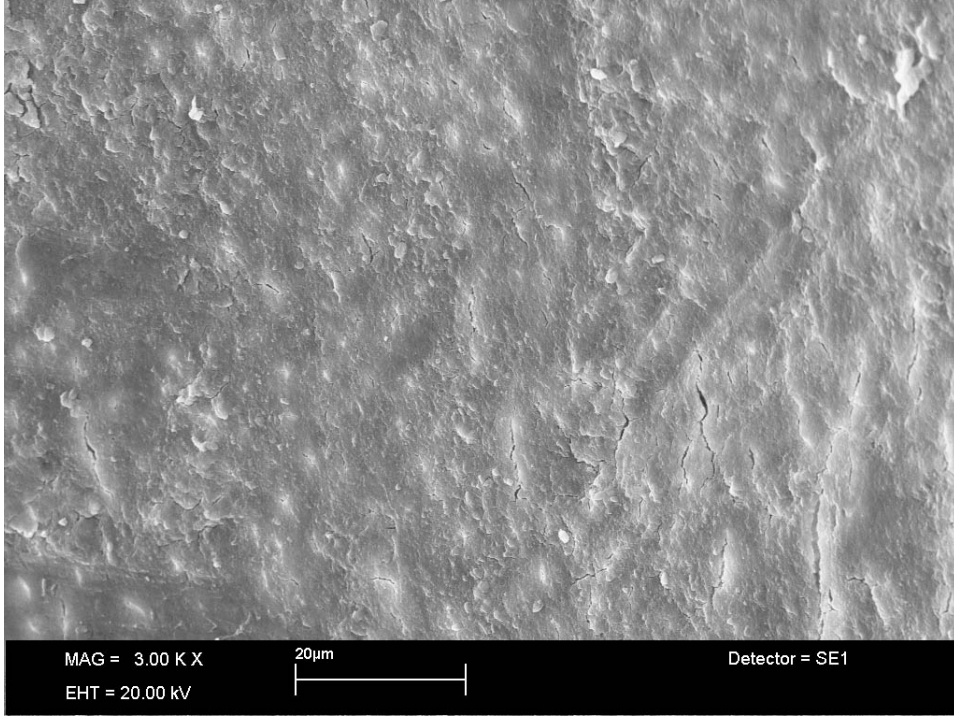
Resim 4. 2. NaOCl + EDTA grubuna ait SEM görüntüsü



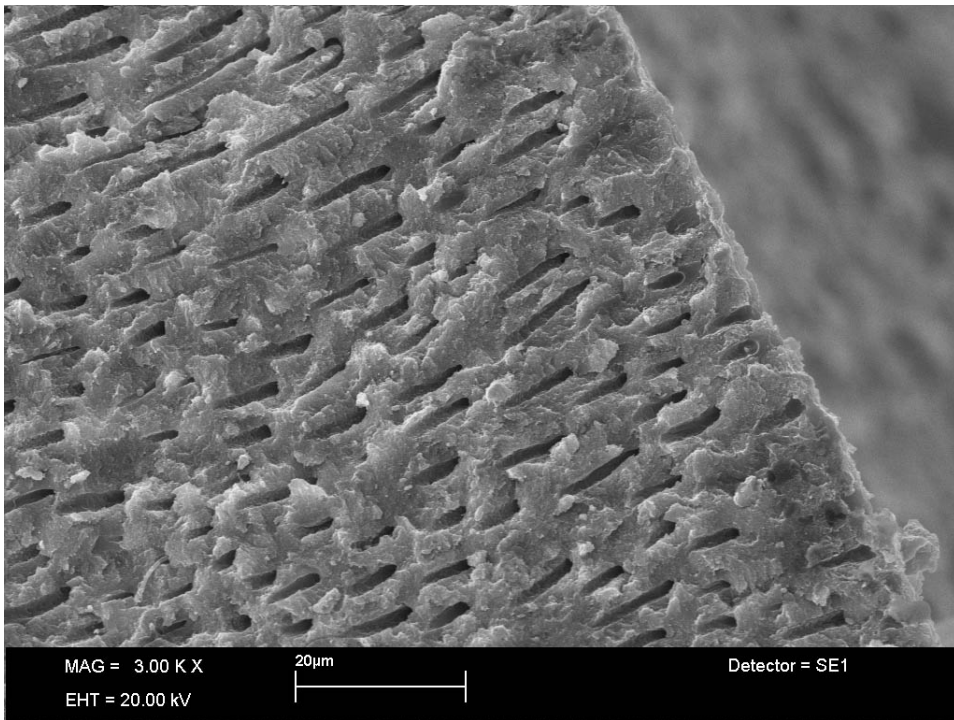
Resim 4. 3. NaOCl grubuna ait SEM görüntüsü



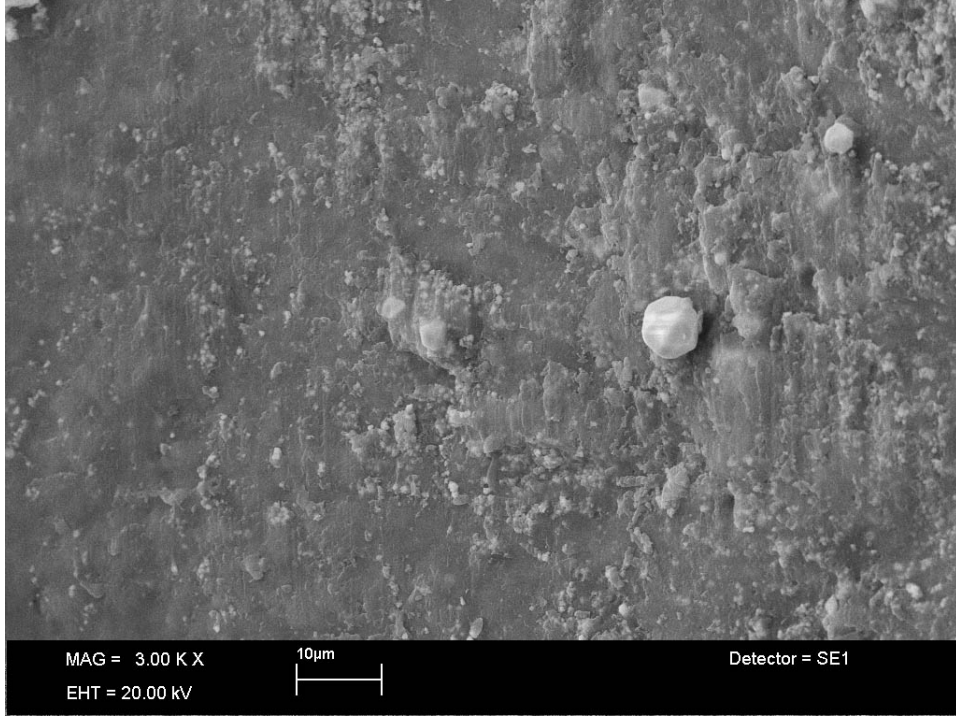
Resim 4. 4. NaOCl grubuna ait SEM görüntüsü



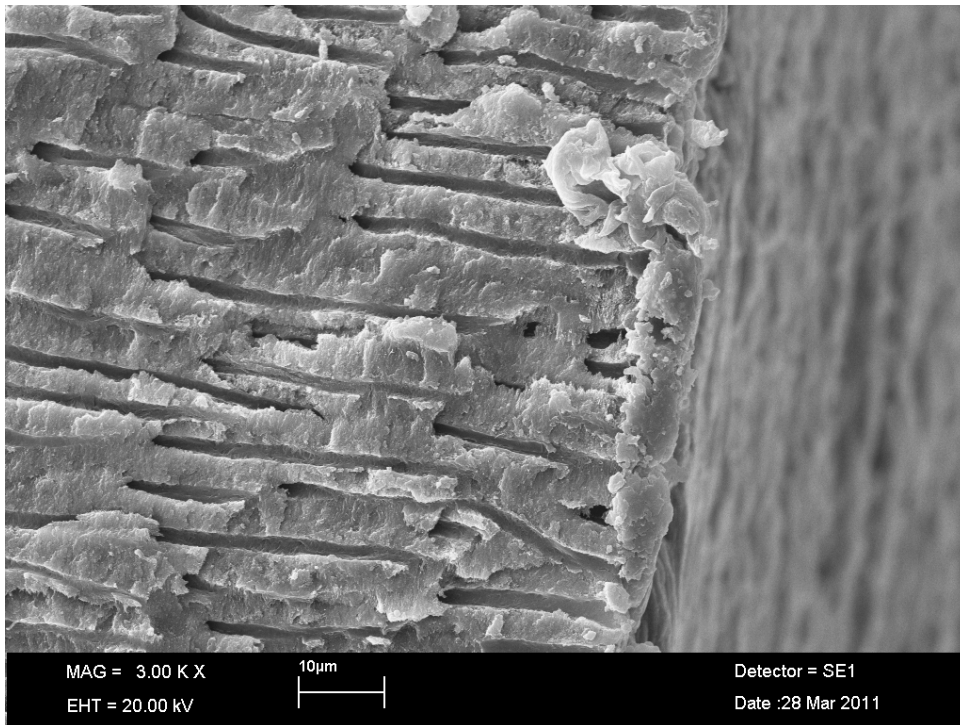
Resim 4. 5. Klorheksidin grubuna ait SEM görüntüsü



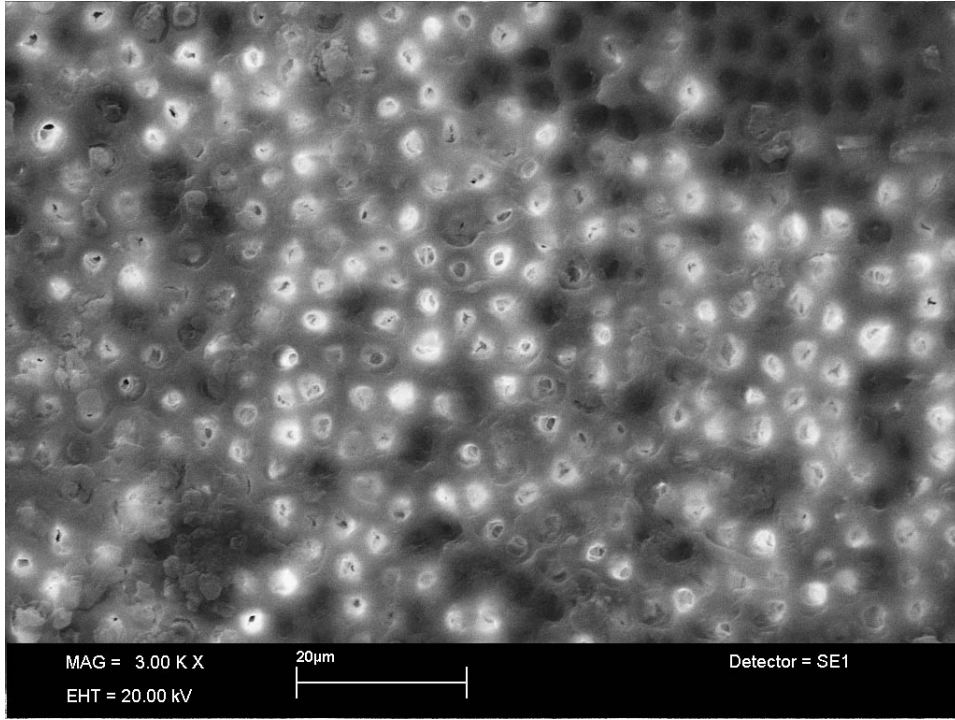
Resim 4. 6. Klorheksidin grubuna ait SEM görüntüsü



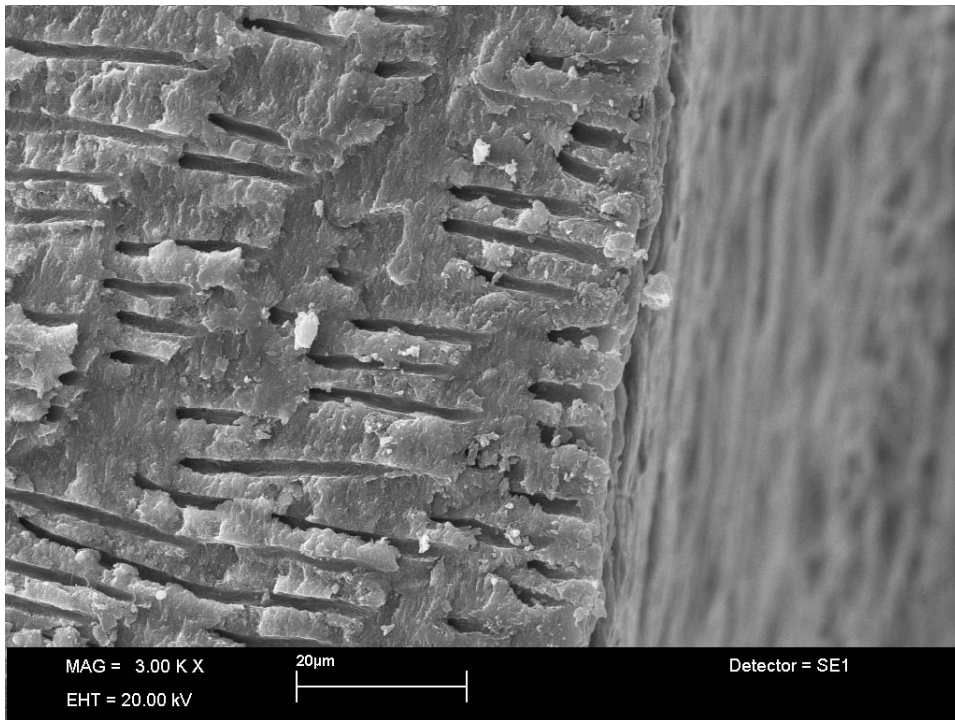
Resim 4. 7. İzotonik grubuna ait SEM görüntüsü



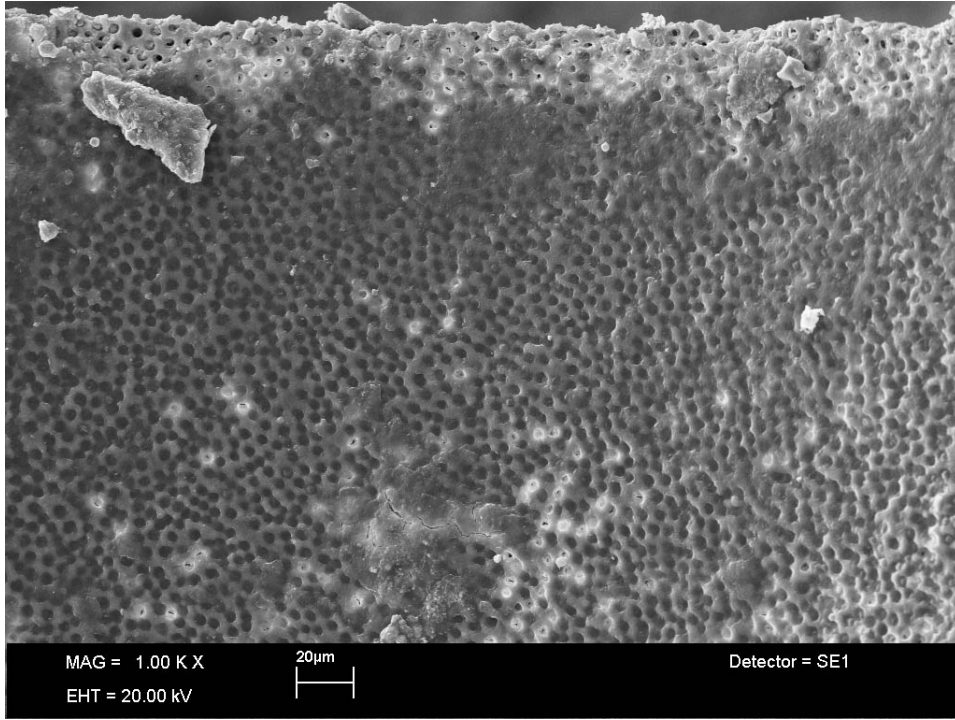
Resim 4. 8. İzotonik grubuna ait SEM görüntüsü



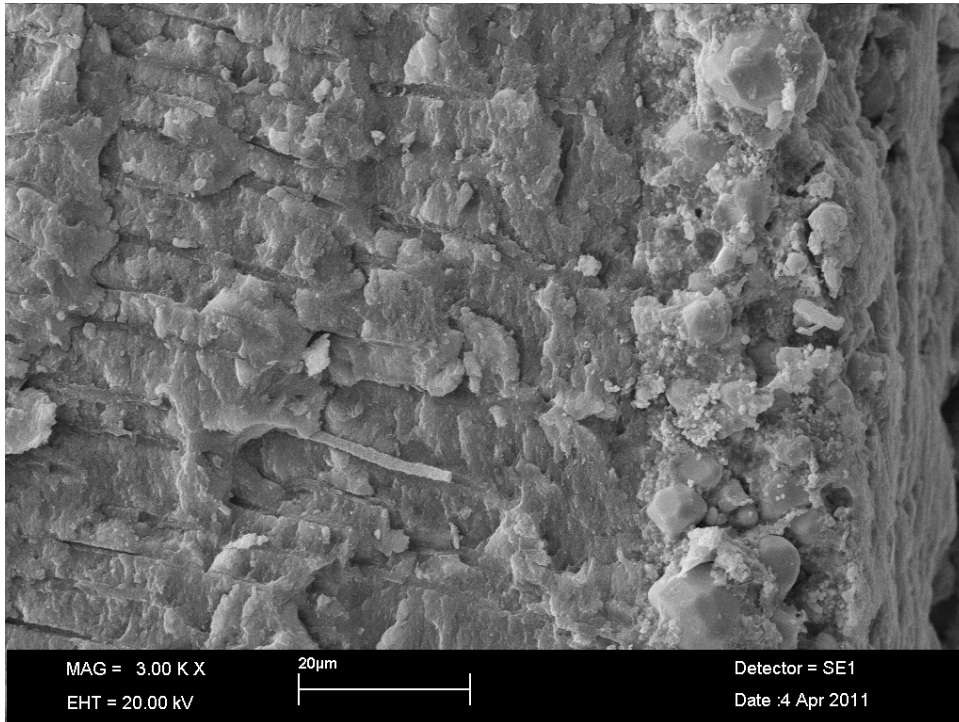
Resim 4. 9. EDTA grubuna ait SEM görüntüsü



Resim 4. 10. EDTA grubuna ait SEM görüntüsü



Resim 4. 11. MTAD grubuna ait SEM görüntüsü



Resim 4. 12. MTAD grubuna ait SEM görüntüsü

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çok ciddi kimyasal ve mekanik preparasyonlardan sonra bile mikroorganizmalar kök kanallarındaki dentin tübüllerinde kalabilirler. Bundan dolayı, bu mikroorganizmalar ve toksinlerinin mükemmel bir apikal kapatma ile apekse ulaşmaması arzu edilen bir durumdur (21, 22). Kök kanal tedavisinin temel amacı kök kanal sisteminin temizlenmesi, üç boyutlu olarak şekillendirilip doldurularak tekrar enfekte olmasının önlenmesidir (2).

Apikal sızıntı endodontik tedavi başarısızlıklarında en yaygın neden olarak kabul edilir, farklı kök kanal dolgu teknikleri, kanal patlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri ve smear tabakasının varlığı veya yokluğu gibi birçok faktörden etkilenir (21, 154). Koronal sızıntıda, kök kanalı ağız ortamındaki bakteriler ile kontage bağlı veya tübüllerdeki açıklık nedeni gibi çeşitli nedenlerle tekrar kontamine olabilir (23, 24).

Kök kanal tedavilerinde başarısızlıkların % 60'ı eksik doldurulmuş kanala periradiküler eksudanın sızmasından kaynaklanmaktadır (53). 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 güta-perka konları arasındaki boşluğun doldurulmasında ve konların hem dentin duvarına hem de birbirlerine olan bağlanmalarının sağlanmasında bir pat ile beraber kullanılması önerilmektedir (211). Kök kanal patının dentin kanallarına penetrasyonu arttıkça kök kanalının daha hermetik bir şekilde doldurulması sağlanabilir; bu da kanal dolgu maddelerinin koronal ve apikal sızdırmazlık özelliğinin artmasıyla sonuçlanabilir (212). Kök kanalının temizlenip

şekillendirilmesinde genişletme için enstrümanların kullanımı yanında işlemin tamamlayıcı bir bölümü olarak irrigasyonun da yapılması gerekmektedir. İrrigasyon, kök kanalındaki enfekte dokuların uzaklaştırılmasını, organik ve inorganik materyalin eritilmesini, lubrikasyon ve antimikrobiyal etkinliğin artırılmasını, kanalda kullanılan dezenfektanların etkinliğinin artırılmasını sağlar.

Günümüzde kliniklerde yaygın olarak kullanılan irrigasyon ajanı NaOCl'dir. Organik artıklara karşı iyi çözücü etki göstermesi, antiseptik olması, düşük yüzey gerilimi ile dentin duvarlarına kolayca diffüze olabilmesi ve kolay bulunması, ucuz olması ve raf ömrünün uzun olması gibi avantajlarından dolayı en çok tercih edilen irrigasyon solüsyonudur (54, 59). Ancak kötü kokusu, dokular üzerinde toksik ve alerjik etkileri nedeniyle daha iyi özelliklere sahip başka irrigasyon ajanları araştırılmıştır (37).

Alkali bir solüsyon olan NaOCl'in genellikle endodontik amaçla kullanılan ticari formlarının pH'sı 12 civarındadır (59). Aynı zamanda bu pH değeri solüsyonun kimyasal olarak daha stabil olmasını sağlar (60). Endodontide genel olarak % 0,5 ile % 5,25 arası değişen konsantrasyonları tercih edilmektedir. NaOCl'in konsantrasyonu ile toksisitesi doğru orantılıdır (61). *In vitro* çalışmalar sonucunda, % 1'lik NaOCl solüsyonunun endodontik tedavi esnasında gerekli olan pulpa dokusunu çözme etkinliği için yeterli olduğu düşünülmektedir (63).

Şelasyon ajanları dentindeki kalsiyum iyonlarıyla reaksiyona girerek kalsiyum şelatları oluşturmaktadır (54). EDTA'nın nötral pH'daki % 17'lik disodyum tuzu endodontik tedavide sıklıkla tercih edilir (99). EDTA bir şelasyon ajanı olduğundan dekalsifikasyonu gerçekleştirmede yüksek hidrojen iyonu konsantrasyonlarına bağımlı değildir ve pH 7 civarında etkisini gösterebilmektedir (103). Birçok çalışmada EDTA'nın likit ya da pat şeklinin en etkili temizlik süresinin 1 ile 5 dakika arası olduğu gösterilmiştir (99, 106, 108). EDTA'nın smear tabakasının inorganik komponentlerini çözmesi nedeniyle bazı araştırmacılar organik artıkların da uzaklaştırılması için NaOCl ile kombine kullanımını tavsiye etmişlerdir (47, 100, 213).

Klorheksidin; 5,5-7,0 pH'ya sahip katyonik bir moleküldür. En kararlı hali tuz formu olduğundan dolayı çoğunlukla glukonat, diglukonat, asetat ve hidroklorat formları kullanılmaktadır (115).

Jung ve ark. (135), klorheksidin diglukonatın hidroksiapatite bağlanma özelliği nedeniyle dentinde uzun süreli antimikrobiyal etki sağladığını, kök kanalının kanal

dolgu patı ile doldurulmasından önce klorheksidin diglukonat ile irrigasyonu sonucu koronal sızıntı miktarında azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. White ve ark. (121), % 2'lik klorheksidin glukonat ile irriye edilen kök kanallarında antimikrobiyal aktivitenin uygulamadan 72. saat sonra bile devam ettiğini, % 0,12'lik klorheksidinin ise bu etkinin ancak 6-24 saat sürdürebildiğini bildirmişlerdir. Egelemeden saatler sonra kanal dokuları içerisinde potansiyel koruyucu bir eleman olarak dayanıklı antimikrobiyal etkisi belirlenmiştir (121). Endodontide klorheksidin glukonat kullanma potansiyeli birçok çalışmada gösterilmiştir (69, 116, 122, 123).

Torabinejad ve ark. (2) MTAD olarak adlandırdıkları deterjan, asit ve tetrasiklin izomeri karışımından oluşan ve smear tabakasını kaldıracak bir irrigasyon solüsyonu geliştirmişlerdir. MTAD'nin son irrigasyon ajanı olarak kullanıldığında EDTA'ya kıyasla diş yapısına daha az zarar verdiğini göstermişlerdir (2). MTAD ve EDTA arasındaki en büyük farklılık, antibakteriyel etkinliğin uzamasına yol açan MTAD içerisinde mevcut olan doksisisiklinin dentine yüksek bağlanma afinitesidir (139).

İn vitro olarak kök kanal dolgusunun mikrosızıntısını belirlemeye çalışan modeller, doldurulmuş kanalda iz bırakan sızıntı ajanlarının ölçümüne dayanır. Genel olarak kullanılan işaretleyiciler boya, radyoizotoplar, bakteriler ve bakteri toksinleridir. Bakteriler klinik ortamda meydana gelen sızıntıyı en yakın taklit eden işaretleyicilerdir (25-27). Sıvı filtrasyonu veya boya çıkartma gibi diğer metotlar da kullanılır, bu tekniklerin avantajları yüksek oranda tekrarlanabilmeleridir (21, 28-30).

Kök kanal dolgularının bağlanma dayanımları germe, makaslama ve push-out yöntemleri ile değerlendirilebilir. Klinik koşulları daha iyi taklit edebilmesi nedeniyle push-out testi son yıllarda ön plana çıkmıştır. Apikal veya koronal yönden sızıntı halen klinik bir problem olarak karşımıza çıkmakta ve başarısızlığın esas sebebi olarak görülmektedir. Sızıntının değerlendirilmesinde birçok farklı test yöntemi kullanılmış fakat hiçbiri en geçerli yöntem olarak kabul görmemiştir. Tüm bu yöntemler, seçilen test metodu ve uygulama tekniği, gerçeğe uygunluğu ve istatistiksel analiz yöntemleri açısından eleştirilmektedir (31).

İrrigasyon ajanlarının kanal tedavisinin başarısı üzerinde önemli rol oynadığı bir çok çalışmada gösterilmiştir. Bu tez çalışmasının amacı nispeten yeni bir kök kanal irrigasyon ajanı olan MTAD'nin diğer ajanlara kıyasla kök kanal dolgusunun apikal sızıntısına ve bağlanma dayanımına etkisini araştırmaktır.

Çalışmamızda deney grupları çekilmiş insan dişlerinden oluşturuldu. Çekilmiş insan dişlerinin kullanıldığı bu tarz çalışmaların en büyük dezavantajı boyut ve diş dokularındaki farklar (214) gibi kontrol edilemeyen parametrelerin çalışmayı etkileyerek, yüksek standart sapmalara neden olabilme ihtimalidir. Bu nedenle deney gruplarının standardizasyonu için çalışmada incelenecek köklerin uzunluğu ve anatomileri olabildiğince benzer olmalıdır. Enstrümantasyon sonrası apikal açıklık ve foramen çapı kontrol edilmelidir (150). Bu çalışmada, önceki bazı çalışmalarda da (215, 216) olduğu gibi dişlerin uzunlukları ve bukko-lingual, mezyo-distal çapları ölçülerek en azından boyutsal farklılıklar elimine edilmeye çalışıldı ve benzer boyuttaki dişler kullanıldı. Ayrıca, tüm dişler aynı numaralı kanal aletleri kullanılarak aynı teknik ile genişletildi ve apikal foramen çaplarının standardizasyonu da bu şekilde sağlandı.

Sıvı filtrasyon yöntemi güvenilirliği, tekrarlanabilirliği ve kıyaslamalara imkan vermesi nedeniyle tavsiye edilen bir yöntemdir (150). Bu yöntem ilk olarak Derkson ve ark. (169) tarafından 1986 da tarif edilmiş ve Pashley ve ark. (209) tarafından geçici dolgu materyallerinin sızıntısını değerlendirmek için dizayn edilmiştir. Son olarak Wu ve Wesselink (150) tarafından endodontik sızıntı çalışmalarında kullanılmak üzere değişiklik yapılmıştır. Wu ve ark. (28) ile Youngson ve ark. (217) sıvı filtrasyon yönteminin boyama yönteminden daha hassas olduğunu belirtmişlerdir. Sıvı filtrasyon yönteminde nicel sonuçlar elde edilir ve ölçümler esnasında örnekler zarar görmediği için farklı zamanlarda tekrarlayan ölçümler yapılmasına olanak sağlar (218). Penetrasyon takibi yöntemlerinde, bağlantı ara yüzünde hapsolan hava ve sıvıların; izci moleküllerin kapiller hareketi ve difüzyonunu, hareketsiz bakterilerin taşınmasını ve iyonların geçişini olumsuz etkilediği bilinmektedir (156, 158). Sıvı filtrasyon yönteminde ise pozitif basınç kullanılır ve bu sayede, ara yüzdeki boşluklarda sıkışan hava ve sıvı nedeniyle penetrasyon yöntemlerinde yaşanan problemlerin önüne geçilir (28). Sistemin hassasiyeti, kullanılan basıncın değiştirilmesi ve mikropipetin çapının değiştirilmesi ile ayarlanabilir (219). Bunların yanında, mikrosızıntı ölçümünde zarar görmeyen örnekler üzerinde mikrosızıntı ölçümünden sonra farklı çalışmalarda da kullanılabilir. Bu avantajlardan dolayı çalışmamızda, mikrosızıntı ölçüm yöntemi olarak sıvı filtrasyon yöntemi kullanılmıştır.

Smear tabakasının uzaklaştırılmasında hem organik hem de inorganik bileşenlere etkili bir irrigasyon solüsyonu bulunamadığı için birçok farklı solüsyonun kullanılması

önerilmektedir (84, 100, 220). Smear tabakasını kaldırmak için, dentini demineralize eden % 15 ile % 17 arası konsantrasyonlarda EDTA solüsyonlarının, organik dokuları çözebilen % 1 ile % 5,25 NaOCl solüsyonları ile birlikte kullanılması önerilmektedir (84, 96, 221-223). Literatürde bu solüsyonların uygulama süreleri 30 saniye ile 10 dakika arasında değişmektedir (11, 84, 96, 224). Bu çalışmada smear tabakasının uzaklaştırılması için 5'er dakikalık sürelerle uygulanan % 1 NaOCl ve % 17 EDTA solüsyonları genel kullanım protokollerine uygundur.

Bu çalışmanın temel amaçlarından birisi kök kanal preparasyonu esnasında veya sonrasında uygulanan güncel irrigasyon ajanlarından NaOCl, EDTA, klorheksidin ve MTAD'nin kanal dolgusunun mikrosızıntısına olan etkisini sıvı filtrasyon yöntemi ile değerlendirmektir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular sonucunda bu irrigasyon ajanları arasında mikrosızıntıyı engelleme kabiliyetleri arasında anlamlı bir fark çıkmamıştır. Bu sonucun nedeni irrigasyon ajanlarının apikal bölgede yeterince etki gösterememesi olabilir.

Madison ve Krell (225) % 1'lik metilen mavisi ile doğrusal boya sızıntı tekniğini kullanarak % 2,5 NaOCl ile NaOCl + REDTA kombinasyonu ile yapılan irrigasyon protokollerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, bizim bulgularımıza benzer şekilde mikrosızıntı değerleri açısından anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Fraser (113) şelasyon ajanlarının kökün apikal, koronal ve orta dentin bölgelerinin mikrosertliği üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında, apikal kısımdaki etkinin kayda değer olmadığını rapor etmiştir. Bu bulgu bizim çalışmamızda apikal mikrosızıntı değerleri arasında fark çıkmamasını desteklemektedir.

Shemesh ve ark. (173) sıvı filtrasyon ve glikoz penetrasyon modellerini kullanarak smear tabakasının sızıntı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında her iki metotda da smear tabakasının apikal sızıntı üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Biesterfeld ve Taintor (92) NaOCl ve RC-Prep (EDTA + üreperoksit + Carbowax) ile irrigasyonun kanal dolgusunun sızıntısı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, bizim bulgularımıza benzer şekilde fark bulamamışlardır.

Saleh ve ark. (226) % 1'lik NaOCl ve % 1'lik NaOCl ardından % 17 EDTA ile irrigasyon ardından güta-perka ve AH Plus kanal patı kullanılarak doldurulan kanallarda bakteri sızıntısını değerlendirdikleri çalışmalarında NaOCl ve NaOCl + EDTA

kombinasyonu arasında bizim bulgularımıza benzer şekilde anlamlı bir fark olmadığını rapor etmişlerdir.

Shahravan ve ark. (227) smear tabakanın uzaklaştırılmasının sızıntı üzerine etkisinin değerlendirildiği 1975 ve 2005 yılları arasındaki 26 çalışma üzerinde yaptıkları derlemede, çalışmaların % 53,8'i smear tabakasının kaldırılmasının fark yaratmadığını, % 41,5'i smear tabakasının uzaklaştırılmasının sonuçları olumlu yönde etkilediğini, % 4,7'inde ise uzaklaştırılmaması gerektiğini rapor edilmiştir. Ayrıca, bu araştırmacılar smear tabakasının klinik olarak etkisini kontrollü olarak araştıran bir çalışmanın mevcut olmadığını bildirmişlerdir (227).

Çobankara ve ark. (13) % 5,25'lik NaOCl ve % 5,25'lik NaOCl + % 17 EDTA kombinasyonu ile yapılan kök kanal irrigasyonunun AH Plus ve RoekoSeal kanal patı ile doldurulan kanalların sızıntısına olan etkisini sıvı filtrasyon tekniği ile araştırdıkları çalışmalarında % 5,25'lik NaOCl + % 17 EDTA kombinasyonu ile irrigasyon yapılan gruplarda her iki kanal patı ile yapılan kök kanal dolgularında sızıntının azaldığını bildirmişlerdir. Smear tabakası kaldırılmayan grupta daha fazla sızıntı görülmesinin nedenini Wu ve ark. (228) belirttiği gibi smear tabakasının zamanla çözülerek sızıntıyı arttırması olarak belirtmişlerdir.

Khayat ve ark. (229) boya penetrasyon yöntemini kullanarak, smear tabakasının koronal sızıntı üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında smear tabakasının % 5,25'lik NaOCl + % 15 EDTA ile kaldırılmasının sadece % 5,25'lik NaOCl ile irrigasyon ile karşılaştırıldığında kök kanal dolgusunun koronal sızıntısını azalttığını rapor etmişlerdir. Sızıntının azalma nedenini ise tübüllerin açılması sonucu kanal patlarının tübüllere penetre olarak dentinle daha fazla yüzey teması sağlamasına bağlamışlardır (34).

Behrend ve ark. (230) bakteri sızıntı tekniğini kullandıkları çalışmalarında % 5,25'lik NaOCl + % 17 EDTA ile smear tabakasının kaldırdıklarında sadece % 5,25'lik NaOCl ile irrigasyona göre daha az bakteriyel sızıntı değerleri rapor etmişlerdir.

Taylor ve ark. (8) % 5,25'lik NaOCl'ye kıyasla % 5,25'lik NaOCl + % 17 EDTA ile smear tabakasının kaldırılarak değişik kanal patları ve kanal dolgu tekniklerinin sızıntısını linear boya penetrasyonu yöntemi ile karşılaştırdıkları çalışmalarında smear tabakasının kaldırılmasının boya penetrasyonunu azalttığını bildirmişlerdir.

Chailertvanitkul ve ark. (9) % 2'lik NaOCl ye kıyasla smear tabakasını % 40'lık sitrik asit ve % 2'lik NaOCl ile kaldırdıkları çalışmalarında bakteri sızıntı tekniğini kullanmışlar ve smear tabakasının kaldırılmasının bakteri sızıntısı üzerinde etkili olmadığını rapor etmişlerdir. Saunders ve Saunders (19) yine aynı irrigasyon protokolleri ile linear boya penetrasyonu kullandıkları çalışmalarında Chailertvanitkul ve ark. (9) ile benzer sonuçlar rapor etmişlerdir.

Gençoğlu ve ark. (20) şeffaflaştırma yöntemini kullandıkları çalışmalarında, çeşitli kanal dolgu tekniklerinin sızıntısını % 5,25 NaOCl ve % 17 EDTA ile smear tabakasını kaldırarak değerlendirmişler ve smear tabakasının kaldırılması ile sadece % 5,25 NaOCl ile irrigasyona göre daha az sızıntı gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Yine aynı şekilde Karagöz-Küçükay ve Bayırlı (17) da, sadece NaOCl ile irrigasyona karşılık NaOCl ardından EDTA ile yapılan irrigasyon sonucu kanal dolgularında daha az sızıntı gözlemlenmişlerdir. Smear tabakasının kaldırılması sonucu daha az sızıntı gözlemlenmesini nedeninin kanal patının tübüllere penetre olması sonucu daha çok yüzey teması oluşması olduğu ileri sürülmüştür (20).

Vahdaty ve ark. (116) aynı konsantrasyondaki klorheksidin ve NaOCl ajanlarının 100 µm derinliğindeki enfekte dentin tübüllerinde bulunan bakteri sayısının azalmasında eşit derecede etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Klorheksidin glukonat ve sodyum hipoklorit antimikrobiyal ajanlar olarak etkinlikleri kanıtlanmış olsa da, klorheksidin glukonat, vital dokulara karşı toksisitesinin nispeten daha az olması gibi bir klinik avantaja sahiptir (122).

Klorheksidin glukonatın endodontik kullanım potansiyeli birçok çalışmada gösterilmiştir (69, 116, 122) fakat, kanal dolgusunun sızıntısı üzerine etkisini araştıran çalışmalar azdır.

Murray ve ark. (231) değişik irrigasyon protokollerinin smear tabakası üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında % 2'lik klorheksidinin % 6 NaOCl + % 17 EDTA kombinasyonuna kıyasla smear tabakasını kaldırmakta yetersiz olduğunu bildirmişlerdir.

Monika ve Froner (232) % 1 NaOCl, % 1 NaOCl + % 17 EDTAC ve % 2 klorheksidinin smear tabakasını kaldırmadaki etkinliğini SEM'de değerlendirmişler ve % 2'lik klorheksidinin smear tabakasını kaldırmada etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Marley ve ark. (133) sıvı filtrasyon metodunu kullanarak salin, % 5,25 NaOCl ve % 0,12 klorheksidin glukonat ve değişik kanal patlarının kanal dolgusunun 90 ve 180 günlük kısa dönemli mikrosızıntısı üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında irrigasyon ajanları arasında bizim çalışmamızın bulgularına paralel bir şekilde anlamlı bir farklılık olmadığını rapor etmişlerdir.

Pascon ve ark. (233) klorheksidin ile salin solüsyonu arasında süt dişi köklerinde yapılan endodontik irrigasyon sonrasında yapılan kanal dolgularında boya penetrasyonu açısından anlamlı bir fark oluşmadığı bildirilmiştir.

Stratton ve ark. (234) smear tabakası kaldırılmış kök kanallarında son irrigasyon ajanı olarak % 2 klorheksidin ve % 5,25 NaOCl'nin AH Plus/güta-perka ve Epiphany/Resilon kanal dolgu sistemleri ile doldurulan kanalların sızıntısına etkisini sıvı filtrasyon tekniği ile incelemişler ve iki irrigasyon ajanı arasında kanal dolgusunun sızıntısına etki açısından fark olmadığını bildirmişlerdir.

Yine benzer şekilde, Ferguson ve ark. (134) sıvı filtrasyon metodunu kullanarak salin, % 5,25 NaOCl ve % 0,12 klorheksidin glukonat ve değişik kanal patlarını kullanarak kanal dolgusunun 270 ve 360 günlük uzun dönemli mikrosızıntısı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında irrigasyon ajanları arasında bizim çalışmamızın bulgularına paralel bir şekilde anlamlı bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Vivacqua-Gomes ve ark. (235) lineer boya penetrasyon yöntemini kullanarak % 1 NaOCl, % 1 NaOCl + % 17 EDTA, % 2 klorheksidin jel, % 2 klorheksidin jel + % 1 NaOCl ve distile su ile yapılan kök kanal irrigasyonunun kanal dolgusunun koronal sızıntısı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında sızıntı değerlerini sırasıyla % 1 NaOCl + % 17 EDTA = % 2 klorheksidin jel < % 1 NaOCl < distile su < % 2 klorheksidin jel + % 1 NaOCl şeklinde rapor etmişlerdir.

Engel ve ark. (236) % 70'lik izopropil alkol, % 6 NaOCl ve % 0,12 klorheksidinin kanal dolgusunun sızıntısına etkisini sıvı filtrasyon yöntemi ile inceledikleri çalışmalarında solüsyonlar arasında kanal dolgusunun sızıntısına etkisi açısından anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Torabinejad ve ark. (237) kanal preparasyonu esnasında NaOCl'nin değişik konsantrasyonları (% 0,65 - % 1,3 - % 2,6 - % 5,25) ve son irrigasyon olarak ardından MTAD, kanal preparasyonu esnasında MTAD ile irrigasyon ve son irrigasyon ajanı

olarak MTAD, preparasyon esnasında distile su ve son irrigasyon ajanı olarak MTAD, preparasyonda % 5,25 NaOCl ve son irrigasyon ajanı olarak % 5,25 NaOCl, preparasyonda % 5,25 NaOCl sonrasında % 17 EDTA, preparasyon esnasında ve son irrigasyon ajanı olarak distile su şeklinde oluşturdukları deney gruplarıyla irrigasyon yaptıkları kök kanallarını SEM’de incelemişler ve şu sonuçlara ulaşmışlardır. Preparasyon esnasında % 5,25 NaOCl son irrigasyona ajanı olarak % 17 EDTA kullanıldığında koronal ve orta bölgelerdeki smear tabakası tamamen uzaklaştırılmış, apikal bölgede ise orta derecede smear tabakasını uzaklaştırabilmiştir. Tamamen distile su ile ve tamamen NaOCl ile irrigasyon yapılan gruplarda koronal, orta ve apikal bölgelerde yoğun smear tabakasına rastlanmıştır. Distile su ve MTAD ile irrigasyon yapılan kanallarda örneklerin hemen hemen yarısında orta seviyeli smear tabakasına, örneklerin geriye kalan kısmında ise yoğun bir şekilde smear tabakasına rastlanmıştır. Preparasyon ve yıkama esnasında MTAD kullanıldığında örneklerin yarısında koronal, orta ve apikal bölgedeki smear tabakası tamamen uzaklaştırılmış diğer yarısında ise yer yer smear tabakası gözlenmiştir. Preparasyonda % 0,6 NaOCl son irrigasyonda MTAD kullanıldığında örneklerin yarısından çoğunun koronal ve orta kısımlarındaki smear tabakası uzaklaştırılmış, geriye kalan örneklerde ise orta seviyede smear tabakasına rastlanmıştır. Apikal kısımda ise hemen hemen bütün örneklerde az yada çok smear tabakası gözlenmiştir. % 1,3 NaOCl ardından MTAD kullanıldığında örneklerin büyük çoğunluğunda koronal, orta ve apikal bölgede smear tabakasını tamamen uzaklaştırıldığını gözlemlemişlerdir. Preparasyon esnasında % 2,6 - % 5,25 NaOCl ve ardında MTAD kullanılan grup sonuçlarında da % 1,3 NaOCl kullanılan gruba benzer sonuçlar elde edilmiş ve preparasyon esnasında % 1,3 NaOCl ardından son irrigasyon ajanı olarak MTAD kullanılması önerilmiştir. Biz de çalışmamızda MTAD ile irrigasyon protokolünü bu şekilde belirledik.

Torabinejad ve ark. (2) SEM kullanarak irrigasyon ajanlarının smear tabakasını kaldırma etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında deney gruplarında preparasyon esnasında % 5,25 NaOCl ile kontrol grubunda ise distile su ile irrigasyon yapmışlardır. Preparasyondan sonra smear tabakasını kaldırmak amacı ile deney gruplarına sırası ile % 5,25 NaOCl, % 17 EDTA ve MTAD, kontrol grubunda ise yine distile su ile irrigasyon uygulamışlardır. Daha sonra dişleri vertikal olarak ikiye ayırarak SEM altında apikal, orta ve koronal kısımdaki dentin tübüllerini incelemişlerdir. Koronal bölgede distile su ile NaOCl arasında ve EDTA ile MTAD arasında anlamlı fark yoktur,

fakat EDTA ve MTAD gruplarında, distile su ve NaOCl gruplarına nazaran smear tabakası anlamlı şekilde daha fazla temizlenmiştir. Orta bölgede ise aynı şekilde distile su ile NaOCl arasında ve EDTA ile MTAD grupları arasında anlamlı fark yoktur, fakat EDTA ve MTAD grupları anlamlı şekilde distile su ve NaOCl gruplarından daha temizdir. Apikal bölgede ise yine aynı şekilde distile su ve NaOCl grupları arasında ve EDTA ile MTAD grupları arasında anlamlı fark yoktur, fakat EDTA ve MTAD grupları anlamlı şekilde distile su ve NaOCl gruplarından daha temizdir.

Yine aynı çalışmada apikal, orta ve koronal bölgedeki EDTA ve MTAD'nin dentin üzerine olan eroziv etkileri değerlendirilmiş ve koronal bölgede EDTA, MTAD'den daha eroziv, orta bölgede yine EDTA, MTAD den daha eroziv bulunmuş, apikal bölgede ise eroziv etki açısından iki irrigasyon ajanı arasında anlamlı fark çıkmamıştır.

De-Deus ve ark. (238), % 5,25 NaOCl, % 5,25 NaOCl + % 17 EDTA ve % 1,3 NaOCl + MTAD ile irrigasyon yapıp lateral kondensasyon tekniği ve Grosman patı ile doldurulan kök kanal dolgularını koronal sızıntıların glikoz sızıntı metodunu kullanarak değerlendirmişler ve bizim çalışmamıza benzer şekilde mikrosızıntı değerleri arasında fark olmadığını rapor etmişlerdir.

Park ve ark. (239) Hint mürekkebi kullanarak yaptıkları koronal boya sızıntısı çalışmasında % 5,25 NaOCl, % 5,25 NaOCl + % 17 EDTA ve % 1,3 NaOCl + MTAD ile irrigasyon yapıp lateral kondensasyon tekniği ve AH Plus patı ile doldurulan kök kanal dolgularının mikrosızıntısını değerlendirmişler ve bizim çalışmamıza benzer şekilde EDTA ile MTAD grupları arasında ve EDTA ile NaOCl grupları arasında mikrosızıntı değerleri arasında fark olmadığını rapor etmişlerdir. Buna karşın, bizim çalışmamızda MTAD ve NaOCl grupları arasında fark yok iken bu çalışmada MTAD grubunda NaOCl grubundan anlamlı şekilde daha az sızıntı gözlenmiştir.

Bodrumlu ve ark. (240) % 2,5 NaOCl, % 2 klorheksidin ve MTAD ile irrigasyon yaptıkları kök kanallarını AH Plus, MM Seal ve Epiphany kanal patları ve lateral kondensasyon tekniği ile doldurmuşlar ve santrifüjlü boya penetrasyon yöntemi ile apikal sızıntıyı incelemişlerdir. Bizim çalışmamızdan farklı olarak MTAD grubunun bütün kanal patları ile yapılan kök kanal dolgularında sızıntıyı azalttığını bildirmişlerdir. Bulgularımızın farklı olmasının nedeni sızıntı değerlendirme yöntemlerinin farklı olması olabilir.

Ghoddusi ve ark. (241) bakteri sızıntı metodunu kullandıkları çalışmalarında % 5,25 NaOCl, % 17 EDTA ve MTAD ile irrigasyon yapılmış ve AH Plus ve lateral kondensasyon tekniği kullanılarak doldurulan köklerin apikal sızıntısını değerlendirmişler ve bizim çalışmamıza benzer şekilde EDTA ve MTAD grupları arasında sızıntı açısından fark bulamamışlardır, fakat bizim çalışmamızın tersine NaOCl ile diğer gruplar arasında bakteriyel sızıntı açısından anlamlı fark rapor etmişlerdir. Bulgularımız arasındaki farkın nedeni sızıntı değerlendirme yöntemleri arasındaki farklılıktan dolayı kaynaklanmış olabilir.

Tay ve ark. (242) EDTA ve MTAD arasında smear tabakasını kaldırma etkinliğini transmission electron microscopy (TEM) altında inceledikleri çalışmalarında preparasyon esnasında bütün kanalları % 2,6 10ml NaOCl ile irrije ettikten sonra, kanalları 3 gruba ayırarak distile su, % 17 EDTA ve MTAD ile son irrigasyon yapmışlardır. Daha sonra kökten apikal, orta ve koronal bölümleri temsilen 5. 10. ve 15. mm den kesit alarak TEM de incelemişlerdir. Distile su ile son irrigasyon yapılan grupta smear tabakasına rastlanmış, MTAD ve EDTA ile irrigasyon yapılan gruplarda ise benzer şekilde apikal, orta ve koronalde smear tabakası tamamen uzaklaştırılmıştır.

Tay ve ark. (243) kök kanallarında MTAD ile irrigasyon öncesinde kullanılan NaOCl'nin dentinde bıraktığı kalıntıların MTAD içerisindeki doksisiklinle tepkimeye girerek kökte kahverengi renklenmelere neden olduğunu rapor etmişlerdir. Bu etkiyi ortadan kaldırmak için NaOCl ile irrigasyon sonrası MTAD den önce % 10 askorbik asitle irrigasyon ile bu reaksiyonun engellenebileceğini bildirmişlerdir.

Tay ve ark. (244) MTAD ve EDTA ile irrigasyon süresini 2 dakikaya indirdikleri çalışmalarında AH Plus kanal patı ve System B ısı kaynağı ile sıcak vertikal kondensasyon tekniğini kullanarak doldurdukları kanalların apikal ve koronal nano sızıntısını TEM de incelemişlerdir. Sonuç olarak MTAD ve EDTA ile irrigasyonun smear tabakasını kaldırmada başarılı olduğunu, fakat açılan dentin tübüllerine epoxy rezin bazlı patın penetrasyonun az oluşunu ve smear tabakası uzaklaştırılmayan kontrol grubunda apikalde ve koronalde daha az nano sızıntıya rastlandığını bildirmişlerdir.

Kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi esnasında dentini kaplayan; dentin parçaları, pulpa dokusu artıkları, odontoblastik uzantı, tükrük, kan hücreleri ve bakteri gibi organik bileşenler ve irrigasyon maddelerinin karışımı olan smear tabakasının (42, 245) kaldırılması tartışmalı olsa da, smear tabakası zayıf bağlayıcı özelliğe sahiptir,

geçirgen yapıdadır ve kısa zamanda parçalanıp dolgu maddesi ve kanal duvarı arasında boşluk oluşturabilir (34). Smear tabakasının uzaklaştırılmasının sıcak ve soğuk kompaksiyon tekniklerinin hem adaptasyonunu hem de örtüleme kabiliyetlerini artırdığı (246, 247), patların dentin tübül penetrasyonlarını sağladığı (207, 248) bir çok çalışmada bildirilmiştir. Smear tabakanın varlığı kanalların dezenfeksiyona izin vermeyebilir ve kanal içi medikamentlerin difüzyonunu olumsuz etkileyebilir (249). Smear tabakanın kendisi de kontamine olabilir ve/veya dentin tübülü içindeki bakteriyi koruyarak enfeksiyona neden olabilir (6). Birçok çalışmada smear tabakasının uzaklaştırılmasının patların dentine penetrasyonları için zorunlu olduğu sonucu bildirilmiştir (181, 248, 250). Roekoseal ve AH26 kanal patının apikal ve koronal sızıntıya direnci smear tabakasının kaldırılması ile arttırılmıştır (13).

Kök kanal dolgusunun kanal duvarına adezyonu iki temel nedenden dolayı avantajlı görünmektedir. Statik olarak, kanal duvarı ile dolgu arasına sıvı birikimine neden olabilecek boşlukların oluşmasını engeller (251). Dinamik olarak, daha sonra kanala uygulanacak işlemlerde kanal dolgusunun yerinden oynamasını engeller (252). Adezyon, aderentin (dentin veya güta-perka) yüzey enerjisi, adezivin (kanal patı) yüzey gerilimi ve ıslatma kabiliyeti ve aderent yüzeyinin temizliği gibi birbirini etkileyen faktörlere bağlıdır (192). Ayrıca kanal patı, kök kanal dolgusunu bir arada tutabilmek için koheziv dayanıklılığa sahip olmalıdır (192).

American Dental Association (ADA) kök kanal patlarının fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi için bir dizi düzenlemeler getirmiştir (253). Bununla birlikte, araştırmacılar arasında fikir birliğinin yetersizliğinden dolayı, adezyon testleri standardize edilememiştir (254). Adezyon testleri, materyal ile yüzey arasındaki düzleme dik olarak kuvvetin uygulanması ile bağlanmanın kırıldığı gerilme (tensile) kuvvetini veya materyal ile yüzey arasındaki düzleme kuvvetin paralel olarak uygulandığı makaslama (*shear*) kuvvetini ölçer (254). Adezyon testlerinin hiç birisi tam bir genel kabul görmemiştir, fakat bu çalışmada bir tür makaslama bağlanma testi olan push-out test yöntemi kullanılmıştır. Endodontik kanal patlarının dentine ve güta-perkaya bağlanma kuvvetlerinin ölçülmesi için geliştirilen makaslama testleri etkili ve sonuçları tekrarlanabilir bulunmuştur (255, 256).

Bağlanma dayanımı testleri, endodontik materyaller ve diş yapısı arasındaki adezyonun etkinliğinin değerlendirilmesinde güncel yöntemler haline gelmiştir ancak hangi

yöntemin tercih edilmesi gerektiği konusunda tartışmalar sürmektedir (186). Push-out testi makaslama stresi esasına dayanmakta ve dentin-siman, aynı zamanda post-siman ara yüzündeki klinik koşullarda ortaya çıkan stresi taklit edebilmektedir (202, 257). Push-out testi dentin-bonding arayüzüne paralel kırıklar oluşturduğundan konvansiyonel makaslama testlerine göre bağlanma dayanımını daha iyi değerlendirir (258). Makaslama bağlanma dayanımı testlerinde pat kütle halinde dentin üzerine yerleştirilmektedir ve bu durumda kanal doldurulurken güta-perka ve dentin üzerine dağılmasından daha farklı davranabilir. Patın kanal boyunca tüm düzensizlikleri doldurması makaslama bağlanma dayanımı çalışmalarında göz ardı edilmektedir (30). Goracci ve ark. (207) fiber postların kök dentinine bağlanmasının ölçülmesinde push-out testinin konvansiyonel veya modifiye mikro gerilme (microtensile) testlere göre daha doğru ve güvenilir bir teknik olduğunu vurgulamışlardır. Push-out testi, tüm post yüzeyinde (204) veya kalın kök kesitleri üzerinde uygulanıyor ise (190, 201, 202) düzenli olmayan stres dağılımı önemli bir dezavantaj yaratır. Bu problemin üstesinden gelebilmek için orijinal push-out testi kökten 1 mm kalınlığında kesitler alınarak modifiye edilmiştir (178, 259). Çalışmamızda kök kanal dolgularının kanal dentinine bağlanma dayanımlarını test etmek için kullandığımız push-out yöntemi Goracci ve ark. (260) tarafından fiber postların bağlanma dayanımlarının incelenmesinde kullanılmış ve bu test yöntemi esnasında oluşan sürtünme kuvvetinin bağlanma dayanımı değerlerine eklendiği iddia edilmiştir. Bu durumun dolgu maddelerinin test edilmesi sırasında da oluşup oluşmadığı ve test sonuçları üzerine etkisi daha ileri çalışmalarla araştırılmalıdır. Bu modifiye teknik kök kanalı içinde bölgesel farkların da test edilebilmesine olanak vermiştir (261). Bu yöntemin diğer bir avantajı bağlanma dayanımı düşük bile olsa kanal patlarının değerlendirilebilmelerine olanak tanınmasıdır (205). Son yıllarda rezin esaslı kök kanal dolgularının dentine bağlanma dayanımlarının “mikro push-out testi” ile değerlendirildiği (205, 262) görülmektedir. Bu avantajlar göz önünde bulundurularak çalışmamızda “micro push-out testi” kullanılmıştır.

Kök kanallarının enstrümantasyonu esnasında dentin duvarları üzerinde oluşan smear tabakası (33) büyük dikkat çekmektedir. Smear tabakası mikroorganizmalar için barınma ortama oluşturmasının yanında (44), dentin tübülleri içerisine kanal patı uzantılarının oluşmasını engelleyerek mikromekanik kuvvetler sonucu oluşacak adezyonu da azaltır (248). Birçok *in vitro* çalışma smear tabakası kaldırılması

sonucunda daha az mikrosızıntı oluştuğunu göstermiştir (14, 214, 263). Bunun üzerine smear tabakasını kaldırma metotları daha çok dikkat çekmiştir (33).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, endodontik yıkama solüsyonlarının rezin materyallerin dentine bağlanma dayanımları üzerinde olumsuz etkileri olduğunu ortaya koymuşlardır (55, 179, 264-266). Pürüzlü dentinin alt tabakalarındaki kalan NaOCl, adeziv dentin ara yüzünde rezin monomerlerin polimerizasyonlarının tamamlanamamasına neden olur ve bu durum bağlanma dayanımını tehlikeye sokar (267). Endodontik irrigasyonun rezin simanın radiküler dentine bağlanması üzerine etkisinin kullanılan bonding sistemine bağlı olduğu bildirilmiş ve self-etch adezivlerle rezin-dentin arayüzü hazırlanırken endodontik irrigasyon nedeniyle oluşabilen aşırı demineralizasyondan kaçınmak gerektiği vurgulanmıştır (198).

Wachlarowicz ve ark. (268) Epiphany kanal patının dentine makaslama bağlanma değerlerini test ettikleri çalışmalarında, % 6 NaOCl ile final irrigasyon sonrası elde edilen bağlanma değerleri ile % 6 NaOCl + % 17 EDTA ve % 1,3 NaOCl + MTAD final irrigasyonu sonrası elde edilen değerler arasında fark bulamamışlardır. İyi bir adezyon için aderent yüzey temiz ve düzgün olmalıdır, ayrıca adezivle aderent arasında yakın temas olmalıdır. Benzer şekilde, Gettleman ve ark. (269) smear tabakasını EDTA'yı takiben % 5,25'lik NaOCl ile uzaklaştırdıkları çalışmalarında smear tabakasının kaldırılmadığı gruplarla karşılaştırıldığında, Sultan ve Sealapex kanal patlarının bağlanma dirençlerinde farklılık oluşmamıştır. Fakat aynı çalışmada AH 26 kanal patının smear tabakası kaldırıldığında daha iyi bağlanma gösterdiği bildirilmiştir.

Eldeniz ve ark. (254) rezin esaslı kanal patlarından Diaket, Endo-REZ ve AH Plus'ın makaslama bağlanma dirençlerini, smear tabakasını % 17 EDTA ve % 5,25'lik NaOCl ile kaldırarak ve kaldırmadan ölçtükleri çalışmalarında, AH Plus'ın smear tabakasının kaldırıldığı durumlarda daha iyi bağlandığını, diğer rezin esaslı patların bağlanma dirençlerinde ise bizim çalışmamıza benzer şekilde smear tabakası kaldırıldığında bir artış görülmediğini göstermişlerdir.

Pecora ve ark. (270) rezin esaslı kanal patlarından AH Plus, Topseal, Sealer 26, AH 26 ve Sealer Plus'ı kullandıkları çalışmalarında EDTAC ile smear tabakasının kaldırıldığı durumda bizim bulgularımızın tersine rezin esaslı patların daha iyi bağlanma direnci gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Saleh ve ark. (192) % 17 EDTA ile smear tabakasını kaldırdıkları çalışmalarında bizim bulgularımıza benzer şekilde EDTA ile irrigasyonun AH Plus'ın bağlanma direnci üzerine olumlu bir etki göstermediğini bulmuşlardır.

Lalh ve ark. (271) değişik irrigasyon ajanlarının cam iyonomer bazlı kanal patlarının bağlanma direncine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında % 2,6 NaOCl ve % 17 EDTA kombinasyonunun ard arda kullanılması sadece distile su veya % 2,6 NaOCl kullanılan gruplara göre bağlanma direncini anlamlı şekilde azalttığını bildirmişlerdir.

da Silva ve ark. (272) salin, NaOCl/EDTA, % 2 klorheksidin jel ve ksilenin post boşluğunun irrigasyonunda kullanılmasının karbon fiber postların bağlanma direnci üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında klorheksidin jelin enstrumanlar üzerindeki lubrikasyon etkisinden dolayı ve ksilenin ise organik çözücü etkisinden dolayı bağlanma direncini arttırdığını bildirmişlerdir.

Yan ve ark. (273) salin solüsyonu, % 2 klorheksidin jel, % 5,25 NaOCl ve Glyde File Prep jelin MTA-dentin arasındaki bağlanma direncine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, Glyde File Prep jelin bağlanma direncini anlamlı şekilde azalttığını salin, klorheksidin ve NaOCl'nin ise MTA-dentin bağlantısı üzerine farklı bir etkilerinin olmadığını, bildirmişlerdir.

Sayın ve ark. (274) % 1,25 NaOCl, % 2,5 NaOCl, % 5,25 NaOCl, klorheksidin, iyodin potasyum iyodid, MTAD gibi antibakteriyel özelliği olan irrigasyon ajanlarının 5, 10 ve 15 dakikalık uygulama sürelerinde, zamana bağlı dekalsifiye edici özelliğini araştırmışlardır. Beşinci dakikadaki istatistiksel olarak anlamlı dekalsifikasyon etkisi % 5,25 NaOCl > % 2,5 NaOCl > % 1,25 NaOCl > klorheksidin > iyodin potasyum iyodid > MTAD > distile su şeklindedir. MTAD'nin dekalsifiye edici özelliğinin anlamlı şekilde az olmasının bağlanma üzerine etkilerinin olup olmadığının araştırılması gerektiğini önermişlerdir. Bizim çalışmamızda MTAD ile irrigasyon anlamlı şekilde bağlanmayı azaltmıştır ve nedeni bu çalışmadaki MTAD'nin dekalsifikasyon etkisinin az olması olabilir.

Beltz ve ark. (275) insan diş dokularını taklit etmek için sığır dentin ve pulpasını kullanarak NaOCl'nin değişik konsantrasyonlarını, salin solüsyonunu, EDTA ve MTAD'yi diş dokularını çözme kapasiteleri açısından değerlendirmişlerdir. Dentin ve pulpa dokusu liyofilize (kurutma) edilip toz haline getirilerek tartılmıştır. Daha sonra bu dokular bahsedilen irrigasyon solüsyonlarında bekletilip tekrar kurutulmuş ve

kütle değişimleri hesaplanmıştır. % 5,25'lik (% 90,1) ve % 2,6'lık NaOCl (% 90,3) pulpa dokusunu neredeyse tamamen çözmüştür, % 1,3'lük NaOCl ise % 83'ünü, izotonik (% 62,2), % 17 EDTA (% 51,5) ve MTAD (% 49,3) oranında pulpa dokusunu çözmüştür. Pulpa dokusunu çözme açısından % 5,25'lik ile % 2,6'lık NaOCl arasında ve EDTA ile MTAD arasında anlamlı fark yoktur. Diğer bütün karşılaştırmalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Yine bu çalışmadaki irrigasyon ajanlarının dentin dokusunu çözme kabiliyetleri değerlendirilmiş ve % 5,25'lik (-% 21,8), % 2,6'lık (-% 17,7), % 1,3'lük NaOCl (-% 11,8)'ünü, izotonik (-% 3,2), % 17 EDTA (-% 70,4) ve MTAD (+% 58,9) oranında dentin dokusunda ağırlık değişimine neden olmuştur. Pulpa dokusunu çözme açısından % 5,25'lik ile % 2,6'lık NaOCl arasında arasında anlamlı fark yoktur. Diğer bütün karşılaştırmalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. MTAD kütle artışına neden olmuştur. Bu çalışmanın bulgularına göre MTAD dentin dokusu üzerinde birikmektedir, bizim çalışmamızda MTAD nin bağlanma dayanımına olan azaltıcı etkisi bu kalan birikinti olabilir.

Mitic ve ark. (276) SEM'de değişik irrigasyon protokollerinin smear tabakası üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında I- % 5,25'lik NaOCl ve % 17 EDTA, II- % 2 klorheksidin ve hidrojen peroksit, III- % 2 klorheksidin ve hidrojen peroksitten sonra ayrıca MTAD ile irrigasyon ve son olarak IV- distile su şeklinde deney gruplarını oluşturmuşlardır. Sonuç olarak klorheksidin ve hidrojen peroksit ile yapılan irrigasyon kök kanallarındaki smear tabakasını kaldırmakta yetersiz kalmıştır fakat MTAD eklenen grupta smear tabakası uzaklaştırılmıştır.

Hashem ve ark. (277) kanal preparasyonu esnasında bütün kök kanallarında % 2,6 NaOCl kullanıp deney gruplarında son irrigasyon ajanı olarak % 17 EDTA, % 17 EDTA + klorheksidin, MTAD ve MTAD + klorheksidin kombinasyonlarını kullandıkları çalışmalarında cam iyonomer esaslı bir pat içeren ActiV GP kanal dolgu sistemi ile ve AH Plus / güta-perka ile doldurulan kanalların bağlanma dirençlerine irrigasyon ajanlarının etkilerini korondan ve orta bölgeden 2 mm kalınlığındaki kök kesitleri alarak push-out test yöntemi ile araştırmışlardır. Bizim çalışmamıza benzer şekilde MTAD kullanılan her iki grupta da güta-perka ve AH Plus ile doldurulan kanalların bağlanma dirençleri düşük çıkmıştır.

De-Deus ve ark. (278) preparasyon esnasında kanal eğeleri arasında % 1,25 NaOCl, son irrigasyon ajanı olarak da (1) ekstra irrigasyon yok, (2) % 17 EDTA, (3) MTAD (4) 1-hydroxyethylidene-1,1-bisphosphonate (HEPB) şeklindeki irrigasyon protokolü kombinasyonlarının Epiphany kanal patı ve Resilon gütalar kullanılarak tek kon tekniği ile doldurulan kanalların bağlanma direnci üzerine etkilerini kök boyunca seri kesit alarak push-out tekniği ile değerlendirmişlerdir. EDTA ve MTAD ile irrigasyon yapılan grupların bağlanma dirençleri arasında anlamlı fark yok iken NaOCl grubunun bağlanma direnci anlamlı şekilde düşük çıkmıştır. Bu çalışmanın bulguları bizim çalışmamızın bulguları ile örtüşmemektedir.

Perdigao ve ark. (279) klorheksidin kompozit rezinlerin dentine bağlanma direnci üzerine etkilerini SEM ve makaslama bağlanma testi kullanarak araştırdıkları çalışmalarında, SEM’de klorheksidinle irrigasyon sonrası dentin yüzeyinde tübüllerde bir kısım artıklar oluştuğunu fakat bunun bağlanma direnci üzerine olumsuz bir etki oluşturmadığını rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde klorheksidin rezin esaslı kanal patı ile doldurulan kanalların bağlanma direnci üzerine olumsuz bir etkide bulunmamıştır.

Wachlarowicz ve ark. (223) su, % 2 klorheksidin, % 6 NaOCl, % 6 NaOCl ardından EDTA ve su, % 1,3 NaOCl ardından MTAD şeklinde oluşturulan irrigasyon gruplarının Epiphany/Resilon kanal dolgu sisteminin bağlanma direncine etkisini push-out test yöntemi ile inceledikleri çalışmalarında NaOCl, NaOCl/EDTA veya NaOCl/MTAD ye kıyasla su veya klorheksidin ile irrigasyonun bağlanma direncini düşürdüğünü, bunun yanında sadece NaOCl’e kıyasla EDTA ve MTAD’nin bağlanma direnci üzerine farklı bir etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir.

Oruçoğlu (280) değişik kanal patlarının apikal sızıntı ve push-out bağlanma dayanımlarını incelediği çalışmasında, bağlanma değerleri ile sızıntı değerleri arasında negatif yönlü kuvvetli bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da sızıntı ve bağlanma değerleri arasında negatif yönlü anlamlı bir ilişki vardır, fakat bizim çalışmamızda ilişki zayıf bulunmuştur.

Apikal bölgede bağlanma dayanımının daha az çıkması irrigasyon solüsyonlarının etkili bir şekilde bu bölgeye ulaşamaması olabilir. Dentin tübüllerinin sayısının kökün koronal bölgesinde daha fazla olması ve tübüllerin genişliğinin apikal bölgeye doğru azalması

da kök kanal dolgusunun apikal bölgede dağa düşük bağlanma değerleri görülmesinin nedeni olabilir.

Sonuçlar

1- Çalışmamız sonucunda yaygın olarak kullanılan kök kanalı irrigasyon ajanlarının kanal dolgusunun apikal sızdırmazlığı üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı bulunmuştur.

2- İrrigasyon ajanlarının kök kanal dolgusunun bağlanması üzerine etkisi kıyaslandığında MTAD'nin anlamlı derecede bağlanma değerlerini azalttığı görülmektedir.

3- Kanal dolgularının sızıntı ve bağlanma değerleri arasındaki ilişki zayıftır.

MTAD grubundaki bağlanma değerinin düşük çıkmasının nedeni karışımında bulunan deterjan ve tetrasiklin izomerlerinin klinik uygulama prosedüründe tavsiye edildiği üzere son irrigasyon ajanı olarak uygulandığında kanal duvarı üzerinde kalması olabilir. MTAD grubu bağlanma direnci açısından diğer gruplardan anlamlı şekilde düşük çıkmasına rağmen apikal sızıntı açısından anlamlı bir fark yoktur. Bu bulgular doğrultusunda MTAD'nin diğer çalışmalardaki avantajlarını da göz önünde bulundurarak klinik kullanımında yaygın olarak kullanılan irrigasyon ajanları kadar başarılı olabilir.

6. KAYNAKLAR

- 1 Stabholtz A, Walton RE. Evaluating success and failure. In: Walton RE, Torabinejad M, editors. Principles and Practise of Endodontics. Philadelphia- Pennsylvania: W.B. Saunders Company, 1996. p.324.
- 2 Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, et al. A new solution for the removal of the smear layer. J Endod 2003; 29: 170.
- 3 Orstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. Endod Dent Traumatol 1990; 6: 142.
- 4 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: 6.
- 5 Heard F, Walton RE. Scanning electron microscope study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. Int Endod J 1997; 30: 323.
- 6 Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002; 94: 658.
- 7 Economides N, Kokorikos I, Gogos C, Kolokouris I, Staurianos C. Comparative study of sealing ability of two root-end-filling materials with and without the use of dentin-bonding agents. J Endod 2004; 30: 35.

- 8 Taylor JK, Jeansonne BG, Lemon RR. Coronal leakage: effects of smear layer, obturation technique, and sealer. *J Endod* 1997; 23: 508.
- 9 Chailertvanitkul P, Saunders WP, MacKenzie D. The effect of smear layer on microbial coronal leakage of gutta-percha root fillings. *Int Endod J* 1996; 29: 242.
- 10 Goldberg F, Artaza LP, De Silvio A. Apical sealing ability of a new glass ionomer root canal sealer. *J Endod* 1995; 21: 498.
- 11 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: 35.
- 12 Tidswell HE, Saunders EM, Saunders WP. Assessment of coronal leakage in teeth root filled with gutta-percha and a glass of ionomer root canal sealer. *Int Endod J* 1994; 27: 208.
- 13 Cobankara FK, Adanr N, Belli S. Evaluation of the influence of smear layer on the apical and coronal sealing ability of two sealers. *J Endod* 2004; 30: 406.
- 14 Clark-Holke D, Drake D, Walton R, Rivera E, Guthmiller JM. Bacterial penetration through canals of endodontically treated teeth in the presence or absence of the smear layer. *J Dent* 2003; 31: 275.
- 15 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: 355.
- 16 Vassiliadis L, Liolios E, Kouvas V, Economides N. Effect of smear layer on coronal microleakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996; 82: 315.
- 17 Karagoz-Kucukay I, Bayirli G. An apical leakage study in the presence and absence of the smear layer. *Int Endod J* 1994; 27: 87.
- 18 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: 228.
- 19 Saunders WP, Saunders EM. The effect of smear layer upon the coronal leakage of gutta-percha fillings and a glass ionomer sealer. *Int Endod J* 1992; 25: 245.
- 20 Gencoglu N, Samani S, Gunday M. Evaluation of sealing properties of Thermafil and Ultrafil techniques in the absence or presence of smear layer. *J Endod* 1993; 19: 599.
- 21 Pommel L, Jacquot B, Camps J. Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. *J Endod* 2001; 27: 347.

- 22 Lucena-Martin C, Ferrer-Luque CM, Gonzalez-Rodriguez MP, Robles-Gijon V, Navajas-Rodriguez de Mondelo JM. A comparative study of apical leakage of Endomethasone, Top Seal, and Roeko Seal sealer cements. *J Endod* 2002; 28: 423.
- 23 Carratu P, Amato M, Riccitiello F, Rengo S. Evaluation of leakage of bacteria and endotoxins in teeth treated endodontically by two different techniques. *J Endod* 2002; 28: 272.
- 24 Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol* 1994; 10: 105.
- 25 Barthel CR, Moshonov J, Shuping G, Orstavik D. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. *Int Endod J* 1999; 32: 370.
- 26 Miletic I, Prpic-Mehicic G, Marsan T, et al. Bacterial and fungal microleakage of AH26 and AH Plus root canal sealers. *Int Endod J* 2002; 35: 428.
- 27 Michailesco P, Boudeville P. Calibrated latex microspheres percolation: a possible route to model endodontic bacterial leakage. *J Endod* 2003; 29: 456.
- 28 Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *Int Endod J* 1994; 27: 233.
- 29 Pommel L, Camps J. Effects of pressure and measurement time on the fluid filtration method in endodontics. *J Endod* 2001; 27: 256.
- 30 Pommel L, About I, Pashley D, Camps J. Apical leakage of four endodontic sealers. *J Endod* 2003; 29: 208.
- 31 Üreyen Kaya B. Kanal dolgu maddelerinin apikal sızıntı ve bağlanma özelliklerinin glikoz filtrasyon, push-out ve tarama elektron mikroskobu yöntemleriyle incelenmesi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Isparta 2007; ss 22.
- 32 Boyde A, Stewart AD. Scanning electron microscopy of the surface of developing mammalian dental enamel. *Nature* 1963; 198: 1102.
- 33 McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod* 1975; 1: 238.
- 34 Sen BH, Wesselink PR, Turkun M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J* 1995; 28: 141.
- 35 Pashley DH. Smear layer: overview of structure and function. *Proc Finn Dent Soc* 1992; 88 Suppl 1: 215.

- 36 Sayın TC. İrrigasyon solüsyonları ve şelasyon ajanlarının kök dentini üzerine etkilerinin alev emisyon ve mikrosertlik yönünden araştırılması. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Isparta 2007.
- 37 Alaçam T. Kök kanallarının irrigasyonu. Kitap: Alaçam T(yazarlar), Endodonti. 2. Baskı. Barış Yayınları, Ankara 2000; ss 289-312.
- 38 Michelich VJ, Schuster GS, Pashley DH. Bacterial penetration of human dentin in vitro. J Dent Res 1980; 59: 1398.
- 39 Pashley DH, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. J Prosthet Dent 1981; 46: 531.
- 40 Safavi KE, Spangberg LS, Langeland K. Root canal dentinal tubule disinfection. J Endod 1990; 16: 207.
- 41 Yang SE, Bae KS. Scanning electron microscopy study of the adhesion of *Prevotella nigrescens* to the dentin of prepared root canals. J Endod 2002; 28: 433.
- 42 Czonstkowsky M, Wilson EG, Holstein FA. The smear layer in endodontics. Dent Clin North Am 1990; 34: 13.
- 43 Foster KH, Kulild JC, Weller RN. Effect of smear layer removal on the diffusion of calcium hydroxide through radicular dentin. J Endod 1993; 19: 136.
- 44 Pashley DH. Smear layer: physiological considerations. Oper Dent Suppl 1984; 3: 13.
- 45 Haapasalo M, Orstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. J Dent Res 1987; 66: 1375.
- 46 Walton R.E. REM. Cleaning and shaping. Principles and Practise of Endodontics. Philadelphia- Pennsylvania: W.B. Saunders Company, 2002. p.206.
- 47 Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. J Endod 1983; 9: 137.
- 48 Wayman BE, Kopp WM, Pinerio GJ, Lazzari EP. Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. J Endod 1979; 5: 258.
- 49 Goldberg F, Abramovich A. Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. J Endod 1977; 3: 101.
- 50 George S, Kishen A, Song KP. The role of environmental changes on monospecies biofilm formation on root canal wall by *Enterococcus faecalis*. J Endod 2005; 31: 867.

- 51 Ingle JI, Simon JH, Machtou P, Bogaerts P. Outcome of endodontic treatment and re-treatment. . Endodontics. Hamilton, London: B.C. Decker Inc. 2002. p.571.
- 52 Turkun M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *Int Endod J* 1997; 30: 335.
- 53 Ingle JI, Simon JH, Machtou P, Bogaerts P. Outcome of endodontic treatment and re-treatment. In: Ingle JI, Bakland LK(eds), *Endodontics*. (5 th ed), B.C. Decker Inc. London 2002; pp 576-768.
- 54 Alaçam T. Kök kanallarının irrigasyonu. In: *Endodonti*, editor. II. Baskı, Barış yayınları, Şafak matbaacılık, 2000. p.289.
- 55 Ozturk B, Ozer F. Effect of NaOCl on bond strengths of bonding agents to pulp chamber lateral walls. *J Endod* 2004; 30: 362.
- 56 Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006; 32: 389.
- 57 McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev* 1999; 12: 147.
- 58 Austin JH, Taylor HD. Behavior of hypochlorite and of chloramine-T solutions in contact with necrotic and normal tissue in vivo. *J Exp Med* 1918; 27: 627.
- 59 Fraiss S, Ng YL, Gulabivala K. Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *Int Endod J* 2001; 34: 206.
- 60 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: 848.
- 61 Ertan T. Farklı İrrigasyon Maddelerinin Kök Kanal Dolgu Patlarının Sızdırmazlığına Etkisi. Gülhane Askeri Tıp Akademisi. Ankara, 2006.
- 62 Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J* 2001; 34: 120.
- 63 Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *J Endod* 2005; 31: 669.
- 64 Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, et al. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2001; 34: 424.

- 65 Heling I, Chandler NP. Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *Int Endod J* 1998; 31: 8.
- 66 The SD. The solvent action of sodium hypochlorite on fixed and unfixed necrotic tissue. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1979; 47: 558.
- 67 Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 49: 175.
- 68 Siqueira JF Jr., Rocas IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod* 2000; 26: 331.
- 69 Yesilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. *J Endod* 1995; 21: 513.
- 70 Sen BH, Safavi KE, Spangberg LS. Antifungal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine in root canals. *J Endod* 1999; 25: 235.
- 71 Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985; 18: 35.
- 72 Hand RE, Smith ML, Harrison JW. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod* 1978; 4: 60.
- 73 Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod* 1992; 18: 605.
- 74 Türkün M, Gökay N, Özdemir N. Farklı endodontik yıkama solüsyonlarının toksik ve nekrotik doku çözücü etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *İ Ü Dişhekimliği Fak Der* 1998; 32: 87.
- 75 Kamburis JJ, Barker TH, Barfield RD, Eleazer PD. Removal of organic debris from bovine dentin shavings. *J Endod* 2003; 29: 559.
- 76 Cunningham WT, Joseph SW. Effect of temperature on the bactericidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 50: 569.
- 77 Caliskan MK, Turkun M, Alper S. Allergy to sodium hypochlorite during root canal therapy: a case report. *Int Endod J* 1994; 27: 163.
- 78 Martin H. Ultrasonic disinfection of the root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1976; 42: 92.

- 79 Sjogren U, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987; 63: 366.
- 80 von der Fehr FR, Nygaard-Ostby B. Effect of EDTAC and sulfuric acid on root canal dentine. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 1963; 16: 199.
- 81 O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod* 2000; 26: 739.
- 82 Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod* 1983; 9: 475.
- 83 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: 21.
- 84 Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci SC, Hume WR, Heithersay GS. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J* 1991; 24: 308.
- 85 Aktener BO, Bilkay U. Smear layer removal with different concentrations of EDTA-ethylenediamine mixtures. *J Endod* 1993; 19: 228.
- 86 Scelza MF, Antoniazzi JH, Scelza P. Efficacy of final irrigation--a scanning electron microscopic evaluation. *J Endod* 2000; 26: 355.
- 87 Takeda FH, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. *Int Endod J* 1999; 32: 32.
- 88 Stewart GG. A scanning electron microscopic study of the cleansing effectiveness of three irrigating modalities on the tubular structure of dentin. *J Endod* 1998; 24: 485.
- 89 Yamashita JC, Tanomaru Filho M, Leonardo MR, Rossi MA, Silva LA. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. *Int Endod J* 2003; 36: 391.
- 90 Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J* 2003; 36: 411.
- 91 Stewart GG, Kapsimalas P, Rappaport H. EDTA and urea peroxide for root canal preparation. *J Am Dent Assoc* 1969; 78: 335.
- 92 Biesterfeld RC, Taintor JF. A comparison of periapical seals of root canals with RC-Prep or Salvizol. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 49: 532.

- 93 Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - a review. *Int Endod J*; 43: 2.
- 94 Lui JN, Kuah HG, Chen NN. Effect of EDTA with and without surfactants or ultrasonics on removal of smear layer. *J Endod* 2007; 33: 472.
- 95 McComb D, Smith DC, Beagrie GS. The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation--a scanning electron microscopic study. *J Br Endod Soc* 1976; 9: 11.
- 96 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: 197.
- 97 Goldberg F, Spielberg C. The effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982; 53: 74.
- 98 Brannstrom M, Nordenvall KJ, Glantz PO. The effect of EDTA-containing surface-active solutions on the morphology of prepared dentin: an in vivo study. *J Dent Res* 1980; 59: 1127.
- 99 Serper A, Calt S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *J Endod* 2002; 28: 501.
- 100 Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 1987; 13: 147.
- 101 Crumpton BJ, Goodell GG, McClanahan SB. Effects on smear layer and debris removal with varying volumes of 17% REDTA after rotary instrumentation. *J Endod* 2005; 31: 536.
- 102 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: 934.
- 103 Patterson SS. In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1963; 16: 83.
- 104 Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* 2003; 36: 810.

- 105 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: 234.
- 106 Calt S, Serper A. Smear layer removal by EGTA. *J Endod* 2000; 26: 459.
- 107 Hulsmann M, Heckendorff M, Schafers F. Comparative in-vitro evaluation of three chelator pastes. *Int Endod J* 2002; 35: 668.
- 108 Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod* 2002; 28: 17.
- 109 Perez F, Rouqueyrol-Pourcel N. Effect of a low-concentration EDTA solution on root canal walls: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 99: 383.
- 110 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: 349.
- 111 Nicholson R, Stark MM, Nguyen N, Scott H. Autoradiographic tracings utilizing Ca-45-labeled ethylenediaminetetraacetic acid. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1968; 26: 563.
- 112 Morgan LA, Baumgartner JC. Demineralization of resected root-ends with methylene blue dye. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 84: 74.
- 113 Fraser JG. Chelating agents: their softening effect on root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974; 37: 803.
- 114 Davies GE, Francis J, Martin AR, Rose FL, Swain G. 1: 6-Di-4'-chlorophenyldiguanidohexane (hibitane); laboratory investigation of a new antibacterial agent of high potency. *Br J Pharmacol Chemother* 1954; 9: 192.
- 115 Fardal O, Turnbull RS. A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *J Am Dent Assoc* 1986; 112: 863.
- 116 Vahdaty A, Pitt Ford TR, Wilson RF. Efficacy of chlorhexidine in disinfecting dentinal tubules in vitro. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9: 243.
- 117 Lee LW, Lan WH, Wang GY. A evaluation of chlorhexidine as an endosonic irrigan. *J Formos Med Assoc* 1990; 89: 491.

- 118 Parsons GJ, Patterson SS, Miller CH, Katz S, Kafrawy AH, Newton CW. Uptake and release of chlorhexidine by bovine pulp and dentin specimens and their subsequent acquisition of antibacterial properties. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 49: 455.
- 119 Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA, et al. In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J Endod* 1999; 25: 167.
- 120 Genco RJ, Goldman HM, Cohen DW. *Contemporary periodontics*. St. Louis: CV Mosby 1990.
- 121 White RR, Hays GL, Janer LR. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *J Endod* 1997; 23: 229.
- 122 Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *J Endod* 1994; 20: 276.
- 123 Ringel AM, Patterson SS, Newton CW, Miller CH, Mulhern JM. In vivo evaluation of chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite solution as root canal irrigants. *J Endod* 1982; 8: 200.
- 124 Oliveira LD, Carvalho CA, Nunes W, et al. Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 104: e125.
- 125 Brex M, Theilade J. Effect of chlorhexidine rinses on the morphology of early dental plaque formed on plastic film. *J Clin Periodontol* 1984; 11: 553.
- 126 Delany GM, Patterson SS, Miller CH, Newton CW. The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted necrotic teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982; 53: 518.
- 127 Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. *J Endod* 2001; 27: 452.
- 128 Gomes BP, Souza SF, Ferraz CC, et al. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. *Int Endod J* 2003; 36: 267.
- 129 Lenet BJ, Komorowski R, Wu XY, et al. Antimicrobial substantivity of bovine root dentin exposed to different chlorhexidine delivery vehicles. *J Endod* 2000; 26: 652.

- 130 Barthel CR, Zimmer S, Zilliges S, et al. In situ antimicrobial effectiveness of chlorhexidine and calcium hydroxide: gel and paste versus gutta-percha points. *J Endod* 2002; 28: 427.
- 131 Goldschmidt P, Cogen R, Taubman S. Cytopathologic effects of chlorhexidine on human cells. *J Periodontol* 1977; 48: 212.
- 132 Gomes BPFA, Ferraz CCR, Zaia AA, Souza SFC. Variations in the susceptibility of selected microorganisms to endodontic irrigants. *J. Endod.* 1999; 25: 299.
- 133 Marley JT, Ferguson DB, Hartwell GR. Effects of chlorhexidine gluconate as an endodontic irrigant on the apical seal: short-term results. *J Endod* 2001; 27: 775.
- 134 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: 91.
- 135 Jung S, Safavi K, Spangberg L. The effectiveness of chlorhexidine in the prevention of root canal reinfection. *J. Endod.* 1999; 25: 288.
- 136 Shabahang S, Pouresmail M, Torabinejad M. In vitro antimicrobial efficacy of MTAD and sodium hypochlorite. *J Endod* 2003; 29: 450.
- 137 Torabinejad M, Shabahang S, Aprecio RM, Kettering JD. The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation. *J Endod* 2003; 29: 400.
- 138 Zhang W, Torabinejad M, Li Y. Evaluation of cytotoxicity of MTAD using the MTT-tetrazolium method. *J Endod* 2003; 29: 654.
- 139 Machnick TK, Torabinejad M, Munoz CA, Shabahang S. Effect of MTAD on flexural strength and modulus of elasticity of dentin. *J Endod* 2003; 29: 747.
- 140 İnan U. Üç farklı kök kanal dolgu tekniğinin elektrokimyasal ve boya penetrasyon yöntemleriyle apikal sızdırmazlıklarının incelenmesi. . Samsun: Ondokuz Mayıs Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2005.
- 141 Kidd EAM. Mikroleakage: a review. *J. Dent* 1976; 4: 199.
- 142 Bauer JG, Henson JL. Microleakage: a measure of the performance of direct filling materials. *Oper Dent* 1984; 9: 2.
- 143 Lim KC, Tidmarsh BG. The sealing ability of Sealapex compared with AH26. *J Endod* 1986; 12: 564.
- 144 Branstetter J, von Fraunhofer JA. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. *J Endod* 1982; 8: 312.

- 145 Küçükay IK. Endodontide apikal sızıntı inceleme yöntemleri 1. bölüm. D.Ü. Diş Hek. Fak. Der. 1991; 2: 65.
- 146 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: 148.
- 147 Lyroudia K, Pantelidou O, Mikrogeorgis G, Nikopoulos N, Pitas I. Three-dimensional reconstruction: a new method for the evaluation of apical microleakage. *J Endod* 2000; 26: 36.
- 148 Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. *J Endod* 2003; 29: 592.
- 149 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: 190.
- 150 Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J* 1993; 26: 37.
- 151 Kersten HW, Moorer WR. Particles and molecules in endodontic leakage. *Int Endod J* 1989; 22: 118.
- 152 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: 30.
- 153 Schafer E, Olthoff G. Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermafil obturators and cold laterally compacted Gutta-Percha. *J Endod* 2002; 28: 638.
- 154 Valois CRA, De Castro AJR. Comparison of the apical sealing ability of four root canal sealers. *J Bras Endod* 2002; 3: 317.
- 155 Tagger M, Tamse A, Katz A, Tagger E. An improved method of three-dimensional study of apical leakage. *Quintessence Int Dent Dig* 1983; 14: 981.
- 156 Spangberg LS, Acierno TG, Yongbum Cha B. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. *J Endod* 1989; 15: 548.
- 157 Douglas WH, Zakariasen KL. Volumetric assessment of apikal leakage utilizing a spectrofotometric dyerecovery method. *J. Dent. Res* 1981; 60: 438.
- 158 Goldman M, Simmonds S, Rush R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 67: 327.

- 159 Oliver CM, Abbott PV. An in vitro study of apical and coronal microleakage of laterally condensed gutta percha with Ketac-Endo and AH-26. *Aust Dent J* 1998; 43: 262.
- 160 Brown RC, Jackson CR, Skidmore AE. An evaluation of apical leakage of a glass ionomer root canal sealer. *J Endod* 1994; 20: 288.
- 161 Aladağ H, Aydemir H. Boya penetrasyonunu etkileyebilecek değişkenler. *Atatürk Üniv. Dişhekimliği Fak. Der.* 1996; 6: 129.
- 162 Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1995; 21: 109.
- 163 Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Letourneau JM. Adaptation and porosity of poly-HEMA in a model system using two microorganisms. *J Endod* 1980; 6: 683.
- 164 Karagoz-Kucukay I. Endodontide apikal sızıntı değerlendirme yöntemleri. *D.Ü. Diş Hek. Fak. Der.* 1991; 2: 65.
- 165 Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent* 1997; 22: 173.
- 166 Zaimoglu L, Şaklar F, Aslan B, et al. Bir cam iyonomer esaslı kanal dolgu patının apikal sızıntı yönünden değerlendirilmesi. *Otoradyografi çalışması. A.Ü. Diş Hek Fak Derg* 1995; 22: 19.
- 167 AliGhamdi A, Wennberg A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. *Endod Dent Traumatol* 1994; 10: 249.
- 168 Wu MK, Wesselink PR, Boersma J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. *Int Endod J* 1995; 28: 185.
- 169 Derkson GD, Pashley DH, Derkson ME. Microleakage measurement of selected restorative materials: a new in vitro method. *J Prosthet Dent* 1986; 56: 435.
- 170 Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR, Moorer WR. Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int Endod J* 1993; 26: 203.
- 171 Cobankara FK, Adanir N, Belli S, Pashley DH. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. *Int Endod J* 2002; 35: 979.
- 172 De Gee AJ, Wu MK, Wesselink PR. Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers. *Int Endod J* 1994; 27: 239.

- 173 Shemesh H, Wu MK, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings with and without smear layer using two different leakage models: a two-month longitudinal ex vivo study. *Int Endod J* 2006; 39: 968.
- 174 Swift EJ, Jr., Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int* 1995; 26: 95.
- 175 Mjor IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J* 2001; 34: 346.
- 176 Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjor IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent* 2000; 13: 255.
- 177 Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, et al. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater* 2003; 19: 199.
- 178 Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci* 2004; 112: 353.
- 179 Morris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod* 2001; 27: 753.
- 180 Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei SH. Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin: a paradigm using water-free adhesive primers. *J Dent Res* 1996; 75: 1034.
- 181 Oksan T, Aktener BO, Sen BH, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1993; 26: 301.
- 182 Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 1987; 66: 1636.
- 183 Davidson CL, de Gee AJ. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res* 1984; 63: 146.
- 184 Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res* 1999; 78: 898.
- 185 Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent* 1996; 21: 17.

- 186 Gogos C, Economides N, Stavrianos C, Kolokouris I, Kokorikos I. Adhesion of a new methacrylate resin-based sealer to human dentin. *J Endod* 2004; 30: 238.
- 187 Nikaido T, Takano Y, Sasafuchi Y, Burrow MF, Tagami J. Bond strengths to endodontically-treated teeth. *Am J Dent* 1999; 12: 177.
- 188 Purton DG, Love RM. Rigidity and retention of carbon fibre versus stainless steel root canal posts. *Int Endod J* 1996; 29: 262.
- 189 Prisco D, De Santis R, Mollica F, Ambrosio L, Rengo S, Nicolais L. Fiber post adhesion to resin luting cements in the restoration of endodontically-treated teeth. *Oper Dent* 2003; 28: 515.
- 190 Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater* 2002; 18: 596.
- 191 Pawelczyk E, Plotkowiak Z, Helska M. Kinetics of talampicillin decomposition in solutions. *Acta Pol Pharm* 2002; 59: 25.
- 192 Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Orstavik D. The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. *Int Endod J* 2002; 35: 859.
- 193 Soderholm KJ. Correlation of in vivo and in vitro performance of adhesive restorative materials: a report of the ASC MD156 Task Group on Test Methods for the Adhesion of Restorative Materials. *Dent Mater* 1991; 7: 74.
- 194 Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, et al. The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent* 1999; 1: 299.
- 195 Timpawat S, Harnirattisai C, Senawongs P. Adhesion of a glass-ionomer root canal sealer to the root canal wall. *J Endod* 2001; 27: 168.
- 196 Ngoh EC, Pashley DH, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF. Effects of eugenol on resin bond strengths to root canal dentin. *J Endod* 2001; 27: 411.
- 197 Belli S, Zhang Y, Pereira PN, Ozer F, Pashley DH. Regional bond strengths of adhesive resins to pulp chamber dentin. *J Endod* 2001; 27: 527.
- 198 Hayashi M, Takahashi Y, Hirai M, et al. Effect of endodontic irrigation on bonding of resin cement to radicular dentin. *Eur J Oral Sci* 2005; 113: 70.
- 199 Hiraishi N, Papacchini F, Loushine RJ, et al. Shear bond strength of Resilon to a methacrylate-based root canal sealer. *Int Endod J* 2005; 38: 753.

- 200 Watanabe LG, Marshall SJ. Variables influence on shear bond strength testing to dentine. In: Tagami J, Prati C. Proceedings of the Granada International Symposium 3-4 december 1999. Italy: Advanced Adhesive Dentistry, 2000. p.75.
- 201 Patierno JM, Rueggeberg FA, Anderson RW, Weller RN, Pashley DH. Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 227.
- 202 Sudsangiam S, van Noort R. Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? *J Adhes Dent* 1999; 1: 57.
- 203 Roydhouse R. Punch-shear test for dental purposes. *J Dent Res* 1970; 49: 131.
- 204 Gallo JR, Miller T, Xu X, Burgess JO. In vitro evaluation of the retention of composite fiber and stainless steel posts. *J Prosthodont* 2002; 11: 25.
- 205 Ungor M, Onay EO, Orucoglu H. Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. *Int Endod J* 2006; 39: 643.
- 206 Tay FR, Loushine RJ, Monticelli F, et al. Effectiveness of resin-coated gutta-percha cones and a dual-cured, hydrophilic methacrylate resin-based sealer in obturating root canals. *J Endod* 2005; 31: 659.
- 207 Sen BH, Piskin B, Baran N. The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. *Int Endod J* 1996; 29: 23.
- 208 Sevimay S, Kalayci A. Evaluation of apical sealing ability and adaptation to dentine of two resin-based sealers. *J Oral Rehabil* 2005; 32: 105.
- 209 Pashley EL, Tao L, Pashley DH. The sealing properties of temporary filling materials. *J Prosthet Dent* 1988; 60: 292.
- 210 Costa JA, Rached-Junior FA, Souza-Gabriel AE, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD. Push-out strength of methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J* 2010; 43: 698.
- 211 Alaçam T. Kök kanallarının doldurulmasında kullanılan patlar. Kitap: Alaçam T(yazarlar), Endodonti. 2. Baskı. Barış Yayınları, Ankara 2000; ss 495-532.
- 212 Zaimoğlu L, Kalaycı A, Aslan B. İki farklı kök kanal patının dentin kanallarına penetrasyonunun incelenmesi. *A Ü Dişhekimliği Fak Der* 1997; 24: 19-25.

- 213 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: 487.
- 214 Tidmarsh BG. Acid-cleansed and resin-sealed root canals. *J Endod* 1978; 4: 117.
- 215 Johnson ME, Stewart GP, Nielsen CJ, Hatton JF. Evaluation of root reinforcement of endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 90: 360.
- 216 Trope M, Ray HL, Jr. Resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 73: 99.
- 217 Youngson CC, Jones JC, Fox K, Smith IS, Wood DJ, Gale M. A fluid filtration and clearing technique to assess microleakage associated with three dentine bonding systems. *J Dent* 1999; 27: 223.
- 218 Pashley DH, Derkson GD, Tao L, Derkson M, Kalathoor S. The effects of a multi-step dentin bonding system on dentin permeability. *Dent Mater* 1988; 4: 60.
- 219 Fogel HM. Microleakage of posts used to restore endodontically treated teeth. *J Endod* 1995; 21: 376.
- 220 Barkhordar RA, Watanabe LG, Marshall GW, Hussain MZ. Removal of intracanal smear by doxycycline in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 84: 420.
- 221 Jodway B, Hulsmann M. A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 2006; 39: 71.
- 222 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: 285.
- 223 Wachlarowicz AJ, Joyce AP, Roberts S, Pashley DH. Effect of endodontic irrigants on the shear bond strength of epihany sealer to dentin. *J Endod* 2007; 33: 152.
- 224 Garberoglio R, Becce C. Smear layer removal by root canal irrigants. A comparative scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78: 359.
- 225 Madison S, Krell KV. Comparison of ethylenediamine tetraacetic acid and sodium hypochlorite on the apical seal of endodontically treated teeth. *J Endod* 1984; 10: 499.
- 226 Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Orstavik D. Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. *Int Endod J* 2008; 41: 32.

- 227 Shahravan A, Haghdoost AA, Adl A, Rahimi H, Shadifar F. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *J Endod* 2007; 33: 96.
- 228 Wu MK, Tigos E, Wesselink PR. An 18-month longitudinal study on a new silicon-based sealer, RSA RoekoSeal: a leakage study in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 94: 499.
- 229 Khayat A, Jahanbin A. The influence of smear layer on coronal leakage of Roth 801 and AH26 root canal sealers. *Aust Endod J* 2005; 31: 66.
- 230 Behrend GD, Cutler CW, Gutmann JL. An in-vitro study of smear layer removal and microbial leakage along root-canal fillings. *Int Endod J* 1996; 29: 99.
- 231 Murray PE, Farber RM, Namerow KN, Kuttler S, Garcia-Godoy F. Evaluation of *Morinda citrifolia* as an endodontic irrigant. *J Endod* 2008; 34: 66.
- 232 Monika CM, Froner IC. A scanning electron microscopic evaluation of different root canal irrigation regimens. *Braz Oral Res* 2006; 20: 235.
- 233 Pascon FM, Kantovitz KR, Sinhoreti MA, Puppini-Rontani RM. Is the presence of the smear layer a limiting factor for root dentin permeability in primary teeth? *J Dent Child (Chic)* 2007; 74: 182.
- 234 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: 642.
- 235 Vivacqua-Gomes N, Ferraz CC, Gomes BP, et al. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. *Int Endod J* 2002; 35: 791.
- 236 Engel GT, Goodell GG, McClanahan SB. Sealer penetration and apical microleakage in smear-free dentin after a final rinse with either 70% isopropyl alcohol or Peridex. *J Endod* 2005; 31: 620.
- 237 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: 233.
- 238 De-Deus G, Soares J, Leal F, et al. Similar glucose leakage pattern on smear-covered, EDTA-treated and BioPure MTAD-treated dentin. *J Endod* 2008; 34: 459.
- 239 Park DS, Torabinejad M, Shabahang S. The effect of MTAD on the coronal leakage of obturated root canals. *J Endod* 2004; 30: 890.

- 240 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: 165.
- 241 Ghoddusi J, Rohani A, Rashed T, Ghaziani P, Akbari M. An evaluation of microbial leakage after using MTAD as a final irrigation. *J Endod* 2007; 33: 173.
- 242 Tay FR, Pashley DH, Loushine RJ, et al. Ultrastructure of smear layer-covered intraradicular dentin after irrigation with BioPure MTAD. *J Endod* 2006; 32: 218.
- 243 Tay FR, Mazzoni A, Pashley DH, et al. Potential iatrogenic tetracycline staining of endodontically treated teeth via NaOCl/MTAD irrigation: a preliminary report. *J Endod* 2006; 32: 354.
- 244 Tay FR, Hosoya Y, Loushine RJ, et al. Ultrastructure of intraradicular dentin after irrigation with BioPure MTAD. II. The consequence of obturation with an epoxy resin-based sealer. *J Endod* 2006; 32: 473.
- 245 Brannstrom M, Vojinovic O. Response of the dental pulp to invasion of bacteria around three filling materials. *ASDC J Dent Child* 1976; 43: 83.
- 246 Gutmann JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 2. Material adaptation and sealability. *Int Endod J* 1993; 26: 179.
- 247 Economides N, Liolios E, Kolokuris I, Beltes P. Long-term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability of different sealers. *J Endod* 1999; 25: 123.
- 248 Kouvas V, Liolios E, Vassiliadis L, Parissis-Messimeris S, Boutsoukis A. Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: an SEM study. *Endod Dent Traumatol* 1998; 14: 191.
- 249 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: 369.
- 250 White RR, Goldman M, Lin PS. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *J Endod* 1984; 10: 558.
- 251 Orstavik D, Eriksen HM, Beyer-Olsen EM. Adhesive properties and leakage of root canal sealers in vitro. *Int Endod J* 1983; 16: 59.
- 252 Stewart GG. A comparative study of three root canal sealing agents. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1958; 11: 1174.

- 253 ANSI/ADA specification no. 57 for endodontic filling materials. *J Am Dent Assoc* 1984; 108: 88.
- 254 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: 293.
- 255 Tagger M, Tagger E, Tjan AH, Bakland LK. Shearing bond strength of endodontic sealers to gutta-percha. *J Endod* 2003; 29: 191.
- 256 Tagger M, Tagger E, Tjan AH, Bakland LK. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *J Endod* 2002; 28: 351.
- 257 Frankenberger R, Kramer N, Petschelt A. Fatigue behaviour of different dentin adhesives. *Clin Oral Investig* 1999; 3: 11.
- 258 Drummond JL, Sakaguchi RL, Racean DC, Wozny J, Steinberg AD. Testing mode and surface treatment effects on dentin bonding. *J Biomed Mater Res* 1996; 32: 533.
- 259 Frankenberger R, Sindel J, Kramer N, Petschelt A. Dentin bond strength and marginal adaptation: direct composite resins vs ceramic inlays. *Oper Dent* 1999; 24: 147.
- 260 Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. *Oper Dent* 2005; 30: 627.
- 261 Loxley EC, Liewehr FR, Buxton TB, McPherson JC. The effect of various intracanal oxidizing agents on the push-out strength of various perforation repair materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 95: 490.
- 262 Skidmore LJ, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of Resilon and gutta-percha. *J Endod* 2006; 32: 963.
- 263 Abramovich A, Goldberg F. The relationship of the root canal sealer to the dentine wall. An in vitro study using the scanning electron microscope. *J Br Endod Soc* 1976; 9: 81.
- 264 Erdemir A, Ari H, Gungunes H, Belli S. Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. *J Endod* 2004; 30: 113.
- 265 Lai SC, Mak YF, Cheung GS, et al. Reversal of compromised bonding to oxidized etched dentin. *J Dent Res* 2001; 80: 1919.
- 266 Ari H, Yasar E, Belli S. Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin. *J Endod* 2003; 29: 248.
- 267 Perdigao J, Lopes M, Geraldeli S, Lopes GC, Garcia-Godoy F. Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. *Dent Mater* 2000; 16: 311.

- 268 Timpawat S, Vongsavan N, Messer HH. Effect of removal of the smear layer on apical microleakage. *J Endod* 2001; 27: 351.
- 269 Gettleman BH, Messer HH, ElDeeb ME. Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *J Endod* 1991; 17: 15.
- 270 Pecora JD, Cussioli AL, Guerisoli DM, et al. Evaluation of Er: YAG laser and EDTAC on dentin adhesion of six endodontic sealers. *Braz Dent J* 2001; 12: 27.
- 271 Lahl MS, Titley K, Torneck CD, Friedman S. The shear bond strength of glass ionomer cement sealers to bovine dentine conditioned with common endodontic irrigants. *Int Endod J* 1999; 32: 430.
- 272 da Silva RS, de Almeida Antunes RP, Ferraz CC, Orsi IA. The effect of the use of 2% chlorhexidine gel in post-space preparation on carbon fiber post retention. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 99: 372.
- 273 Yan P, Peng B, Fan B, Fan M, Bian Z. The effects of sodium hypochlorite (5.25%), Chlorhexidine (2%), and Glyde File Prep on the bond strength of MTA-dentin. *J Endod* 2006; 32: 58.
- 274 Sayin TC, Cehreli ZC, Deniz D, et al. Time-dependent decalcifying effects of endodontic irrigants with antibacterial properties. *J Endod* 2009; 35: 280.
- 275 Beltz RE, Torabinejad M, Poursmail M. Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, sodium hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. *J Endod* 2003; 29: 334.
- 276 Mitic A, Mitic N, Zivkovic S, et al. Efficiency of final irrigation of root canal in removal of smear layer. *Srp Arh Celok Lek* 2009; 137: 482.
- 277 Hashem AA, Ghoneim AG, Lutfy RA, Fouda MY. The effect of different irrigating solutions on bond strength of two root canal-filling systems. *J Endod* 2009; 35: 537.
- 278 De-Deus G, Namen F, Galan J, Zehnder M. Soft chelating irrigation protocol optimizes bonding quality of Resilon/Epiphany root fillings. *J Endod* 2008; 34: 703.
- 279 Perdigo J, Denehy GE, Swift EJ. Effects of chlorhexidine on dentin surfaces and shear bond strengths. *Am J Dent* 1994; 7: 81.
- 280 Oruçoğlu H. Farklı kök kanal patlarının apikal sızıntısının bilgisayarlı sıvı filtrasyon sistemi ile değerlendirilmesi ve kanal patlarının kök kanal dentini ile olan bağlantılarının push-out tekniği ve SEM ile incelenmesi, Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya 2003.

ÖZGEÇMİŞ

Hüseyin ERTAŞ, 1980 yılında Ankara'da doğdu. İlköğrenimini Ankara Ayvalı İlköğretim Okulu'nda, orta ve lise öğrenimini Ankara Kanuni Lisesi'nde tamamladıktan sonra, 2004 yılında Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden mezun oldu.

2005-2006 yılları arası Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalında doktora eğitimine başladı ve halen devam etmektedir.

Evli ve 1 çocuk babasıdır.