



**SON YIKAMA SOLÜSYONU OLARAK FARKLI
SICAKLIK VE pH DEĞERLERİNDE EDTA
KULLANIMININ SEALER PENETRASYONUNA
ETKİSİNİN LAZER TARAMALI KONFOKAL
MİKROSKOP İLE İNCELENMESİ**

Dt. Meltem SÜMBÜLLÜ

Endodonti Anabilim Dalı

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. K. Meltem ÇOLAK TOPÇU**

Uzmanlık Tezi - 2016

**T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**SON YIKAMA SOLÜSYONU OLARAK FARKLI
SICAKLIK VE pH DEĞERLERİNDE EDTA
KULLANIMININ SEALER PENETRASYONUNA
ETKİSİNİN LAZER TARAMALI KONFOKAL
MİKROSKOP İLE İNCELENMESİ**

Dt. Meltem SÜMBÜLLÜ

UZMANLIK TEZİ

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. K. Meltem ÇOLAK TOPÇU**

ERZURUM – 2016

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

SON YIKAMA SOLÜSYONU OLARAK FARKLI SICAKLIK VE pH
DEĞERLERİNDE EDTA KULLANIMININ SEALER
PENETRASYONUNA ETKİSİNİN LAZER TARAMALI
KONFOKAL MİKROSKOP İLE İNCELENMESİ

Dt. Meltem SÜMBÜLLÜ

Tez Savunma Tarihi : 07.10.2016


Tez Danışmanı : Prof. Dr. K. Meltem ÇOLAK TOPÇU (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mustafa KÖSEOĞLU (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Jale TANALP (Yeditepe Üniversitesi)

Onay

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


Dış Hekimliği Fakültesi Dekanı
Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM

Uzmanlık Tezi
Erzurum- 2016

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
GRAFİKLER DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Kök Kanallarının Kemomekanik Preparasyonu ve Doldurulması	2
2.2. Endodontik Tedavide Tübüler Penetrasyonun Önemi.....	3
2.3. Kök Kanal Sisteminin Dezenfeksiyonu	5
2.4. Endodontik Tedavide Kullanılan İrrigasyon Solüsyonları	7
2.4.1. Sodyum Hipoklorit	7
2.4.2. EDTA.....	9
2.4.3. Klorheksidin.....	13
2.4.4. Sitrik Asit.....	14
2.4.5. Maleik Asit	14
2.4.6. BioPure MTAD.....	14
2.4.7. Tetraclean.....	14
2.4.8. Hidrojen Peroksit	15
2.4.9. Cetrexidine.....	15
2.4.10. QMix	16
2.5. EDTA'nın Etkinliğini Değiştiren Faktörler	16

2.5.1. Yüzey Gerilimi	16
2.5.2. Isı	17
2.5.3. pH.....	17
2.5.4. Uygulama süresi	18
2.5.5. Konsantrasyon	18
2.6. Kök Kanal Dolgu Patlarının Dentin Penetrasyonunu İncelemede Kullanılan Yöntemler	19
3. MATERYAL VE METOT.....	21
3.1. Dişlerin Seçimi	21
3.2. Kök Kanallarının Hazırlanması	21
3.3. Kök Kanallarının Doldurulması.....	22
3.4. Örneklerin Hazırlanması.....	23
3.5. Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop ile Patların Dentin Tübüllerine Penetrasyonunun Değerlendirilmesi	27
4. BULGULAR.....	30
5. TARTIŞMA.....	36
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR	44
EKLER	68
EK 1. ÖZGEÇMİŞ.....	68
EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU	69

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimde benimle bilgi ve tecrübelerini paylaşmaktan çekinmeyen, yoğun çalışma temposuna rağmen tez çalışmam sırasında yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. K. Meltem ÇOLAK TOPÇU'ya,

Uzmanlık eğitimime başladığım andan itibaren, bu mesleği bizlere öğreten ve sevdiren bölümümüz öğretim üyelerine,

Tez izleme komitemde yer alan Prof. Dr. Jale TANALP'e,

Aynı ortamda çalışmaktan keyif aldığım, her ihtiyaç duyduğumda yanımda olan tüm asistan arkadaşlarıma, hemşirelerimize ve personelimize,

CLSM ile gerçekleştirilen görüntülemelerdeki katkıları için Uzm. Hülya TÜRK'e,

Yoğun eğitim hayatım boyunca hep yanımda olan, sevgileri ve özverileriyle bana güç veren aileme ve eşime,

Sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Meltem SÜMBÜLLÜ

ÖZET

Son Yıkama Solüsyonu Olarak Farklı Sıcaklık ve pH Değerlerinde EDTA Kullanımının Sealer Penetrasyonuna Etkisinin Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop ile İncelenmesi

Amaç: Bu çalışmada, son irrigasyon solüsyonu olarak farklı sıcaklık ve pH değerlerinde EDTA solüsyonu kullanımının, kanal patının dentin tübüllerine olan penetrasyonuna etkisinin lazer taramalı konfokal mikroskop ile değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Materyal ve Metot: Bu çalışmada 44 adet çekilmiş, tek köklü ve tek kanallı alt premolar insan dişi kullanıldı. Dişlerin çalışma uzunluğu belirlendikten sonra kemomekanik preparasyonları resiprok sistem ile tamamlandı ve son irrigasyon aşamasında EDTA'nın sıcaklık ve pH değerlerine göre dişler 4 gruba ayrıldı (n=11): Grup 1: 22°C pH 7; Grup 2: 22°C pH 12; Grup 3: 40°C pH 7; Grup 4: 40°C pH 12. Dişler %0.1 Rhodamine B ile işaretlenmiş kanal patı ve guta perka ile dolduruldu. Köklerin apikal kısmından 2 ve 7 mm uzaklıktan horizontal kesitler alındı. Örneklerden Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop (CLSM) ile görüntüler alındı ve patların dentin tübüllerine penetrasyon alanları hesaplandı. Verilerin istatistiksel analizinde; Bonferroni düzeltilmeli Mann-Whitney U testi ve Kruskal Wallis testi kullanıldı.

Bulgular: Elde edilen sonuçlarda, 7. mm'den alınan kesitlerde Grup 1 ile Grup 4 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenirken ($p<0.0125$) diğer gruplar arasında bir fark gözlenmedi. 2. mm'den alınan kesitlerde ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0.05$).

Sonuç: En yüksek penetrasyon alanı 22°C pH 7 değerinde EDTA solüsyonu kullanılan grupta gözlemlendi. EDTA solüsyonunun 22°C'den 40°C'ye ısıtılması kanal patının penetrasyon alanını olumsuz etkiledi. Nötral pH değerindeki EDTA solüsyonu yüksek pH değerine göre her iki sıcaklıkta da daha etkili bulundu.

Anahtar Kelimeler: EDTA, pH, Sıcaklık, Yüzey Gerilimi, Smear Tabakası, Son Irrigasyon, Dentin Tübul Penetrasyonu, Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop.

ABSTRACT

The Evaluation of EDTA as a Final Irrigant with Different Temperature and pH Values on the Effect of Sealer Penetration into Dentinal Tubules with Confocal Laser Scanning Microscope

Aim: The aim of this study was to compare the effect of EDTA on the penetrability of a sealer into dentinal tubules when used as a final irrigant with different temperatures and pH values by the confocal laser scanning microscope.

Materials and Methods: Forty-four single rooted extracted mandibular premolars were used for this study. The working length was determined and then root canals were prepared with the Reciproc system. Before the final irrigation procedures, specimens were randomly distributed into 4 groups according to the temperature and pH values of EDTA (n=11): Group 1: 22°C pH: 7; Group 2: 22°C pH 12; Group 3: 40°C pH 7; Group 4: 40°C pH 12. Teeth were obturated using a labeled sealer mixed with 0.1% Rhodamine B and gutta percha as the core material. Specimens were then sectioned at 2 and 7 mm from the apex. All the sections were examined under confocal microscope to calculate the dentinal tubule penetration area. Data were analysed using the Bonferroni correction Mann-Whitney U test and Kruskal Wallis test.

Results: There were significant differences between Group 1 and Group 4 at 7 mm from the apex ($p < 0.0125$) in terms of sealer penetration whereas no statistically significant differences were observed between the other groups ($p > 0.05$). At 2 mm from the apex, there were no significant differences between the groups ($p > 0.05$).

Conclusion: The highest dentinal tubule penetration area was observed at 22°C and pH=7 values of EDTA. Temperature changes of EDTA from 22°C to 40°C, negatively affected the dentinal tubule penetration area. Use of EDTA at neutral pH appears to be more effective compared to higher pH values in terms of dentinal tubule penetration.

Keywords: EDTA, pH, Temperature, Surface Tension, Smear Layer, Final Irrigation Procedure, Dentinal Tubule Penetration, Confocal Laser Scanning Microscope.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

EDTA	: Etilendiamintetraasetikasit
CLSM	: Laser taramalı konfokal mikroskop
Mm	: Mikrometre
S. Sangius	: Streptococcus sangius
NaOCl	: Sodyum hipoklorit
HClO	: Hipokloröz asit
Ca⁺²	: Kalsiyum iyonu
Fe⁺³	: Demir iyonu
g	: Gram
ml	: Mililitre
CHX	: Klorheksidin
C. albicans	: Candida albicans
E.faecalis	:Entereoccus faecalis
°C	: Santigrat derece
H₂O₂	: Hidrojen peroksit
Dk	: Dakika
mm	: Milimetre
nm	: Nanometre
%	: Yüzde
SEM	: Taramalı elektron mikroskop
Std. Sapma	: Standart sapma
NCP	: Kollajen olmayan komponent

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. EDTA'nın kimyasal yapısı ve Ca ⁺² ile reaksiyonu	9
Şekil 3.1. Dişlerin deney aşamasına geçilmeden önce farklı aşamalarda çekilen radyografları	24
Şekil 3.2. EDTA solüsyonlarının pH ölçümünde kullanılan pH metre	25
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan %2 NaOCl ve %17 EDTA solüsyonları	25
Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan enjektör ısıtıcı	26
Şekil 3.5. Enjektör sıcaklıklarının ölçümü	26
Şekil 3.6. Kullanılan pata Rhodamine B ilave edilirken kullanılan mikrolitre ölçüm cihazı	28
Şekil 3.7. Kesit alma cihazı	28
Şekil 3.8. Dişlerin apikalinden 2 ve 7 mm uzaklıkta alınan kesitlere bir örnek	29
Şekil 3.9. Kesitlerin incelendiği lazer taramalı konfokal mikroskop	29
Şekil 4.1. CLSM ile görüntülenen dentin tübül penetrasyonları (7 mm)	34
Şekil 4.2. CLSM ile görüntülenen dentin tübül penetrasyonları (2 mm)	35

TABLULAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Apikalden 7 mm. uzaklıktaki kesitlerin dentin tübül penetrasyonlarına ait değerler	31
Tablo 4.2. Apikalden 2 mm. uzaklıktaki kesitlerin dentin tübül penetrasyonlarına ait değerler	32
Tablo 4.3. Apikalden 2 mm. ve 7 mm. uzaklıktaki toplam dentin tübül penetrasyonlarına ait değerler	33



GRAFİKLER DİZİNİ

<u>Grafik No</u>	<u>Sayfa No</u>
Grafik 4.1. Apikalden 7 mm. uzaklıktan alınan kesitlerin dentin tübül penetrasyon alanı grafiği	31
Grafik 4.2. Apikalden 2 mm. uzaklıktan alınan kesitlerin dentin tübül penetrasyon alanı grafiği.	32
Grafik 4.3. Apikalden 2 mm. ve 7 mm. uzaklıktaki toplam dentin tübül penetrasyon alanı grafiği	33

1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin başarısı, mikroorganizmaların enfekte kök kanalından uzaklaştırılmasına ve yeniden çoğalmalarının engellenmesine bağlıdır.¹ Kullanılan enstrumantasyon tekniğinden bağımsız olarak, kök kanal duvarlarının büyük bir kısmı dokunulmadan kalırken, dentin tübüllerine geleneksel kök kanal irrigasyon solüsyonlarının sınırlı penetrasyon derinlikleri nedeniyle istenilen şekilde ulaşılamamaktadır.²⁻⁶ Tam bir dezenfeksiyon sağlanamadığı için dentin tübüllerine invaze olan mikroorganizmalar, inatçı kök kanal enfeksiyonlarına neden olabilmektedir.⁷⁻⁹

Kavite preparasyonu ve kök kanal enstrumantasyonu kaviteyi ve kök kanal duvarlarını kaplayan smear tabakası olarak adlandırılan bir debris tabakası oluşumuna neden olur. Smear tabakasının uzaklaştırılmasında altın standart olarak kabul edilen Etilendiamintetraasetik asit'in (EDTA) etkinliği uygulama süresi, pH, sıcaklık ve konsantrasyonuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.¹⁰⁻¹⁴ Smear tabakasının uzaklaştırılmasıyla kök kanal patının dentin tübüllerine penetrasyonu sağlanır ve mekanik bir kilitleme oluşur.¹⁵

Bu çalışmada, son irrigasyon solüsyonu olarak farklı sıcaklık ve pH değerlerinde EDTA kullanımının, kanal patının dentin tübüllerine olan penetrasyonuna etkisinin lazer taramalı konfokal mikroskop (CLSM) ile değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanallarının Kemomekanik Preparasyonu ve Doldurulması

Başarılı bir endodontik tedavinin amacı, kök kanallarının uygun bir şekilde genişletilip dezenfekte edildikten sonra inert, boyutsal olarak kararlı ve biyolojik olarak uyumlu bir kanal dolgu materyali ile apikal foramene kadar sızdırmaz bir şekilde üç boyutlu olarak doldurulmasıdır. Bu amacın gerçekleştirilmesi için kök kanalının mekanik preparasyonu, irrigasyon solüsyonları ile dezenfeksiyonu ve sızdırmaz bir şekilde doldurulması gerekmektedir.^{16(s.401)}

Kök kanal sistemini temizleme ve şekillendirmede primer amaçlar: ^{17(s.210)}

- Enfekte yumuşak ve sert dokuların uzaklaştırılması,
- Apikal kanal boşluğuna irrigasyon solüsyonlarının iletilmesi,
- Medikamenlerin iletimi ve sonrasında obtürasyon amacıyla boşluk oluşturulması,
- Radiküler yapıların korunması

Güta-perka gibi katı materyaller, kanal içerisine yerleştirildiğinde genellikle kök kanal duvarları ile dolgu materyali arasında bir boşluk kalmaktadır. Bu nedenle bu katı maddelerin yarı katı maddelerle desteklenmesi gerekmektedir. Güta-perka ile kanal duvarları arasında kalan boşluklar kanal patları ile doldurulur. Bu sayede güta-perka'nın uyumu artmış olur. Bu sebeple, hangi dolgu materyali veya yöntemi kullanılırsa kullanılsın kök kanal dolgu patı kullanımının tedavinin başarısını arttıracığına inanılmaktadır.^{18(s.769)}

Kanal patlarının başlıca kullanım amaçları şöyle sıralanabilir:^{16(s.401)}

- Kanal patları, antimikrobiyal etki gösteren bileşenler içerir. Patların kök kanalına yerleştirilmesinden sonra bu maddeler germisidal etki gösterirler.

- Kanal patı kanala yerleştirilen güta-perka gibi katı kanal dolgu maddelerinin kanal duvarlarına adaptasyonunu sağlar ve bağlayıcı bir görev üstlenerek boşlukları doldurur.
- Kanal patı kanal içinde oluşturduğu kayganlaştırıcı özelliği ile güta-perkanın kanal boşluğunda istenilen yere ulaşmasını sağlar.

2.2. Endodontik Tedavide Tübüler Penetrasyonun Önemi

Kök kanalını temizleme ve şekillendirme işlemleri esnasında, organik pulpal dokular ve inorganik dentinal debrisler kanal duvarlarında birikir, düzensiz irregular smear tabakasını oluştururlar.^{10, 19, 20} Smear tabakasının kalınlığı 1-5 µm arasında değişirken^{19, 21} smear tıkaçı adı verilen dentin tübülleri içindeki kısmı 40 µm derinliğe kadar ulaşabilir.²² Bu tabaka organik ve inorganik bileşenlerden oluşur,²³ bakteri ve bakteri ürünleri içerebilir,²⁴ antimikrobiyal ajanların, irrigasyon solüsyonlarının, kanal içi medikasyon ilaçlarının ve kanal patının dentin tübülleri içine penetre olmasına engel olur.²⁵⁻²⁹

Smear tabakası nekrotik dişlerde bakteri ve bakteri ürünleri ile kontamine olabilir. Çeşitli araştırmalarda, bakterilerin dentin tübülleri içine 10-150 µm arasında penetre olabildiği rapor edilmiştir.³⁰ Yapılan bir in vitro çalışmada penetrasyon derinliği *S. Sangius* için 382 µm, *Prevotella intermedia* için yaklaşık 26 µm, başka bir çalışmada ise *S. Sangius* için 28 günlük inkübasyon periyodunun ardından ortalama 479 µm penetrasyon derinliği gösterilmiştir.^{31, 32}

Kök kanal dolumundan önce smear tabakasının uzaklaştırılması konusunda kesin bir fikir birliği bulunmamaktadır.^{27, 33, 34} Avantajları ve dezavantajları tartışmalı bir konu olmasına rağmen, giderek artan kanıtlar kök kanal dolumundan önce uzaklaştırılmasının gerekliliğini desteklemektedir.^{34, 35} Smear tabakasının uzaklaştırılması dentinal tübüllerin yeniden enfekte olmasını engeller.²⁷ Smear tabakası uzaklaştırıldığında kök kanal dolgu

materyalleri kanal duvarlarına daha iyi adapte olduğu,^{28, 36-38} bağlanma kuvvetinin arttığı ve mikrosızıntının azaldığı gösterilmiştir.^{39, 40}

Smear tabakası içindeki organik debris bakteriyel büyüme için bir substrat oluşturur.^{20, 41} Ayrıca kök kanal patı ile kanal duvarı arasındaki bağlantıyı engeller ve sızıntı oluşmasına neden olur.⁴² Smear tabakası uzaklaştırılmadan yapılan kök kanal tedavilerinde bakteriyel sızıntının istatistiksel olarak daha fazla olduğu gösterilmiştir.²⁰ Yapılan bir çalışmada bakteriyel kontaminasyona maruz bırakılan dişlerde kök kanal dolgu materyali boyunca bakteriyel sızıntı incelenmiş ve smear tabakası uzaklaştırılmayan gruptaki örneklerin %60'ında sızıntı tespit edilmiştir.⁴³ Ayrıca smear tabakası kök kanal patlarının dentin tübülleri içine penetrasyonunu ve adezyonunu engellemektedir.⁴⁴⁻⁴⁶

Kök kanal temizleme ve şekillendirme işlemleri tamamlandığında, smear tabakasının uzaklaştırılması genellikle kanalın %17'lik EDTA ve sodyum hipoklorit (NaOCl) ile yıkanması ile tamamlanır.¹⁰ EDTA gibi şelatörler inorganik kısmı uzaklaştırırken, NaOCl organik kısmı uzaklaştırır.¹⁴

Yeterli bir kemomekanik preparasyondan sonra, kök kanal tedavisinin başarısını etkileyen en önemli faktör hermetik bir tıkama sağlanmasıdır.¹⁵ Kanal patı kullanmanın en önemli amacı güta-perka ve kök kanal duvarı arasında geçirgen olmayan bir tıkaçlama sağlamaktır.⁴⁷ Güta-perka kanal duvarına adapte olamadığından dolayı kök kanal patı kanal sistemi içindeki düzensizliklere ve dentinal tübüllere penetre olmalıdır.⁴⁸ Kök kanal patları kanal duvarına iyi bir adaptasyon göstermeli ve kanalı lateral ve apikal yönde tıkaçlamalıdır. Kök kanal patının dentin tübüllere penetrasyonu, kanal patı ve dentin arasında bir bağlantı oluşturur ve mekanik bir kilitlenme sağlar.¹⁵ Aynı zamanda, artık kalan bakterilerin çoğalmasını ve yeniden enfeksiyon yaratmasını önler.^{49, 50}

2.3. Kök Kanal Sisteminin Dezenfeksiyonu

Başarılı bir endodontik tedavi, enfekte bir kök kanalının kemomekanik işlemler ile preparasyonunu ve kimyasal irrigasyon ile dezenfeksiyonunu kapsamaktadır.^{7, 25, 51, 52} Yapılan bir çalışmada, enstrumantasyon tekniği gözetilmeksizin, kanalın %35 veya daha fazlasının şekillendirme yapılmadan kaldığı bulunmuştur.⁵ Mekanik işlemlerle lateral kanallar, isthmuslar ve deltalar gibi ulaşılamayan alanlar bulunmaktadır.⁵³ Bu nedenle, kök kanal temizliğinin en önemli parçası irrigasyondur.⁵⁴ NaOCl ve EDTA gibi irrigasyon solüsyonları bu ulaşılamayan alanlara penetre olabilir, mikroorganizmaları öldürebilir ve smear tabakasını uzaklaştırabilir.^{55, 56} Irrigasyon solüsyonlarının iyi bir etki göstermesi için kök kanal duvarıyla doğrudan temasta olması gerekir.⁵⁷

Endodontide irrigasyon mekanik, kimyasal ve biyolojik amaçlıdır. Mekanik ve kimyasal amaçlar:⁵⁸

- Debrisin dışarı atılması,
- Kanalın kayganlaştırılması,
- Organik ve inorganik dokuların çözülmesi,
- Smear tabakası oluşumunun önlenmesi veya oluştuğunda çözünmesinin sağlanmasıdır.

Kimyasal etkinlik konsantrasyona, temas alanına ve enfekte materyal ile irrigan arasındaki etkileşim süresine bağlıdır.⁵⁹

Biyolojik fonksiyon ise antimikrobiyal etkinliği ile ilgilidir.

Prensip olarak, irrigasyon solüsyonu:⁵⁸

- Planktonik formdaki veya biyofilmdeki anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalara karşı yüksek etkinliğe sahip olmalıdır.
- Endotoksinleri inaktive etmelidir.
- Vital dokulara karşı toksik olmamalıdır.

- Anafilaktik reaksiyona neden olmamalıdır.

Kök kanal tedavisinde irrigasyon solüsyonu kullanmanın faydaları:^{17(s.251)}

- Debrisin uzaklaştırmasını ve kanal duvarlarının nemlendirmesini sağlar.
- Mikroorganizmaları yok eder.
- Organik debrisin çözünmesini sağlar.
- Smear tabakasını uzaklaştırarak dentin tübüllerinin açılmasını sağlar.
- Endodontik aletlerin ulaşamadığı alanların dezenfeksiyonunu sağlar.

Kök kanal tedavisinde ideal bir irrigasyon solüsyonunun özellikleri:^{17(s.251)}

- Etkili germisid ve fungusid olmalıdır.
- Periapikal dokuları irrite etmemelidir.
- Stabil olmalıdır.
- Uzun süreli antimikrobiyal etkinliği olmalıdır.
- Kan, serum ve doku protein türevleri varlığında etkin olmalıdır.
- Düşük yüzey gerilimine sahip olmalıdır.
- Periapikal doku tamirini engellememelidir.
- Diş sert dokularını renklendirmemelidir.
- İmmün cevabı uyarmamalıdır.
- Smear tabakasını tamamiyle uzaklaştırmalı ve dentin tübüllerini dezenfekte etmelidir.
- Diş çevre dokularına antijenik, toksik ve karsinojenik olmamalıdır.
- Dentinin fiziksel özelliklerini etkilememelidir.
- Kanal dolgusunun bağlanma özelliklerini etkilememelidir.
- Kolay uygulanabilmelidir.
- Ucuz olmalıdır.

Enfekte dişlerde kemomekanik preparasyon ile steril bir ortam elde etmek mümkün değildir.⁶⁰ Kullanılan hiçbir irrigasyon solüsyonu tüm bu özellikleri bir arada sağlayamadığı için birlikte kullanımları önerilmektedir.⁶¹⁻⁶⁵ Ayrıca konsantrasyon, ısı, çalkalama veya sürfaktan ekleme gibi farklı aktivasyon teknikleriyle de etkinlikleri artırılabilir.⁶⁶

2.4. Endodontik Tedavide Kullanılan İrrigasyon Solüsyonları

2.4.1. Sodyum Hipoklorit

NaOCl antibakteriyal etkinliği ve kısa sürede nekrotik doku, vital pulpa dokusu, dentin ve biyofilm içindeki organik kısmı çözebilme kabiliyeti nedeniyle en sık kullanılan irrigasyon solüsyonudur.^{67, 68} İlk olarak 1789 yılında Fransa'da üretilmiştir. *Eusol* ve *Dakin* solüsyonu olarak satılmış ve hastahane antiseptiği olarak kullanılmıştır. 1. Dünya Savaşı sırasında *Dakin*'in %0.5 olarak hazırlanmış şeklinin yara temizliğinde kullanılması önerilmiştir.⁶⁹ Ardından Coolidge kök kanal tedavisinde irrigasyon solüsyonu olarak NaOCl'yi tanıtmıştır.⁵⁷

NaOCl bir çözücü olarak görev alır, klorin iyonu sular ve proteinlerin amino gruplarıyla birleşen klorin, kloroaminleri oluşturur. Kloroaminler hücre metabolizmasını bozar; klorin güçlü oksidandır ve bakteriyal enzimleri inhibe eder.⁷⁰

NaOCl doku proteinleri ile temasa geçtiğinde *nitrojen, formaldehit ve asetaldehit* oluşur. Peptid bağları ayrışır ve proteinler çözünür, amino gruplarındaki hidrojen, klorin ile yer değiştirir ve kloraminler oluşur. Nekrotik doku ve iltihap çözünür ve antimikrobiyal ajan enfekte alana daha iyi ulaşır. Klorin suda çözüldüğünde ve organik doku ile temasa geçtiğinde, hipokloröz asit oluşur. Formülü HClO olan zayıf bir asittir ve oksitleyici olarak görev alır. Hipokloröz asit aminoasitleri parçalar ve hidrolize eder.¹⁷

NaOCl yüksek pH'a sahiptir (pH>11) ve antimikrobiyal etkinliği yüksek pH değeri ile de ilişkilidir. Yüksek pH geri dönüşümsüz enzimatik inhibisyon, hücre metabolizmasındaki değişimler ile birlikte sitoplazmik membran bütünlüğünü bozar.⁷⁰

NaOCl'nin en önemli özelliklerinden biri çok geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajan olmasıdır. Bakterilere, bakteriyofajlara, sporlara, mantarlara ve virüslere karşı etkili olduğu kanıtlanmıştır.¹

NaOCl'nin antimikrobiyal etkinliği iyi olmasına rağmen, smear tabakasının inorganik kısmına etki edemez.⁷¹

NaOCl'nin yüksek konsantrasyonlarında doku toksisitesi ve apikalden taşığında amfizem riski gibi dezavantajları da bulunmaktadır.⁷² Ayrıca NaOCl'ye karşı alerjik reaksiyonlar geliştiği de rapor edilmiştir.^{73, 74} Nötrofil hücresi fagositoz esnasında hipokloröz asit kullanır ve lokal doku hasarı meydana getirebilir (likefaksiyon nekrozu) ancak alerjik reaksiyon meydana getirmez, hipersensitivite ve kontak dermatit nadiren rastlanır.¹⁷

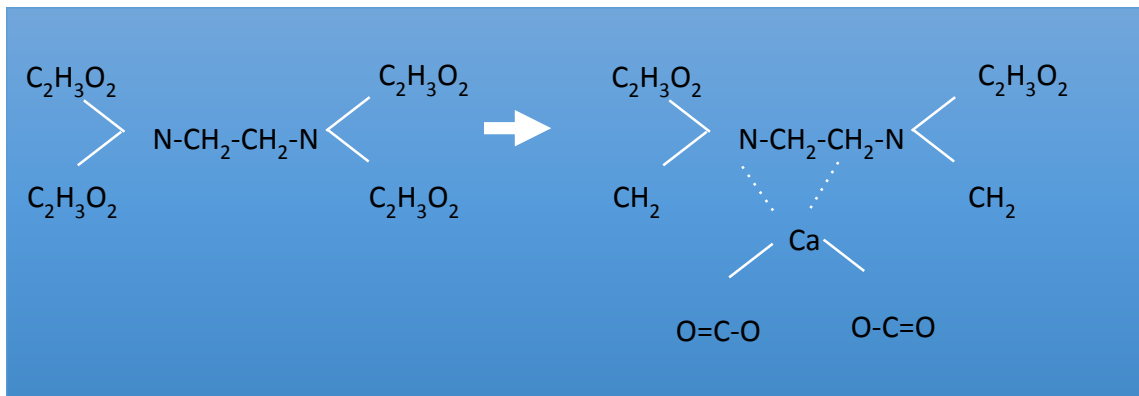
Düşük konsantrasyonlarda NaOCl'nin ısıtılması doku çözme kapasitesini arttırır.⁵⁷

Kök kanal irrigasyonu için NaOCl'nin %0,5-6 arasındaki konsantrasyonları kullanılır.⁷⁵⁻⁷⁷ NaOCl'nin ideal konsantrasyonu hakkında tam bir fikir birliği yoktur. Yapılan bir çalışmada NaOCl %0,5 ve %3'lük konsantrasyonlarda kullanılmış ve her iki konsantrasyonda da kök kanalı içindeki bakteri düzeyinde azalma gözlenmiştir.⁷⁸ Başka bir çalışmada %2,5'lik NaOCl kullanılarak kök kanalı içinde bakteri düzeyinde anlamlı derecede azalma olduğu rapor edilmiştir.⁷⁹ Ayrıca NaOCl yüksek konsantrasyonlarda periapikal dokular için oldukça toksiktir.⁸⁰⁻⁸²

2.4.2. EDTA

EDTA endodontik tedavide sıklıkla kullanılan en etkili şelasyon ajanıdır. Kanalların genişletilmesinde ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında kullanılan EDTA, kök dentininin kanal patı ile iyi bir adezyon yapmasını sağlar.¹⁴ Şelasyon maddeleri dentindeki Ca^{+2} iyonları ile birleşir ve bu etkileşim kanal duvarlarının enstrümatasyona daha az direnç göstermesini sağlar.^{18(s.533)} İlk olarak 1935 yılında Ferdinand Munz tarafından etilendiamin ve kloroasetik asitin karışımı olarak tanımlanmıştır. Endodontide ise şelasyon ajanları Nygaard-Østby tarafından 1957 yılında dar ve kalsifiye kök kanallarının preparasyonu için önerilmiştir.³⁵ %15 ve %17'lik konsantrasyonlarda, likit ve jel formlarında bulunmaktadır.³⁵ Günümüzde EDTA, temel olarak etilendiamin (1,2-diaminoetan), formaldehit (methanal) ve sodyum siyanürden üretilmektedir.^{35, 83} %17'lik EDTA solüsyonu hazırlamak için 17 g. disodyum EDTA tuzu, 100 ml distile su içerisine katılır. Tam çözünmeyi sağlamak için 9,25 ml 5 N sodyum hidroksit solüsyonu ilave edilir.^{18(s.533)}

Esas olarak formülü $[CH_2N(CH_2CO_2H)_2]_2$ olan EDTA Ca^{+2} ve Fe^{+3} gibi di- ve trikatyonik metal iyonlarıyla bağ kurabilmektedir (Şekil 2.1).⁸³ Kanal duvarını kaplayan smear tabakasının inorganik kısmını uzaklaştırmada en etkili şelasyon ajanıdır. İnorganik kısmın uzaklaştırılmasıyla dolgu materyali dentin duvarına daha iyi bağlanabilmektedir.^{10, 27, 54, 84, 85}



Şekil 2.1. EDTA'nın kimyasal yapısı ve Ca^{+2} ile reaksiyonu

EDTA içerikli şelatörler sıvı ve pasta tipi olarak ikiye ayrılır: ^{16(s.328), 18(s.537)}

- **Sıvı şelatörler;**

REDTA (Roth International, Chigaco, IL, USA) %17 EDTA ve yüzey gerilimini azaltmak için 0.84 gr Setrimite karışımıdır. **EDTAC** ve **DTPAC** %15'lik EDTA ve dietil-triamin-penta asetik asitin (DTPA) pH 8'dir. Bu solüsyonların 100 ml'sine deterjan olarak 0.75 g setritrimetil amonyum bromid ilave edilir. **EDTA-T** (Formula & Açao Farmaçia, Sao Paulo, Brazil) %17 EDTA'ya deterjan olarak sodyum lauril eter sülfat tergentol eklenmesi ile elde edilir. **Largal Ultra** (Septodont, Paris, Fransa) disodyum tuzu olarak %15 EDTA, %0.75 Setrimite ve sodyum hidroksit içerir. **Tubulucid Plus** (Dental Therapeutics, Nacka, Sweden) 1,5 g. Amfoteric-2 (%38), 0,5 g benzalklonikkorit, 3 g. disodyum EDTA dihidrat, fosfat tampon solüyonu (pH7,3), 100 g distile su ve %50 sitrik asitten oluşur. **Smear Clear** (SybronEndo) %17 EDTA ve çeşitli sürfaktanlardan oluşmaktadır.

- **Pasta tipi şelatörler;**

Calsinase slide (Lege artis, Dettenhausen, Germany) %15 sodyum EDTA ve %58-64 su içerir. pH değeri 8-9'dur. **RC-Prep** (Premier Dental, Philadelphia, PA, USA) %10 üre peroksit, %15 EDTA ve glikolün sıvı krem kıvamındaki kombinasyonudur. **Glyde file** (DeTrey Densply, Konstanz, Germany) sıvı bir solüsyon içerisindeki %15 EDTA ve %10 üre peroksitten oluşur.

EDTA bakterilerin hücre zarındaki metal iyonlarıyla birleşerek yüzey proteinlerini açığa çıkarır ve bu şekilde bakteri ölümü gerçekleşir. EDTA gibi şelatörler kalsiyum ile stabil kompleksler oluşturur. Tüm iyonlar bağlandığında denge kurulur ve başka bir çözünme gerçekleşmez. Bu nedenle, EDTA kendi kendini sınırlar.³⁵ EDTA'nın etkinliği uygulama süresine, pH'ına ve konsantrasyona bağlı olarak değişir.^{11, 86}

Wu ve ark.²² smear tabakasının uzaklaştırılmasında %17 EDTA solüsyonunun %20 sitrik asit ve MTAD'a göre daha iyi olduğunu göstermiştir. EDTA tek başına smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırılmaz; smear tabakasının organik kısmını uzaklaştırmak için NaOCl gibi proteolitik bir bileşene ihtiyaç duyar.⁸⁷ EDTA genellikle %17'lik konsantrasyonlarda kullanılır ve kök kanal duvarı ile 1 dakika doğrudan teması ile smear tabakasını uzaklaştırabilir. EDTA kendini sınırlayan özellikte olmasına rağmen, kanalda uzun süre bırakılırsa ya da EDTA'dan sonra NaOCl kullanılırsa, dentin erozyonu meydana gelir.¹⁷ %15 EDTA ile yapılan 2-3 dakika irrigasyonun ardından 2-3 dakikalık %6 NaOCl irrigasyonunun meydana getirdiği erozyon, sadece EDTA ile yapılan irrigasyona oranla daha belirgin bulunmuş ve %6 NaOCl'nin dentin tübüllerinin erozyonunu hızlandırdığı öne sürülmüştür.⁸⁸ Ayrıca EDTA'nın 10 dakikadan fazla sürede kök kanal duvarında bırakılması peritübüler ve inertübüler dentinin aşırı yıkımına neden olur.⁸⁹

Şelatör ve asitlerin etkisi koronal ve orta üçlüde daha fazla iken apikale doğru gittikçe azalır.^{35, 90} Bu durumun kanal boyutları ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir⁹¹ Ayrıca aksesuar kök kanalları, rezorpsiyon yapım ve yıkım alanları, pulpa taşları, düzensiz veya belirsiz dentin tübülleri, irregular sekonder dentin ve sement benzeri oluşumların apikal kök kanal duvarında bulunabileceği ve apikal bölgede dolgu malzemelerinin dentine bağlanmasını etkileyebileceği bildirilmiştir.⁹²

EDTA'nın antibakteriyal etkisi sınırlıdır ve bu etkisi bakterilerin dış membranındaki katyonlarla şelasyon yaparak meydana gelmektedir.⁹³ EDTA, Gram (-) bakterilerin hücre membranındaki katyonlarla birleşerek hücrelerin bozulmasını sağlar. Gram (+) türler üzerinde etkili olmadığını, *Candida albicans*'a karşı etkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur.^{16(s.335), 94} Quaterner amonyum gibi antiseptikler (EDTAC) veya tetrasiklin (MTAD), antimikrobiyal etkinliği arttırmak amacıyla EDTA ile

karıştırılmıştır. Ancak EDTAC, EDTA ile benzer smear uzaklaştırma etkinliği göstermesine rağmen daha fazla kostik bulunmuştur.¹⁷

Pawlicka⁹⁵ şelatörlerin dentin mikrosertliğinde etki ettiğini ve bunun özellikle kök kanal lümenine komşu olan dentinde görüldüğünü belirtmiştir. Ancak bu etki uygulamadan 5 dakika sonrasında gözlenmektedir. EDTA ile smear tabakası uzaklaştırıldıktan sonra dentin geçirgenliğinde artış ve kök kanal duvarı ile kök kanal dolgusu arasında meydana gelen mikrosızıntıda azalma meydana gelir.^{37, 42, 96} Ayrıca daha fazla lateral kanalın doldurulması da sağlanır.⁹⁷ Yapılan SEM çalışmaları kanal preparasyonu sırasında EDTA kullanımının dentin tübüllerinin ağızlarının genişlemesine yol açtığını göstermiştir.^{98,99} Ayrıca EDTA kök dentininin geçirgenliğini artırır ve bu da endodontik medikamentlerin aktivitelerinin daha etkili olmasını sağlar.¹⁰⁰

Genel olarak irrigasyon işlemi NaOCl, ardından %17 EDTA ve son olarak NaOCl sırasıyla yapılır. EDTA gibi demineralize edici bir ajandan sonra NaOCl gibi proteolitik bir ajan kullanımı dentin üzerinde istenmeyen sonuçlara neden olabilir. Dentin kollajeninin peptit zincirleri terminal gruplarının klorlanması sonucu bozulur.¹⁰¹ Bu sıralama özellikle epoksi rezin içerikli kanal patlarının bağlanmasını olumsuz yönde etkiler.¹⁰² Yapılan bir çalışmada, NaOCl ile yapılan son irrigasyonun farklı içerikli kök kanal patlarının bağlanma kuvvetini olumsuz etkilediği, EDTA ile yapılan son irrigasyonun ise bağlanma kuvvetini arttırdığı gösterilmiştir.¹⁰¹

Apikal foramenden taşan şelasyon ajanlarının ne dereceye kadar enflamatuar doku reaksiyonuna neden olabileceği hakkında birçok tartışma söz konusudur. %15'lik EDTA solüsyonunun (pH 7,3) insan pulpa ve periapikal dokular üzerindeki etkisi vital ve nekrotik pulpalı olgularda klinik koşullarda incelenmiş ve ege kullanılarak apikal daralımdan dışarı itildiğinde dahi, herhangi bir periapikal doku hasarına yol açmadığı tespit edilmiştir. Histolojik incelemelerde normal rejenere olmuş alveolar kemik ve yeni

fonksiyonel periodontal ligament fibrilleri gözlemlenmiştir. Buna ek olarak, pulpatomiden sonra yerleştirilen ve 28 güne kadar burada tutulan EDTA'nın, pulpa dokusunda nekroz meydana getirmedeği belirtilmiştir.^{12, 35} Önceki bulgulara göre Collet ve ark.¹⁰³ %15 EDTA solüsyonunun in vitro koşullarda toksik etkisi olduğu sonucuna varmışlardır.

EDTA ve NaOCl arasındaki etkileşimin incelendiği araştırmalarda, EDTA'nın NaOCl ile karıştırıldığında kalsiyum bağlama kapasitesinde bir değişiklik olmamış, karışımda serbest klorinin açığa çıkması gözlenmemiştir. Buna karşın, NaOCl'nin doku çözme kapasitesinde azalma meydana gelmiştir.¹⁰⁴ Bu nedenle, klinik olarak EDTA ve NaOCl ayrı olarak kullanılmalıdır.¹⁷

2.4.3. Klorheksidin

Klorheksidin glukonat (CHX) endodontide irrigasyon solüsyonu ve kanal içi ilaç olarak kullanılmaktadır.^{105, 106} pH değeri 5.5 ile 7 arasında değişir.¹⁰⁷ Endodontik bakterilere karşı geniş spektrumlu antimikrobiyal aktivite gösterirken¹⁰⁸ doku çözebilme özelliği yetersizdir.⁵⁷ Klorheksidin genel olarak %0.12 ve %2'lik konsantrasyonlarda kullanılır. Bu konsantrasyonlarda hem sistemik hem de lokal olarak doku toksisitesi oldukça düşük seviyededir.¹⁰⁹ Endodontide %2'lik kullanımı daha düşük konsantrasyonlarına göre daha etkilidir.¹¹⁰ Konsantrasyonuna bağlı olarak bakterisidal ya da bakteriyostatik etki gösterebilir. Yüksek konsantrasyonlarda hücre membranına zarar verir ve bakterisidal etki gösterirken, düşük konsantrasyonlarda bakteri hücresinin kalıcı hasar görmeden düşük molekül ağırlıklı maddelerinin (potasyum ve fosfor) dışarı sızmasına neden olur ve bakteriyostatik etki gösterir.¹⁰⁹

%0.5'lik CHX solüsyonunun *C. Albicans*'a karşı kalsiyum hidroksitten daha etkili olduğu gösterilmiştir.⁷⁷ %2 CHX ise etkili bir şekilde *Enterococcus Faecalis*

eliminasyonu sağlamaktadır.¹¹¹ Literatürde klorheksidine karşı alerjik reaksiyona ve anafilaktik şok vakalarına oldukça az rastlanmaktadır.¹¹²

2.4.4. Sitrik Asit

Sitrik asit smear tabakasının inorganik kısmını uzaklaştırır.²² Organik asittir ve %1-50 arası konsantrasyonlarda kullanılır.^{23, 113, 114} Antimikrobiyal spektrumu NaOCl'ye göre daha dardır ve *C. albicans* üzerinde etkisi yoktur. Sitrik asit aynı zamanda kanal içinde kristal artık bırakmaktadır, bu da dolguda sorunlara yol açmaktadır. En iyi sonuçlar %10 sitrik asit, %2,5 NaOCl, tekrar %10 sitrik asit sırasıyla elde edilmektedir.^{18(s.540)} Bununla beraber, %25 sitrik asit-NaOCl ile yapılan irrigasyon, %17 EDTA-NaOCl kadar etkili bulunmamıştır.²⁶

2.4.5. Maleik Asit

Smear tabakasının kaldırma özelliği, düşük toksik etkisi ve *E.faecalis* üzerindeki etkinliği ile EDTA'ya alternatif olarak önerilmektedir.¹¹⁵⁻¹¹⁷

2.4.6. BioPure MTAD

%3 doksisisiklin, %4,25 sitrik asit ve %0,5 polysorbat 80 içeren yeni bir irrigasyon solüsyonudur. Etkili olarak smear tabakasını uzaklaştırır, biyoyumludur, minimal düzeyde dentinde erozyonuna sebep olur ve geniş antibakteriyal etkinliğe sahiptir.¹¹⁸⁻¹²¹ Antimikrobiyal etkinliği, içinde bulunan yüksek konsantrasyondaki tetrasiklin ile ilişkilidir. Smear tabakasının uzaklaştırılması için NaOCl ile birlikte kullanımı önerilmektedir.¹²²

2.4.7. Tetraclean

Tetraclean (Ogna Laboratori, Muggio, İtalya) MTAD gibi, antibiyotik, asit ve deterjan karışımı bir solüsyondur. Fakat antibiyotiğin konsantrasyonu (50 mg/ml⁻¹) ve deterjanın tipi (polipropilen glikol) MTAD'dan farklıdır.¹²³ Antimikrobiyal etkinliğini değerlendiren bir çalışmada %5,25 NaOCl, MTAD ve Tetraclean'in *E. Faecalis* biyofilmi

üzerindeki etkinlikleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar yalnızca %5,25 NaOCl'nin biyofilmi parçalayarak ortadan kaldırdığını, bununla birlikte, Tetraclean'in biyofilmi parçalamada MTAD'dan daha etkili olduğu bulunmuştur.¹²⁴

%17 EDTA, Tetraclean, Cetriksidin, Smear Clear, MTAD ve %5,25 NaOCl'nin yüzey gerilimini karşılaştıran bir çalışmada, en yüksek değerlerin NaOCl ve EDTA'da, en düşük değerlerin ise Tetraclean ve Cetriksidine'de olduğu gösterilmiştir.¹²³

2.4.8. Hidrojen Peroksit

Nekrotik doku eritici özelliği olmayan H₂O₂'in, %3'lük konsantrasyonunun %5,25'lik NaOCl ile ardarda kullanımının oluşturduğu köpürmenin kanal sistemindeki debrislerin azalmasında etkili olabileceği ileri sürülmüştür.^{18(s.544)} H₂O₂'in süperoksit iyonları, bilinen en güçlü oksidan olan hidroksil radikallerini oluşturur.¹²⁵ %3'lük H₂O₂ ve %1'lik NaOCl'nin beraber kullanımının *E. Faecalis* üzerindeki etkisinin tek başına %1'lik NaOCl uygulamasından daha iyi olmadığı gösterilmiştir.¹²⁶

2.4.9. Cetrexidine

Cetrexidine, %0,2 klorheksidin glukonat ve %0,2 setremit içeren bir irrigasyon solüsyonudur. Setremit yüzey gerilimini düşürerek solüsyonun kanal boyunca akışını ve derinlere penetrasyonunu kolaylaştırır. Üretici firma bu solüsyonun olguların %80'inde kesin dezenfeksiyon sağladığını, sitotoksik olmadığını ve smear tabakasını ortadan kaldırdığını iddia etmektedir.¹²⁷ Doku çözme kabiliyeti %0,5'lik NaOCl'den daha azdır. Aerob ve anaerob bakteriler üzerindeki etkisinin NaOCl ve klorheksidin glukonattan daha iyi olduğu ileri sürülmüştür.¹²⁸ Kanal genişletme işlemlerinde kullanıldığında daha az smear tabakası gözlenirken, son irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldığında yoğun debris ve smear tabakası gözlenmiştir. Bu da yüzey aktivitesi sayesinde smear tabakası oluşumunu önlediği şeklinde açıklanmıştır.¹²⁹

2.4.10. QMix

QMix 2in1 irrigasyon solüsyonu (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), EDTA, klorheksidin glukonat ve bir deterjandan oluşur.¹³⁰ QMix'in smear tabakasının uzaklaştırılmasında EDTA kadar, mikroorganizmaların yok edilmesinde ise NaOCl ve klorheksidin kadar etkili olduğu belirtilmiştir.^{63, 65}

2.5. EDTA'nın Etkinliğini Değiştiren Faktörler

2.5.1. Yüzey Gerilimi

İrrigasyon solüsyonları kanal içinde dentin duvarı ve debris ile doğrudan temas halinde olmalıdır. Temasın artırılması solüsyonun yüzeyi ıslatabilme özelliğine,¹³¹ solüsyonun yüzeyi ıslatabilme özeliği ise yüzey gerilimine bağlıdır.¹³² Yüzey gerilimi moleküller arasındaki çekim kuvveti olarak tanımlanabilir ve bu kuvvet sıvının yüzeye yayılmasını veya kapiller bir tüp içine penetre olmasını engeller.¹³¹ İrrigasyon solüsyonlarının yüzey gerilimlerinin endodontik tedavinin başarısına etkisini değerlendiren çok az çalışma bulunmaktadır.¹²³ Birçok çalışmada EDTA'nın yüzey geriliminin su ile aynı olduğu, çok az çalışmada sudan az olduğu gösterilmiştir.^{123, 131-134}

Düşük yüzey gerilimine sahip irrganların dentinal tübüllere ve anatomik düzensizliklere daha iyi penetre olduğu ve yüzeyi daha iyi ıslatma özelliğine sahip olduğu gösterilmiştir.^{123, 135} Solüsyon tarafından yüzeyin ıslatılabilirliği yüzeyin daha iyi bağlantı yapılabilmesi için gereklidir.^{136, 137}

Yüzeyin ıslatılabilirliği adezyon için önemli bir faktördür. Yapılan irrigasyonun ardından dentin yüzeyinde meydana gelen değişimler yüzeyin enerjisini ve dolayısıyla ıslatılabilirliğini etkilemektedir. Yüzeyi %17 EDTA ile muamele edilen dentinin su ile yaptığı kontak açısı, %5.25 NaOCl, %3 H₂O₂'den anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur.¹³⁸

EDTA solüsyonu içine sürfaktan eklendiğinde, yüzey gerilimini %50 oranında azalttığı^{133, 139} smear tabakası ve kalsiyum uzaklaştırma etkinliğini arttırmadığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır.^{59, 140-142} Diğer taraftan, EDTA'nın yüzey gerilimi ısı uygulaması ile de azaltılabilmektedir.^{132, 135}

2.5.2. Isı

Isı uygulaması ile irrigasyon solüsyonlarının yüzey gerilimleri azaltılabilir ve etkinliği arttırılabilir.¹³⁵ Düşük veya nötral pH değerine sahip EDTA solüsyonu 37°'ye ısıtıldığında yüzey gerilimi düşmektedir.¹⁴³ Çiçek ve ark.¹³ EDTA solüsyonunun 25°C ve 37°C'de, koronal, orta ve apikal üçlüde smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırdığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada 4°C'de kullanılan EDTA solüsyonu apikal üçlüde daha az etkili bulunmuş ve bu durum artmış yüzey gerilimi ile ilişkilendirilmiştir. Uzunoglu ve ark.¹⁴⁴ son irrigasyon solüsyonu olarak 22°C ve 37°C sıcaklıklardaki EDTA solüsyonlarının baskı dayanımı üzerindeki etkisini karşılaştırmış ve artmış sıcaklığın anlamlı derecede baskı dayanımını artırdığını rapor etmişlerdir. Ancak yüksek sıcaklık değerlerinde EDTA'nın kalsiyum bağlama kapasitesinin azalacağı rapor edilmiştir.¹⁴⁵ Literatürde EDTA'nın farklı sıcaklıklardaki etkinliği ile ilgili sınırlı bilgi bulunmaktadır.

2.5.3. pH

EDTA'nın etkinliğini değiştiren en önemli faktörlerden biri pH'dır.¹⁴⁶⁻¹⁴⁸ EDTA'nın pH 5-6 arasındaki değerlerde daha etkili olduğu gösterilmiştir.¹⁴⁶ Ancak, EDTA solüsyonları çoğu zaman yüksek pH değerlerine sahiptir. Yüksek pH değerlerinde hidroksil gruplarının Ca^{+2} ile şelasyonu azalırken, düşük veya nötral pH değerlerinde hidroksil gruplarının şelasyon yapma eğilimleri artar.^{147, 148} Demineralizasyon etkisi salınan fosfor miktarı ölçülerek yapılan bir çalışmada, pH'sı 7,5 olan EDTA solüsyonunun pH 9'a göre daha güçlü bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir.¹⁴⁸

2.5.4. Uygulama süresi

EDTA'nın smear tabakasını uzaklaştırması uygulama süresine de bağlıdır.¹¹ Birçok çalışmada 1 ve 5 dakikalık çalışma zamanından sonra iyi bir temizleme etkinliğinin elde edilebileceğini rapor edilmiştir.^{23, 26, 89}

Peritübüler dentin, yüksek oranda mineralizedir ve intertübüler dentinden daha serttir. Peritübüler dentinin sertliği intertübüler dentine yapı olarak destek sağlar. Peritübüler dentinin düşük orandaki kollajen miktarı asitlere karşı daha hızlı çözünme göstermesine neden olur.¹⁴⁹ EDTA uygulaması sonucu smear tabakasının uzaklaştırılmasının ardından, kök kanal duvarları temizlenir ve dentin kanal ağızları açık olarak görülebilir. Dentin kanalcıklarının ağızları peritübüler dentinin çözünmesi nedeniyle büyür.^{18(s.534)} 10 ml EDTA'nın 1 dk'lık uygulamasının smear tabakasının uzaklaştırılmasında etkili olduğu, 10 dakika yapılan uygulamanın ise peritübüler ve intertübüler dentinde erozyona neden olduğu ve dentin mikrosertliğini azalttığını rapor eden çalışmalar mevcuttur.^{14, 150}

2.5.5. Konsantrasyon

Smear tabakasını uzaklaştırmak için EDTA'nın genellikle %17'lik konsantrasyonu kullanılır. Ancak EDTA'nın yoğunluğu düştükçe smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğinin azalacağı bildirilmesinin yanı sıra,^{18(s.534)} düşük (%3) ve yüksek (%24) konsantrasyonları arasında anlamlı derecede bir fark olmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur.¹⁵¹ pH değeri 9 olan %3'lük EDTA'nın smear tabakasını uzaklaştırmak için yeterli olabileceği rapor edilmiştir.¹⁵² %15 EDTA ile birlikte 2-3 dakikalık %6 NaOCl irrigasyonunun meydana getirdiği erozyon, sadece EDTA ile yapılan irrigasyona oranla daha belirgin bulunmuş ve %6'luk NaOCl'nin dentin tübül erozyonunu hızlandırdığı öne sürülmüştür.⁸⁸ Başka bir çalışmada, Self Adjusting File

(SAF) sistemiyle %1'lik EDTA solüsyonunun smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği değerlendirilmiş ve etkili olduğu gözlenmiştir.¹⁵³

2.6. Kök Kanal Dolgu Patlarının Dentin Penetrasyonunu İncelemede Kullanılan Yöntemler

Smear tabakasının uzaklaştırılması ve dentinal tübüllere sealer penetrasyonunun değerlendirilmesi için stereomikroskop, taramalı elektron mikroskop (SEM) ve lazer taramalı konfokal mikroskop (CLSM) kullanılmaktadır.^{29, 154-156}

Stereomikroskopta radiküler dentin ile kanal patı birbirinden ayırt edilemediği için günümüzde tercih edilmemektedir.⁴⁷

SEM'de inceleme yapmak için örneklerin altın ile muamele edilmesi gerekir ve vakum altında çalışıldığı için işlemler zaman almaktadır ve SEM ile total alanın görüntülenmesi zordur.¹⁵⁷

CLSM Marvin Minsky tarafından 1957'de patentlenmiştir. Ancak standart bir teknik olması 1980'lerin sonuna doğru gerçekleşmiştir. Seçilebilen, farklı derinliklerde yüksek çözünürlüklü optik imajlar alabilmek için kullanılan bir yöntemdir.¹⁵⁸ 1978'de farklı derinliklerde yüksek çözünürlüklü görüntü için bir lazer tarama metodu denenmiştir. Bu şekilde ilk defa konfokal mikroskop ile lazer metodu birleştirilerek çeşitli floresan maddelerle işaretlenmiş biyolojik objeler üç boyutlu olarak incelenmiştir.¹⁵⁹

Konfokal mikroskopta örnek üzerine lazer ışını gönderilir ve x-y yansıtma mekanizması ile bu ışın tarama ışınına çevrilir. Objektif lensi yardımıyla floresan işaretlenmiş örnek üzerindeki tek bir küçük noktaya odaklanır. Böylece taranan örnek yüksek çözünürlükte görüntülenir.¹⁶⁰

CLSM herhangi bir özel işlem gerektirmediğinden diğer tekniklerden daha avantajlıdır.¹⁶¹ Farklı birçok kesitten görüntü almaya izin verir, böylece görüntüler daha sonradan birleştirilerek son görüntü oluşturulabilir. Ayrıca CLSM, SEM ile

karşılaştırıldığında daha az artefakt oluşur ve örneklerin dehidrate olmasına neden olmaz.¹⁶²

CLSM ile kanal patı ve dentinal tübüllerin ayırt edilmesi için kanal patına floresans özellikte Rhodamine B boya eklenir.¹⁶³ Eklenen Rhodamine B boya, kanal patının fiziksel özelliklerinde değişikliklere neden olmaz.¹⁶⁴

Konfokal mikroskop endodontide patların dentin tübül penetrasyonlarının, ve doldurma tekniklerinin karşılaştırılmasında, çeşitli irrigasyon solüsyonlarının ve irrigasyon tekniklerinin patların dentin tübüllerine olan penetrasyonuna olan etkilerinin incelenmesinde kullanılmaktadır.^{47, 155, 161, 164}

Çalışmamızda, son irrigasyon solüsyonu olarak farklı sıcaklık ve pH değerlerinde EDTA kullanımının, kanal patının dentin tübüllerine olan penetrasyon alanına etkisi karşılaştırılacaktır.

Sıfır hipotezimiz, penetrasyon alanının en fazla nötral pH değerinde ve 40°C'ye ısıtılmış EDTA grubunda olacaktır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Dişlerin Seçimi

Bu in vitro çalışma 20.07.2016 tarihli etik kurul raporu ile bilimsel ve etik açıdan uygun bulunmuştur. Çalışmamızın pat tübül penetrasyonuna ait deneyler Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde, CLSM ile dentin tübül penetrasyonlarının değerlendirilmesine ait deneyler ise Atatürk Üniversitesi Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji ve Araştırma Merkezi'nde (DAYTAM) gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada ortodontik ve periodontal nedenlerden dolayı çekilmiş, apikal gelişimini tamamlamış, çatlak ve kırık mevcudiyeti olmayan 44 adet tek köklü ve tek kanallı alt premolar insan dişleri kullanıldı. Toplanan dişler kullanılabildiği kadar fizyolojik salin solüsyonunda bekletildi. Çekilmiş dişler etrafındaki yumuşak ve sert doku artıkları ultrasonik cihazlarla uzaklaştırıldı. Stereomikroskop altında dişlerde herhangi bir kırık veya çatlak olup olmadığı incelendi. Fasiyal ve proksimalden, dişlerin tek kanallı olduklarını doğrulamak amacıyla radyografiler alındı. Çift kanallı, apikal gelişimini tamamlamamış, çatlak-kırık veya kanal tedavisi bulunan dişler çalışmaya dahil edilmedi (Şekil 3.1).

3.2. Kök Kanallarının Hazırlanması

Çalışmamızda kullanılacak %17'lik EDTA solüsyonunun (Saver, Prime Dental, Hindistan) pH değeri ölçüldü ve 12 olarak belirlendi. pH değeri 7 olan EDTA solüsyonu elde etmek için mevcut solüsyon HCl ile tamponlandı ve nötral pH stabilitesi 5, 15, 60 ve 180. dakikalarda pH metre (S200 Seven Compact, Mettler Toledo, İsviçre) ile kontrol edildi (Şekil 3.2).

Dişlerin giriş kavitesi açıldı ve kanal girişleri Gates-Glidden #3 nolu frez ile genişletildi. Dişlerin çalışma uzunluğu 20 K tipi eğe (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile apikalden 1 mm kısa olacak şekilde belirlendikten sonra Reciproc R40

resiprokal sistemle, Silver Reciproc (VDW, Mnnh, Almanya) endodontik motorda ‘‘Reciproc ALL’’ modunda kök kanal prepaasyonu tamamlandı. Alet maksimum 3 mm derinlikte, üretici firma nerileri doğrultusunda, yavaş bir şekilde içeri ve dışarı yönde gagalama hareketi yapılarak kullanıldı.  gagalama hareketi tamamlandığında, alet kanaldan çıkarıldı ve kanal 1 ml %2’lik NaOCl (Chloraxid, Ceramed, Stawola Wola, Polonya) ile yıkandı (şekil 3.3).

Dişler son irrigasyon aşamasında randomize olarak 4 gruba ayrıldı:

Grup 1: 5 ml - %2 NaOCl ardından 22°C pH=7 EDTA 1 dk

Grup 2: 5 ml - %2 NaOCl ardından 22°C pH=12 EDTA 1 dk

Grup 3: 5 ml - %2 NaOCl ardından 40°C pH=7 EDTA 1 dk

Grup 4: 5 ml - %2 NaOCl ardından 40°C pH=12 EDTA 1 dk

EDTA solüsyonunu ısıtmak için, CanalPro Enjektör Isıtıcı Sistem (Coltene Endo, Coltene/Whaledent GmbH + Co. KG, Langenau, Almanya) kullanıldı (şekil 3.4) ve enjektör sıcaklığı kızılötesi uzaktan ısı ölçer cihaz (Medisana, Neuss, Almanya) ile üretici firmanın nerileri doğrultusunda kontrol edildi (şekil 3.5).

3.3. Kök Kanallarının Doldurulması

Kök kanal sistemi içerisinde artık irrigasyon solüsyonu bırakmamak için kanallar 5 ml distile su ile yıkandı. Kanallar doldurulmadan önce steril paper pointlerle (Dentsply Maillefer) kurutuldu. 2Seal kök kanal dolgu patına (VDW) floresan görüntü vermesi için %0.1 oranında Rhodamin B (Bereket Kimya, İştambul, Turkey) ilave edilerek üretici firmanın nerileri doğrultusunda hazırlandı (şekil 3.6). Yapılan n pilot çalışma ile kanal patı/Rhodamine B oranı belirlendi (0,5 gr pat/ 70 µL Rhodamine B). Rhodamin B-pat karışımı, kanal boyunca Reciproc R40 eğe ile uyumlu olan Reciproc 40 güta-perka kon (VDW) yardımı ile kanala yerleştirildi. 25 no’lu spreader kullanılarak 20 no’lu destek

güta-perkalar ile kanal içinde boşluk kalmayacak şekilde lateral kondansasyon yapıldı ve kök kanal dolguları tamamlandı. Kaviterler geçici olarak Cavit ile kapatıldı. Dişler kök kanal dolgu patlarının sertleşmesi için 37°C’de 1 hafta boyunca inkübatörde bekletildi.

3.4. Örneklerin Hazırlanması

Dişler soğuk akrilik ile hazırlanan çubuklara yapıştırıldı ve IsoMet cihazı (IsoMet 1000, Buehler, IL, USA) kullanılarak elmas bir disk ile su soğutması altında, dişlerin apikalinden 2 ve 7 mm uzaklıktan, yaklaşık 1 mm kalınlığında horizontal kesitler alındı (Şekil 3.7). Her deney grubu içerisinde 11 farklı dişten 22 örnek kesit elde edildi (Şekil 3.8) (n=11).





Şekil 3.1. Dişlerin deney aşamasına geçilmeden önce farklı aşamalarda çekilen radyografları



Şekil 3.2. EDTA solüsyonlarının pH ölçümünde kullanılan pH metre



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan %2 NaOCl ve %17 EDTA solüsyonları



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan enjektör ısıtıcı



Şekil 3.5. Enjektör sıcaklıklarının ölçümü

3.5. Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop ile Patların Dentin Tübüllerine Penetrasyonunun Değerlendirilmesi

Örnekler cam bir lam üzerine yerleştirildi ve x10 büyütmede 560 nm dalga boyunda lazer taramalı konfokal mikroskop (Zeiss LSM 710, Almanya) ile incelendi (Şekil 3.9). Toplam penetrasyon alanı tek bir görüntü üzerinde incelenemediği durumda, görüntüler parçalı olarak alındı ve Photoshop programı (Adobe Systems, Inc., San Jose, CA) kullanılarak tek bir görüntü haline getirildi. Her bir görüntü üzerine 100 µm'lik skala yerleştirildi. Dijital görüntüler ImageJ (ImageJ software, NIH) programına aktarıldı ve toplam dentin tübül penetrasyon alanları ölçüldü. Mikrometre olarak ölçülen penetrasyon alanı istatistiksel analiz için milimetrekareye çevrildi.

Tüm deney grupları için ortalama değer, standart sapma değerleri ve istatistiksel analizler SPSS 20.0 (Statistical Package for Social Sciences, 20.0) bilgisayar paket programı kullanılarak hesaplandı. Verilerin normal dağılıp dağılmadığını anlamak için Kolmogrov-Smirnov testi ($p=0.001$), homojen olup olmadığını anlamak için Levene testi yapıldı ($p<0.001$). Verilerin analizi için Kruskal-Wallis ($p<0.05$) ve Bonferroni düzeltilmeli Mann-Whitney U testi yapıldı ($p<0.0125$).



Şekil 3.6. Kullanılan pata Rhodamine B ilave edilirken kullanılan mikrolitre ölçüm cihazı



Şekil 3.7. Kesit alma cihazı



Şekil 3.8. Dişlerin apikalinden 2 ve 7 mm uzaklıkta alınan kesitlere bir örnek



Şekil 3.9. Kesitlerin incelendiği lazer taramalı konfokal mikroskop

4. BULGULAR

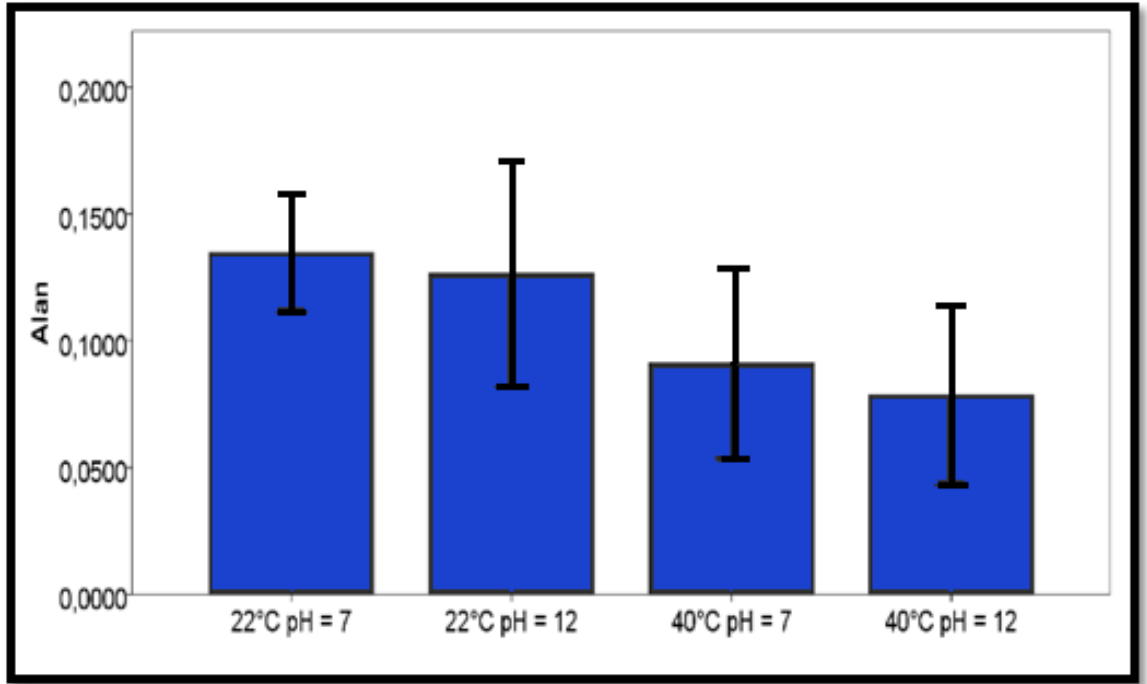
Çalışmamızda dört farklı özellikte EDTA solüsyonunun sealer penetrasyonuna etkisi değerlendirildi. Elde edilen verilerin istatistiksel analizine göre;

1. Apikalden 7 mm uzaklıkta alınan kesitlerde penetrasyon alanları açısından Grup 1 ile Grup 4 arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p<0.0125$). Diğer gruplar arasında anlamlı farklılık gözlenmezken en yüksek penetrasyon alanı Grup 1’de gözlemlendi.
2. Apikalden 2 mm uzaklıkta alınan kesitlerde gruplar arasında penetrasyon alanı açısından anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0.05$). En yüksek penetrasyon alanı Grup 1 için gözlenirken sırasıyla Grup 2, Grup 3 ve Grup 4 takip etti.
3. Alınan kesitlerdeki toplam penetrasyon alanları değerlendirildiğinde, apikalden 7 mm uzaklıktan alınan kesitlerdeki toplam penetrasyon alanınının 2. mm’ye göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu gözlemlendi ($p<0.05$).

Penetrasyon alanlarına ait bulgular Grafik 4.1 - 4.3 ve Tablo 4.1 - 4.3’de görülmektedir. CLSM ile elde edilen görüntüler Şekil 4.1- 4.3’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Apikalden 7 mm. uzaklıktaki kesitlerin dentin tübül penetrasyonlarına ait değerler

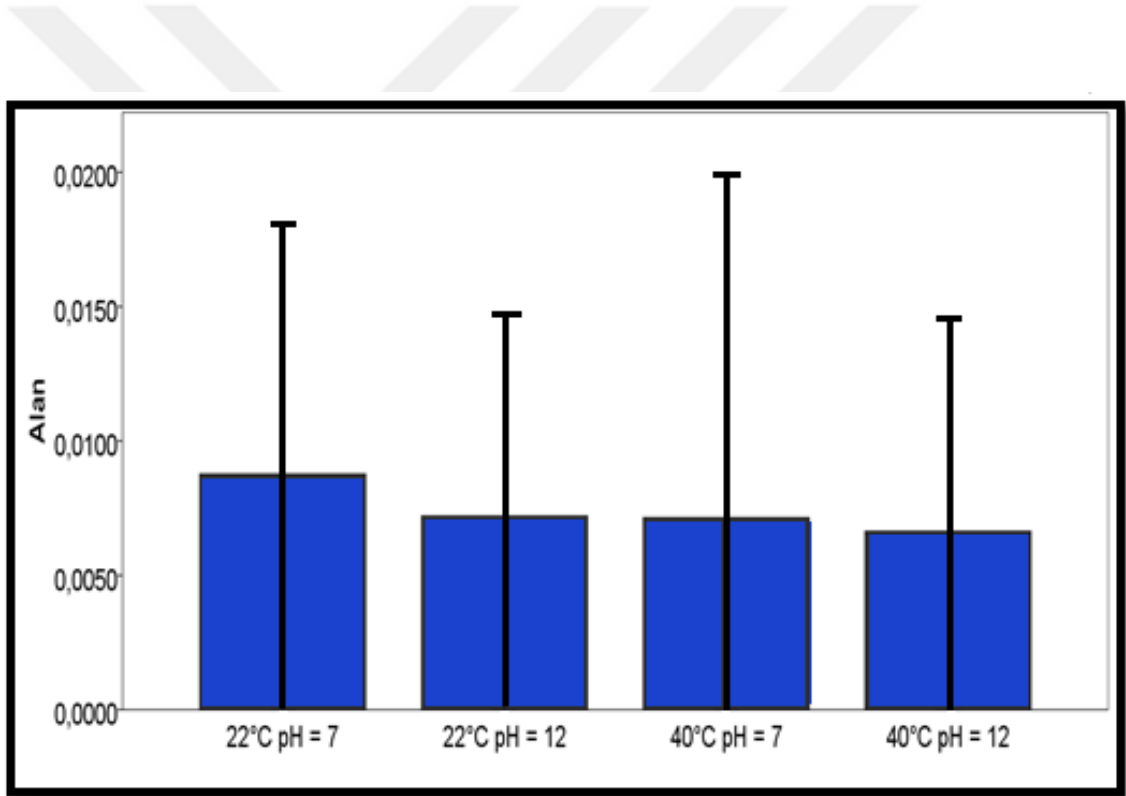
	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
22°C pH=7	11	.134783	.0343947	.0909	.1917
22°C pH=12	11	.126716	.0665093	.0100	.2273
40°C pH=7	11	.091363	.0556963	.0231	.2085
40°C pH=12	11	.078500	.0526223	.0085	.2026



Grafik 4.1. Apikalden 7 mm. uzaklıktan alınan kesitlerin dentin tübül penetrasyon alanı grafiği

Tablo 4.2. Apikalden 2 mm. uzaklıktaki kesitlerin dentin tübül penetrasyonlarına ait değerler

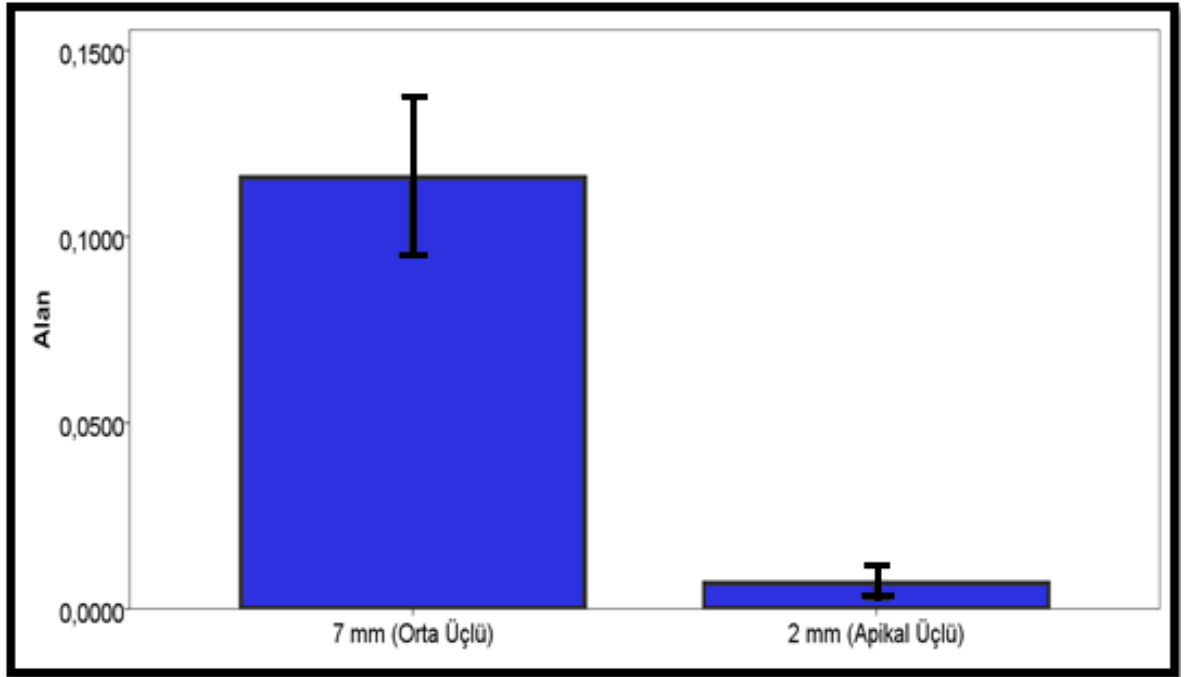
	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
22°C pH=7	11	.008775	.0139294	.000	.0432
22°C pH=12	11	.007219	.0111319	.000	.0369
40°C pH=7	11	.007153	.0189889	.000	.0640
40°C pH=12	11	.006645	.0117351	.000	.0335



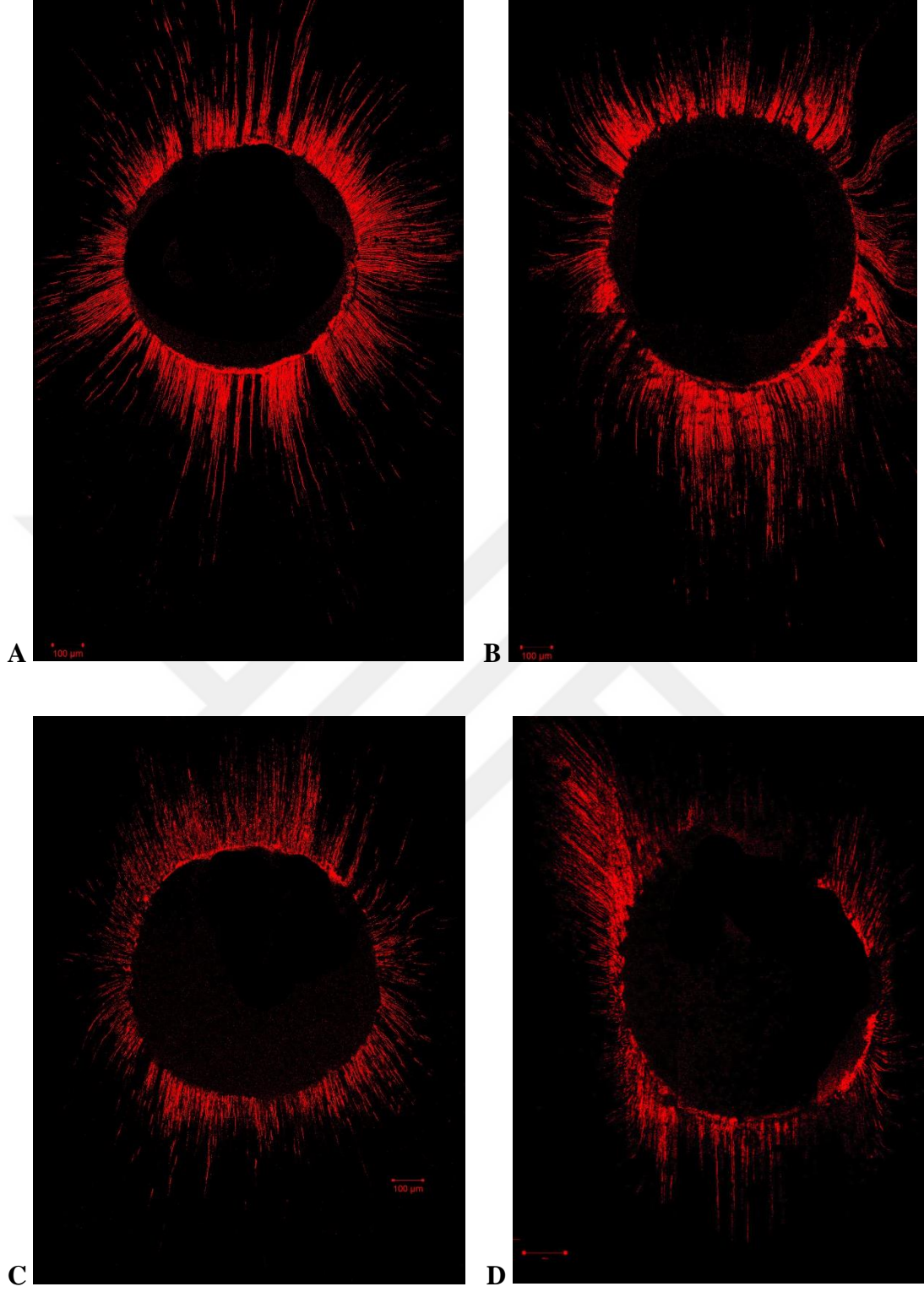
Grafik 4.2. Apikalden 2 mm. uzaklıktan alınan kesitlerin dentin tübül penetrasyon alanı grafiği.

Tablo 4.3. Apikalden 2 mm. ve 7 mm. uzaklıktaki toplam dentin tübül penetrasyonlarına ait değerler

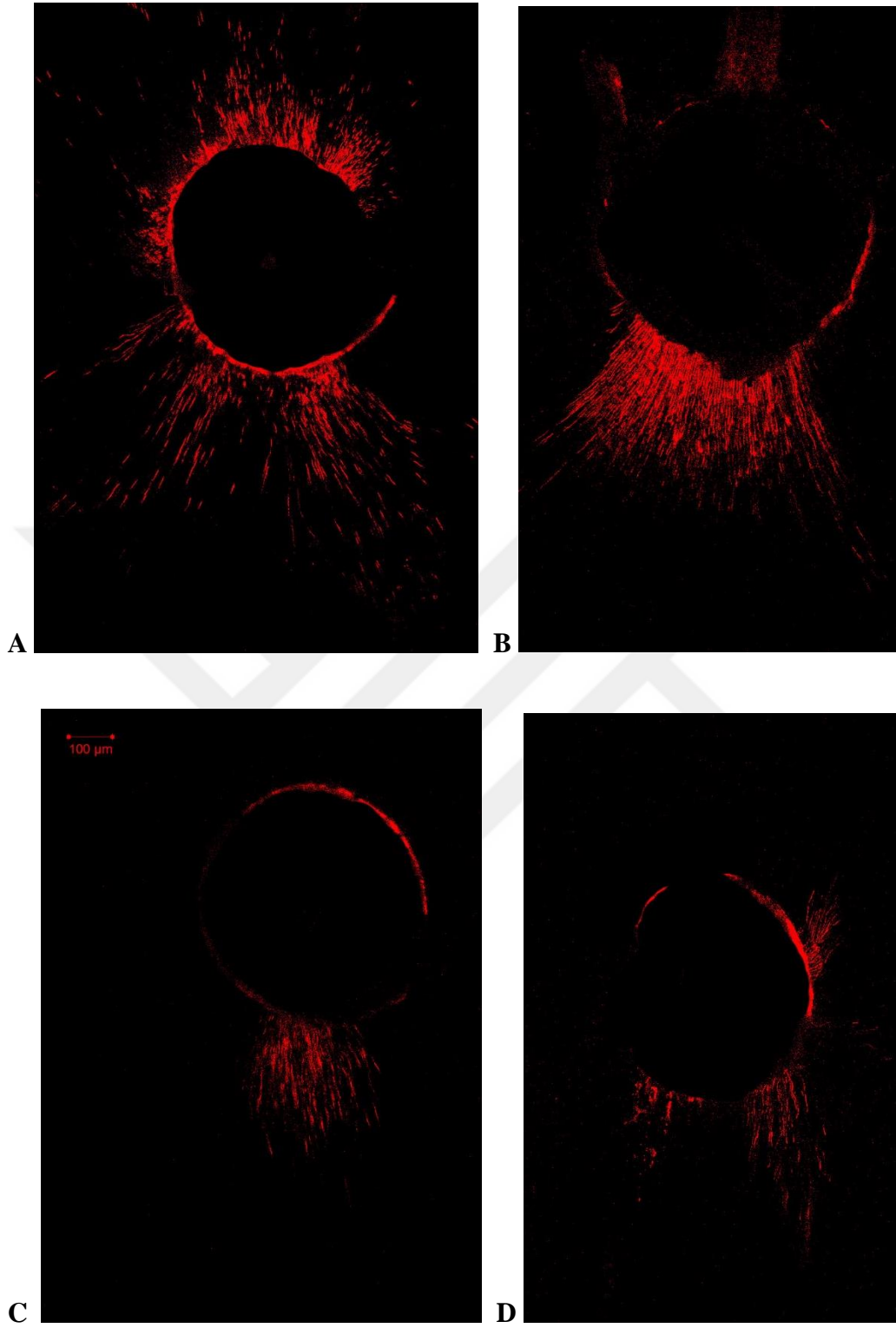
	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
7 mm	44	.107840	.0106077	.0100	.2273
2 mm	44	.007448	.0020806	.0000	.0640



Grafik 4.3. Apikalden 2 mm. ve 7 mm. uzaklıktaki toplam dentin tübül penetrasyon alanı grafiği



Şekil 4.1. CLSM ile görüntülenen dentin tübül penetrasyonları (7 mm) A; 22°C pH 7, B; 22°C pH 12, C; 40°C pH 7, D; 40°C pH 12.



Şekil 4.2. CLSM ile görüntülenen dentin tübül penetrasyonları (2 mm) A; 22°C pH 7, B; 22°C pH 12, C; 40°C pH 7, D; 40°C pH 12.

5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisi kemomekanik işlemler ile kanal sistemi içindeki pulpa artıklarının ve oluşan smear tabakasının uzaklaştırılmasının ardından kanalın üç boyutlu olarak hermetik bir şekilde doldurulmasını kapsar.^{143, 165} Şekillendirme esnasında oluşan smear tabakası dentin yüzeyini tamamiyle kaplar ve dentin permeabilitesini azaltarak kanal patının tübüllere penetrasyonunu engeller.^{29, 71}

Smear tabakası uzaklaştırılmış kök yüzeyinde, kanal patı dentin tübülleri içine penetre olur ve pat ile kök dentini arasında mekanik bir kilitlenme sağlanır.¹⁶⁶ Bakteriler, pulpal ve periapikal doku patolojilerinin ana sebebidir.¹⁶⁷ Aksesuar kanallar, isthmus, apikal delta ve dentin tübülleri içine penetre olan sealer, bakterileri tübüllerin içine gömerek beslenme yollarını keser ve yeniden çoğalmalarını önler. Aynı zamanda antibakteriyal özelliğinden dolayı yeniden enfeksiyon gelişmesini engeller.^{29, 50, 168}

Kök kanal patının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile irrigasyon solüsyonlarının uygulanma şekli penetrasyon derinliğine etki eder.^{28, 48, 169} Kimyasal, ultrasonik ve lazer gibi birçok teknik smear tabakasının uzaklaştırılması için kullanılmıştır; ancak hiçbiri kanal duvarlarından smear tabakasını tamamiyle uzaklaştırmayı başaramamıştır.^{61, 170, 171}

Kök kanal patının penetrasyonu son irrigasyonda kullanılan solüsyon ve uygulama yoluna göre değişmektedir. Dentinal tübüllerin içine penetre olan kanal patı, smear tabakasını ne kadar etkili kaldırdığımızın bir göstergesi olabilir.¹⁵⁷ Smear tabakası tarafından kapatılan dentin tübülleri içine kanal patının penetre olması mümkün değildir. EDTA son irrigasyon işlemlerinde altın standart olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda son irrigasyon solüsyonu olarak EDTA'nın farklı parametrelerde kanal patının penetrasyonuna etkisini değerlendirdik.

Dentinal bağlantı için gerekli olan yüzeyin ıslanabilirliği, dentinin yüzey özelliklerinin yanında solüsyonun yüzey gerilimiyle de ilişkilidir.¹³⁷ Yılmaz ve ark.¹⁴³

yaptıkları çalışmada EDTA'nın yüzey geriliminin sıcaklık ve pH ile değiştiğini göstermişlerdir. Biz de çalışmamızda, EDTA'nın farklı sıcaklık ve pH değerlerindeki etkinliğini değerlendirmeyi amaçladık.

Giardino ve ark.¹²³ ile Cameron ve ark.¹³⁵ düşük yüzey gerilimine sahip irrigasyon solüsyonlarının, enstrumante edilememiş alanlar ile dentinal tübüllere olan penetrasyonu arttıracaklarını ve kök kanal sisteminin bakteriyal kontaminasyonunu azaltacaklarını rapor etmişlerdir. Düşük konsantrasyonlarda hazırlanan ısıtılmış solüsyonların, stabiliteleri bozulmadan yüzey gerilimlerinin azalmasına bağlı olarak doku çözme kabiliyetleri de artmaktadır.¹³ Ayrıca literatürde, düşük ısıdaki yüksek konsantrasyonları ile karşılaştırıldığında, benzer etki göstermeleri ile birlikte daha az toksik bulunduğu görülmüştür.¹⁷² Bu nedenle, çalışmamızda EDTA'yı farklı sıcaklık değerlerinde kullanarak değerlendirdik.

Çalışmamızda sıcaklıklar 22°C ve 40°C olarak belirlendi. Çalışmalarda periodontal ligamente zarar verebilecek ısı artışının, normal vücut sıcaklığının (37°C) yaklaşık olarak 10°C üstüne çıkılması ile meydana gelebileceği rapor edilmiştir.^{173,174} Bu nedenle, EDTA'nın sıcaklık değerleri rutin kullanımı olan oda sıcaklığındaki 22°C ve literatüre de uygun olması açısından 40°C olarak belirlendi.

Isıtma işlemleri esnasında literatürden elde edilen bilgiler doğrultusunda iğnenin ucundan çıkan solüsyonunun 40°C olabilmesi için EDTA enjektör içinde 50°C'ye ısıtıldı. Hemptinne ve ark.¹⁷⁵ çalışmalarında ısıtılan solüsyonun 5°C ısı kaybının enjektör içinde gerçekleştiğini ayrıca sıvı enjektör içinden geçerken yine ısı kaybı meydana geldiğini belirtmişlerdir. Biz de enjektör ucundan çıkan sıvı sıcaklığının 40°C olduğunu doğrulayarak çalışmamızı uyguladık.

Yılmaz ve ark.¹⁴³ yaptıkları bir çalışmada ısı ve pH değişikliklerinin EDTA'nın fiziksel özelliklerinde farklılıklara neden olduğunu, 37°C'ye kadar ısıtılmış EDTA'nın,

azalmış yüzey gerilimine bağlı olarak daha iyi ıslatma yeteneğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. EDTA'nın yüzey gerilimini düşürmenin bir başka yolu da sürfaktan eklenmesidir.¹³⁹ Ancak yapılan çalışmalarda EDTA içine ilave edilen sürfaktanın smear tabakasını uzaklaştırmada normal hazırlanan EDTA ile benzer etkinlik gösterdiği belirtilmiştir.^{133, 176, 177} Bu nedenle çalışmamızda kullanılan EDTA solüsyonları içerisine sürfaktan ilavesi yapılmadı.

Çalışmamızda 40°C'ye kadar ısıtılmış EDTA gruplarında, sealer penetrasyonu gösteren alanların daha az olduğu görüldü ve sıfır hipotezimizin ısı ile ilgili kısmı reddedildi. EDTA'nın ısıtılması, yüzey gerilimini düşürmektedir; ancak Zhender ve ark.¹⁴¹, her bir şelasyon ajanının etkisini en iyi şekilde gösterebildiği bir sıcaklık aralığı olduğunu ve EDTA'nın 20°C'den 90°C'ye ısıtıldığında Ca⁺² bağlama oranının daha da azaldığını belirtmişlerdir. Biz de, çalışmamızda yüksek sıcaklıkta daha az sealer penetrasyon alanı gözlenmesinin sebebinin bu olabileceğini düşünmekteyiz.

EDTA solüsyonunun etkinliği pH 5 ile 6 arasında elde edilmektedir.¹⁴⁶ Piyasada hazır olarak satılan EDTA solüsyonlarının üzerinde genellikle pH değerleri belirtilmemektedir ancak çoğu 7,3'ün üzerinde bir pH değerine sahiptir.¹⁴⁸ Yüksek pH değerlerinde, Ca⁺² bağlanması sınırlandırıldığından dolayı hidroksiapatitin çözünmesini sağlayan hidroksil gruplarının aktivitesi azalır. Düşük veya nötral pH değerlerinde, bağlanan Ca⁺² oranı şelasyonun gerçekleşmesine ve hidroksiapatitin çözünmesini arttırmaya yöneliktir.^{147, 148} Serper ve ark.¹⁴⁸ pH değeri 7 olan EDTA'nın pH değeri 9 olana göre daha etkili olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda her iki sıcaklık değerinde de nötral pH değerine sahip grup yüksek pH değerine göre daha fazla penetrasyon alanı gösterdi ve sıfır hipotezimiz kısmi olarak doğrulandı. Bulgular Serper ve ark.larının çalışmaları ile uyumludur.

Nötral pH'daki EDTA solüsyonu, dentinin mineral ve kollagen olmayan komponentlerini (NCP) azaltır, bu durum yüzey yumuşamasına yol açar fakat yüzeydeki dentin tabakasında erozyona sebep olmaz.¹⁷⁸ Nötral pH'daki EDTA sadece kalsiyum iyonlarını değil, ayrıca suda çözünebilen NPC ve fosfoproteinleri de uzaklaştırabilir.¹⁷⁹ Bu yüzden sadece kalsiyum değil bunun yanında kalsiyuma bağlı kollajen olmayan protein parçaları da EDTA ile uzaklaştırılır. Çalışmamızda her iki sıcaklık değerinde de nötral pH'daki EDTA yüksek pH'a göre daha iyi penetrasyon derinliği göstermiştir. Kökün apikal kısmında meydana gelen daha düşük seviyedeki penetrasyon derinliği, kök dentinin apikal bölümünde azalan NPC miktarı ile de açıklanabilir.

Birçok kanal patı ve dolum tekniğini değerlendiren çalışmalarda birbiriyle uyumlu olarak kökün koronalinden apikaline doğru azalan penetrasyon alanları olduğu rapor edilmiştir.^{155, 164, 169, 180} Apikale doğru azalan penetrasyon alanlarının sebebi olarak koronal ve orta üçlüde dentin tübüllerinin sayısının fazla olması, tübül ağzlarının daha geniş olması, koronal ve orta üçlüye kök kanal dolumu esnasında sıkıştırma kuvvetinin daha fazla iletilmesi ve apikal kısmın daha skleroze ve mineralize olduğu gösterilmiştir.^{165,181} Ayrıca irrigasyon solüsyonunun apikal kısma iletilmesi zordur ve dentin bu bölgede daha az tübül yapısına sahiptir.^{92, 155, 182} Ayrıca EDTA'nın apikal bölüme doğru temizleme etkisinin azaldığı ve kökün koronal ve orta üçlüsünde temizleme etkinliğinin daha iyi olduğu belirtilmiştir.^{18(s.534)} Dişlerin apikalinden 2 ve 7 mm uzaklıktan 1mm kalınlığında kesitler aldığımız çalışmamızda apikal kısımda daha az penetrasyon derinliği gözlenmesinin sebebinin bunlar olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda kök kanallarının irrigasyonu, endodontik tedavide sıklıkla kullanılan konvansiyonel teknikle yapıldı. Daha önceki çalışmalarda, konvansiyonel irrigasyon tekniğinin koronal ve orta üçlüde yeterli dezenfeksiyon etkisi göstermesine rağmen apikal üçlüde daha az etkin olduğu belirtilmiştir.^{56, 183} İğne ile yapılan

konvansiyonel irrigasyonun başarısızlığı irrigasyon solüsyonunun çalışma boyuna iletilmesini engelleyen gaz kilit etkisi (vapor lock effect) ve iğnenin çalışma boyundan 2 mm kısa yerleştirilmesi gibi faktörlere bağlı olabileceği belirtilmiştir.¹⁸⁴ İğne ucunun çalışma boyundan 2 mm kısa yerleştirilmesiyle, irrigasyon solüsyonunun 1-1,5 mm derinliğe iletilebildiğini rapor eden çalışmaların yanı sıra,^{184, 185} 0-1.1 mm derinliğe iletilebildiğini gösteren çalışmalar da mevcuttur.¹⁸⁶ Solüsyonun yüzey gerilimi düşürülerek apikal kısımdaki penetrasyon derinliğini arttırmak istediğimiz çalışmamızda düşük penetrasyon derinliği gözlenmesinin diğer sebebinin de bu olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda tek kon tekniği uyguladık ve kalan boşlukları küçük boyuttaki konlar ile destekledik. Soğuk lateral kondansasyon kök kanallarının doldurulmasında kullanılan en temel tekniktir.¹⁸⁷ Ucuz, uygulaması kolay ve kontrollü olması gibi avantajları bulunmaktadır.¹⁸⁸ 50 hasta üzerinden iki yıllık takiple gerçekleştirilen bir çalışmada soğuk lateral kondansasyon tekniği %98,2 başarı göstermiştir.¹⁸⁷ Lateral kondansasyon, devamlı ısıyla obturasyon ve Thermafil gibi dolum tekniklerinin epoksi rezin içerikli kanal patlarının penetrasyonunda anlamlı bir fark oluşturmadığı gösterilmiştir.^{154, 189} Wu ve ark.¹⁹⁰ dolum tekniğinin kanal patının dağılımı üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında lateral kondansasyon uygulandığında koronal bölgede kanal patı ile örtülmüş alanın vertikal kondansasyon uygulamasına göre anlamlı derecede daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Kanal patının penetrasyonunun dolum tekniğinden bağımsız olduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır.^{161, 189}

Apikal preparasyonun çapı ve artmış alet taperı irrigasyon solüsyonunun kanal içindeki akışını ve kök kanalının temizlenme etkinliğini değiştirebilir.¹⁹¹ Literatürde, minimum apikal preparasyon boyutu ve çapıyla ilgili tam bir görüş birliği olmamasıyla birlikte, düz köklü kanallar için (kürvatür çapı 0°-10°), ISO 40/04 apikal preparasyon

boyutunun kanal içine irrigasyon solüsyonunu iletmek için yeterli olduğu bildirilmiştir.^{192, 193} Bu nedenle çalışmamızda dişlerin apikal preparasyon çapları bu boyuta yakın olarak ISO 40/.06'da bitirildi.

Literatürde penetrasyon alanının yanında maksimum penetrasyon derinliğini inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Kanal patının penetre olduğu alan, patın maksimum penetrasyon derinliğine göre klinik olarak daha anlamlı olduğu bildirilmiştir.¹⁵⁶ Seçilen dişlerin yaşı, maruz kaldığı okluzal kuvvetler dentin sklerozunu etkilediği için penetrasyon değerlerinde farklı sonuçlar alınabilir. Bu nedenle çalışmamızda yalnızca penetrasyon alanı değerlendirildi.

İncelediğimiz örneklerin bir kısmında, patların bukkal ve lingual yönlere daha fazla penetre olduğu, mesial ve distal yönlere daha az penetre olduğu gözlenmiştir. Weis ve ark.¹⁸⁹ yaptıkları çalışmada penetrasyon yönü açısından benzer bulgulara rastlamışlardır. Bunun sebebi olarak, mesial ve distal yönlerdeki intratübüler kalsifikasyonların bukkal ve lingual yönlerdekine göre daha fazla olması belirtilmiştir.¹⁹⁴ Yapılan bir çalışmada, cross-section kesitler alınmış ve mesial-distal yönde daha fazla sklerozis olduğu görülmüştür.¹⁹⁵ Sklerotik dentinin dağılımı ve miktarı kanal patının penetrasyonunu etkilemektedir. Sklerozisin fazla olduğu yönde dentinin daha translusent olduğu ve kelebek görüntüsü oluşturduğu gözlenmiştir. Buna "kelebek etkisi" denilmiştir.¹⁹⁶ Kelebek etkisi adı verilen bu görüntüler çoğunlukla tek köklü dişlerde gözlenir.^{195, 196}

Kanal patının dentin tübülleri içine penetrasyon alanı stereomikroskop, taramalı elektron mikroskobu ve lazer taramalı konfokal elektron mikroskop ile değerlendirilir.^{15, 29, 154, 164, 189, 197, 198} Bu yöntemlerin çeşitli avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Stereomikroskopun dezavantajı radiküler dentin ile kanal patının ayırt edilememesidir.⁴⁷ SEM dentin tübüllerinin ve patın yüksek kalitede görüntüsünü sağlar. İnsan dişleri

hidratedir ve taramalı elektron mikroskop altında inceleme yapılması için fırında kurutulması, alkol ile muamele edilmesi ve yüksek vakum uygulanması gerekmektedir. Bu örnek hazırlama aşamaları kanal patı da dahil olmak üzere madde kaybına sebep olmaktadır.¹⁵⁴ CLSM dentin, mine ve biyofilm içine lazer ışını ile yayılarak iki boyutlu görüntülerin alınmasını sağlar.¹⁹⁹ Özel bir işlem gerektirmez ve incelemeler normal çevre şartlarında yapılabildiğinden dolayı artefakt oluşma riski de azalmaktadır²⁰⁰ Ayrıca CLSM'de örnekler zarar görmediği için yeniden kullanılabilir.²⁰¹ SEM çalışmaları skorlama şeklinde yapılmaktadır. Bu da elde edilen verilerin subjektif olarak değerlendirilmesine neden olur.²⁰¹ Biz diğer tekniklerden daha üstün olması nedeniyle lazer taramalı konfokal mikroskop ile çalıştık.

CLSM'de görüntüler kanal patı ile karıştırılan Rhodamine B boyasının floresans özelliği ile elde edilir. Eklenen Rhodamine B boya, kanal patının fiziksel özelliklerinde değişikliğe neden olmaz.¹⁶⁴ Gharib ve ark.¹⁸⁰ çalışmalarında kullandıkları pata çeşitli konsantrasyonlarda Rhodamine B eklemiş ve %0.1'den daha yüksek konsantrasyonunun aşırı floresans görüntülere sebep olduğunu belirtmişlerdir. Biz de çalışmamızda %0.1 oranında Rhodamine B kullandık.

Çalışmamızda total penetrasyon alanını değerlendirmek için ImageJ programı kullanıldı. Bu program kullanıcının seçimlerine göre çalışır ve nesnelerin alanını ve piksel değerini yoğunluğuna göre hesaplayabilir.²⁰² Gharib ve ark.larının kullandıkları yöntem ise penetrasyon alanının ve kanal duvarlarının etrafından çizilen çizgilerin içindeki alanların hesaplanarak oranlanması şeklindedir.¹⁸⁰ Ancak bu yöntemde penetrasyon alanının yoğunluğu dikkate alınmadığından sonuçları etkileyebilir. Bu nedenle çalışmamızda dentinal tübülleri seçerek alan hesaplaması yapılmasına olanak sağlayan ImageJ programı kullanıldı.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

1. EDTA'nın fiziksel özelliklerindeki değişiklikler penetrasyon alanını etkiler.
2. Çalışmamızda EDTA'nın sıcaklık ve pH değerlerindeki değişimlere göre en yüksek penetrasyon alanı 22°C pH=7'de gözlemlendi.
3. EDTA'nın sıcaklığındaki artış kanal patının penetrasyon alanını olumsuz yönde etkilemektedir.
4. Her iki sıcaklık değerinde de nötral pH değerine sahip grup yüksek pH değerine göre daha fazla penetrasyon alanı gösterdi
5. Smear tabakasının kanal dolgusundan önce kaldırılması kanal patının tübüllere penetrasyonunu olumlu yönde etkiler.
6. Örneklerin hazırlanmasının kolay olması, düşük büyütmede geniş alanların gözlemlenebilmesi ve kanal patının dentin tübüllerinden net bir şekilde ayırt edilebilmesi sebebiyle konfokal mikroskop, endodontide umut verici bir görüntüleme yöntemi olarak görülmektedir.

Son irrigasyonun önemli bir parçası olan EDTA'nın pH değeri ve sıcaklığı klinik başarısını etkileyebilir. Bu nedenle hazır solüsyonların üzerinde pH değerlerinin belirtilmiş olmasına dikkat edilmelidir. pH değeri yüksek olan solüsyonların tamponlanarak nötral pH'a getirilmesinin ve oda sıcaklığında kullanılmasının uygun olacağını düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1983, 55: 307-312.
2. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of endodontics*, 2004, 30: 559-567.
3. Salzgeber RM, Brilliant JD. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *Journal of endodontics*, 1977, 3: 394-398.
4. Vassiliadis LP, Sklavounos SA, Stavrianos CK. Depth of penetration and appearance of Grossman sealer in the dentinal tubules: an in vivo study. *Journal of endodontics*, 1994, 20: 373-376.
5. Peters O, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International endodontic journal*, 2001, 34: 221-230.
6. de Paz LC. Redefining the persistent infection in root canals: possible role of biofilm communities. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 652-662.
7. Nair P, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit” endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2005, 99: 231-252.
8. Haapasalo M, Ørstavik D. In vitro infection and of dentinal tubules. *Journal of Dental Research*, 1987, 66: 1375-1379.
9. Ørstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Dental Traumatology*, 1990, 6: 142-149.

10. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *Journal of endodontics*, 1987, 13: 147-157.
11. Morgan LA, Baumgartner JC. Demineralization of resected root-ends with methylene blue dye. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 1997, 84: 74-78.
12. Östby B. Chelation in Root Canal Therapy: Ethylene Diamine Tetra-Acetic Acid for Cleansing and Widening Root Canals. *D. Abst*, 1957, 2: 489-490.
13. Çiçek E, Keskin Ö. The effect of the temperature changes of EDTA and MTAD on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopy study. *Scanning*, 2015, 37: 193-196.
14. Çalt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *Journal of endodontics*, 2002, 28: 17-19.
15. Mamootil K, Messer H. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *International endodontic journal*, 2007, 40: 873-881.
16. Çalışkan MK. *Endodontide tanı ve tedaviler*. Baskı. Nobel Tıp Kitabevleri, 2006.
17. Hargreaves KM, Berman LH. *Cohen's pathways of the pulp expert consult*. Baskı. Elsevier Health Sciences, 2015.
18. Alaçam T. *Endodonti*, Ankara. 2012.
19. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *Journal of endodontics*, 1975, 1: 238-242.
20. Pashley D. Smear layer: overview of structure and function. *Proceedings of the Finnish Dental Society. Suomen Hammaslaakariseuran toimituksia*, 1991, 88: 215-224.

21. Aguirre AM, El Deeb ME, Aguirre R. The effect of ultrasonics on sealer distribution and sealing of root canals. *Journal of endodontics*, 1997, 23: 759-764.
22. Wu L, Mu Y, Deng X, Zhang S, Zhou D. Comparison of the effect of four decalcifying agents combined with 60 C 3% sodium hypochlorite on smear layer removal. *Journal of endodontics*, 2012, 38: 381-384.
23. Scelza MFZ, Teixeira AM, Scelza P. Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2003, 95: 234-236.
24. Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of endodontics*, 1990, 16: 498-504.
25. Byström A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International endodontic journal*, 1985, 18: 35-40.
26. 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. *Journal of endodontics*, 1983, 9: 137-142.
27. Şen B, Wesselink P, Türkün M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *International endodontic journal*, 1995, 28: 141-148.
28. Okşan T, Aktener B, Şen B, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *International endodontic journal*, 1993, 26: 301-305.
29. Kokkas AB, Boutsoukis AC, Vassiliadis LP, Stavrianos CK. The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *Journal of endodontics*, 2004, 30: 100-102.

30. Sen B, Piskin B, Demirci T. Observation of bacteria and fungi in infected root canals and dentinal tubules by SEM. *Dental Traumatology*, 1995, 11: 6-9.
31. Berkiten M, Okar İ, Berkiten R. In vitro study of the penetration of *Streptococcus sanguis* and *Prevotella intermedia* strains into human dentinal tubules. *Journal of endodontics*, 2000, 26: 236-239.
32. Perez F, Rochd T, Lodter J-P, Calas P, Michel G. In vitro study of the penetration of three bacterial strains into root dentine. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1993, 76: 97-103.
33. Chailertvanitkul P, Saunders W, MacKenzie D. The effect of smear layer on microbial coronal leakage of gutta- percha root fillings. *International endodontic journal*, 1996, 29: 242-248.
34. Shahravan A, Haghdoost A-A, Adl A, Rahimi H, Shadifar F. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 96-105.
35. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International endodontic journal*, 2003, 36: 810-830.
36. Diamond A, Carrel R. The smear layer: a review of restorative progress. *The Journal of pedodontics*, 1983, 8: 219-226.
37. Wennber A, NIOM DØ. Adhesion of root canal sealers to bovine dentine and gutta- percha. *International endodontic journal*, 1990, 23: 13-19.
38. White RR, Goldman M, Lin PS. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. *Journal of endodontics*, 1987, 13: 369-374.

39. 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. *Journal of endodontics*, 1999, 25: 123-125.
40. Gettleman BH, Messer HH, ElDeeb ME. Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *Journal of endodontics*, 1991, 17: 15-20.
41. Brännström M. Smear layer: pathological and treatment considerations. *Operative dentistry. Supplement*, 1983, 3: 35-42.
42. Behrend G, Cutler CW, Gutmann J. An in- vitro study of smear layer removal and microbial leakage along root- canal fillings. *International endodontic journal*, 1996, 29: 99-107.
43. 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. *Journal of Dentistry*, 2003, 31: 275-281.
44. White RR, Goldman M, Lin PS. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *Journal of endodontics*, 1984, 10: 558-562.
45. Gençoğlu N, Samani S, Günday M. Dentinal wall adaptation of thermoplasticized gutta-percha in the absence or presence of smear layer: a scanning electron microscopic study. *Journal of endodontics*, 1993, 19: 558-562.
46. Pallares A, Faus V, Glickman G. The adaptation of mechanically softened gutta-percha to the canal walls in the presence or absence of smear layer: a scanning electron microscopic study. *International endodontic journal*, 1995, 28: 266-269.
47. Chandra SS, Shankar P, Indira R. Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal tubules: a confocal microscopic study. *Journal of endodontics*, 2012, 38: 1412-1416.

48. Guimarães BM, Amoroso-Silva PA, Alcalde MP, Marciano MA, de Andrade FB, Duarte MAH. Influence of ultrasonic activation of 4 root canal sealers on the filling quality. *Journal of endodontics*, 2014, 40: 964-968.
49. Bouillaguet S, Shaw L, Barthelemy J, Krejci I, Wataha J. Long- term sealing ability of pulp canal sealer, AH- Plus, GuttaFlow and epiphany. *International endodontic journal*, 2008, 41: 219-226.
50. Heling I, Chandler NP. The antimicrobial effect within dentinal tubules of four root canal sealers. *Journal of endodontics*, 1996, 22: 257-259.
51. Chugal NM, Clive JM, Spångberg LS. A prognostic model for assessment of the outcome of endodontic treatment: effect of biologic and diagnostic variables. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2001, 91: 342-352.
52. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*, 1974, 18: 269-296.
53. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 1216-1221.
54. Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng YL. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic topics*, 2005, 10: 103-122.
55. Parente J, Loushine R, Susin L, Gu L, Looney SW, Weller R, Pashley DH, Tay F. Root canal debridement using manual dynamic agitation or the EndoVac for final irrigation in a closed system and an open system. *International endodontic journal*, 2010, 43: 1001-1012.

56. Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. *Journal of endodontics*, 2004, 30: 110-112.
57. Zehnder M. Root canal irrigants. *Journal of endodontics*, 2006, 32: 389-398.
58. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic topics*, 2012, 27: 74-102.
59. Boutsoukis C, Kishen A. Fluid dynamics of syringe-based irrigation to optimise anti-biofilm efficacy in root-canal disinfection. *Roots: international magazine of endodontology*, 2012, 2012: 22-31.
60. Pataky L, Iványi I, Grigár Á, Fazekas Á. Antimicrobial efficacy of various root canal preparation techniques: an in vitro comparative study. *Journal of endodontics*, 2002, 28: 603-605.
61. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, Kim J, Shabahang S. A new solution for the removal of the smear layer. *Journal of endodontics*, 2003, 29: 170-175.
62. Mancini M, Armellin E, Casaglia A, Cerroni L, Cianconi L. A comparative study of smear layer removal and erosion in apical intraradicular dentine with three irrigating solutions: a scanning electron microscopy evaluation. *Journal of endodontics*, 2009, 35: 900-903.
63. Dai L, Khechen K, Khan S, Gillen B, Loushine BA, Wimmer CE, Gutmann JL, Pashley D, Tay FR. The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *Journal of endodontics*, 2011, 37: 80-84.
64. Lotfi M, Vosoughhosseini S, Saghiri MA, Zand V, Ranjkesh B, Ghasemi N. Effect of MTAD as a final rinse on removal of smear layer in ten-minute preparation time. *Journal of endodontics*, 2012, 38: 1391-1394.

65. Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *International endodontic journal*, 2012, 45: 363-371.
66. Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 1558-1562.
67. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *International dental journal*, 2008, 58: 329-341.
68. Senia ES, Marshall FJ, Rosen S. The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1971, 31: 96-103.
69. Dakin HD. On the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. *British medical journal*, 1915, 2: 318.
70. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian dental journal*, 2002, 13: 113-117.
71. Violich D, Chandler N. The smear layer in endodontics—a review. *International endodontic journal*, 2010, 43: 2-15.
72. Segura JJ, Jiménez-Rubio A, Guerrero JM, Calvo JR. Comparative effects of two endodontic irrigants, chlorhexidine digluconate and sodium hypochlorite, on macrophage adhesion to plastic surfaces. *Journal of endodontics*, 1999, 25: 243-246.
73. Eun HC, Lee AY, Lee YS. Sodium hypochlorite dermatitis. *Contact dermatitis*, 1984, 11: 45-45.

74. Habets J, Geursen- Reitsma A, Stolz E, Joost T. Sensitization to sodium hypochlorite causing hand dermatitis. *Contact dermatitis*, 1986, 15: 140-142.
75. Gomes B, Ferraz C, ME V, Berber V, Teixeira F, Souza- Filho F. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *International endodontic journal*, 2001, 34: 424-428.
76. Radcliffe C, Potouridou L, Qureshi R, Habahbeh N, Qualtrough A, Worthington H, Drucker D. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *International endodontic journal*, 2004, 37: 438-446.
77. Waltimo T, Ørstavik D, Siren E, Haapasalo M. In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *International endodontic journal*, 1999, 32: 421-429.
78. Wong DT, Cheung GS. Extension of bactericidal effect of sodium hypochlorite into dentinal tubules. *Journal of endodontics*, 2014, 40: 825-829.
79. Rôças IN, Siqueira JF. Identification of bacteria enduring endodontic treatment procedures by a combined Reverse Transcriptase–Polymerase Chain reaction and Reverse-Capture Checkerboard approach. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 45-52.
80. Zehnder M, Kosicki D, Luder H, Sener B, Waltimo T. Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2002, 94: 756-762.

81. Gernhardt C, Eppendorf K, Kozlowski A, Brandt M. Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. *International endodontic journal*, 2004, 37: 272-280.
82. de Sermeño RF, da Silva LAB, Herrera H, Herrera H, Silva RAB, Leonardo MR. Tissue damage after sodium hypochlorite extrusion during root canal treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2009, 108: e46-e49.
83. Spencer NC, Sunday JJ, Erifeta O, Georgina O, Agbor A, Esosa U, Jenevieve O. Comparative stabilizing effects of some anticoagulants on fasting blood glucose of diabetics and non-diabetics, determined by spectrophotometry (glucose oxidase). *Asian Journal of Medical Sciences*, 2011, 3: 234-236.
84. Çalt S, Serper A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *Journal of endodontics*, 1999, 25: 431-433.
85. Zhang K, Kim YK, Cadenaro M, Bryan TE, Sidow SJ, Loushine RJ, Ling J-q, Pashley DH, Tay FR. Effects of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite/ethylenediaminetetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 105-109.
86. Östby NB. Chelation in root canal therapy. *Ethylenediamine tetra-acetic acid for leasing and widening of root canals. Odont Tidskrift*, 1957, 65: 3-11.
87. Goldman M, Kronman JH, Goldman LB, Clausen H, Grady J. New method of irrigation during endodontic treatment. *Journal of endodontics*, 1976, 2: 257-260.
88. Niu W, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *International endodontic journal*, 2002, 35: 934-939.

89. Çalt S, Serper A. Smear layer removal by EGTA. *Journal of endodontics*, 2000, 26: 459-461.
90. Lim T, Wee T, Choi M, Koh W, Sae- Lim V. Light and scanning electron microscopic evaluation of Glyde™ File Prep in smear layer removal. *International endodontic journal*, 2003, 36: 336-343.
91. Krell KV, Johnson RJ, Madison S. Irrigation patterns during ultrasonic canal instrumentation. Part I. K-type files. *Journal of endodontics*, 1988, 14: 65-68.
92. Mjör I, Smith M, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *International endodontic journal*, 2001, 34: 346-353.
93. 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 Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1963, 16: 83-103.
94. Sen BH, Akdeniz BG, Denizci AA. The effect of ethylenediamine-tetraacetic acid on *Candida albicans*. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2000, 90: 651-655.
95. Pawlicka H. [The use of chelating agents for widening of the root canals. Determination of microhardness]. *Stomatologie der DDR*, 1982, 32: 355-361.
96. Guignes P, Faure J, Maurette A. Relationship between endodontic preparations and human dentin permeability measured in situ. *Journal of endodontics*, 1996, 22: 60-67.
97. Goldberg F, Massone JE, Spielberg C. Effect of irrigation solutions on the filling of lateral root canals. *Dental Traumatology*, 1986, 2: 65-66.
98. Goldberg F, Abramovich A. Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. *Journal of endodontics*, 1977, 3: 101-105.

99. Hottel TL, El-Refai NY, Jones JJ. A comparison of the effects of three chelating agents on the root canals of extracted human teeth. *Journal of endodontics*, 1999, 25: 716-717.
100. Hampson E, Atkinson AM. The relation between drugs used in root canal therapy and the permeability of the dentine. *Br Dent J*, 1964, 116: 546-550.
101. Neelakantan P, Sharma S, Shemesh H, Wesselink PR. Influence of irrigation sequence on the adhesion of root canal sealers to dentin: a fourier transform infrared spectroscopy and push-out bond strength analysis. *Journal of endodontics*, 2015, 41: 1108-1111.
102. Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao C, De- Deus G, Zehnder M. The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push- out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. *International endodontic journal*, 2011, 44: 491-498.
103. MASILLAMONI CR, Kettering J, Torabinejad M. The biocompatibility of some root canal medicaments and irrigants. *International endodontic journal*, 1981, 14: 115-120.
104. Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *International endodontic journal*, 2003, 36: 411-415.
105. Malkhassian G, Manzur AJ, Legner M, Fillery ED, Manek S, Basrani BR, Friedman S. Antibacterial efficacy of MTAD final rinse and two percent chlorhexidine gel medication in teeth with apical periodontitis: a randomized double-blinded clinical trial. *Journal of endodontics*, 2009, 35: 1483-1490.
106. Mohammadi Z, Abbott P. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *International endodontic journal*, 2009, 42: 288-302.

107. Greenstein G, Berman C, Jaffin R. Chlorhexidine: an adjunct to periodontal therapy. *Journal of periodontology*, 1986, 57: 370-377.
108. Ohara P, Torabinejad M, Kettering J. Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *Dental Traumatology*, 1993, 9: 95-100.
109. Basrani B. Chlorhexidine gluconate. *Australian Endodontic Journal*, 2005, 31: 48-52.
110. Siqueira JF, Rôças IN, Santos SR, Lima KC, Magalhães FA, de Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *Journal of endodontics*, 2002, 28: 181-184.
111. Lima KC, Fava LR, Siqueira JF. Susceptibilities of *Enterococcus faecalis* biofilms to some antimicrobial medications. *Journal of endodontics*, 2001, 27: 616-619.
112. Garvey L, Roed- Petersen J, Husum B. Anaphylactic reactions in anaesthetised patients—four cases of chlorhexidine allergy. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 2001, 45: 1290-1294.
113. Machado- Silveiro L, González- López S, González- Rodríguez M. Decalcification of root canal dentine by citric acid, EDTA and sodium citrate. *International endodontic journal*, 2004, 37: 365-369.
114. Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP. The effectiveness of different acid irrigating solutions in root canal cleaning after hand and rotary instrumentation. *Journal of endodontics*, 2006, 32: 993-997.
115. Ballal NV, Kundabala M, Bhat S, Rao N, Rao BS. A comparative in vitro evaluation of cytotoxic effects of EDTA and maleic acid: root canal irrigants. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2009, 108: 633-638.

116. Ferrer-Luque CM, Arias-Moliz MT, González-Rodríguez MP, Baca P. Antimicrobial activity of maleic acid and combinations of cetrimide with chelating agents against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 1673-1675.
117. Ballal NV, Kandian S, Mala K, Bhat KS, Acharya S. Comparison of the efficacy of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid in smear layer removal from instrumented human root canal: a scanning electron microscopic study. *Journal of endodontics*, 2009, 35: 1573-1576.
118. 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. *Journal of endodontics*, 2003, 29: 233-239.
119. De-Deus G, Reis C, Fidel S, Fidel R, Paciornik S. Dentin demineralization when subjected to BioPure MTAD: a longitudinal and quantitative assessment. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 1364-1368.
120. Ghoddusi J, Rohani A, Rashed T, Ghaziani P, Akbari M. An evaluation of microbial leakage after using MTAD as a final irrigation. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 173-176.
121. Tay FR, Hiraishi N, Schuster GS, Pashley DH, Loushine RJ, Ounsi HF, Grandini S, Yau JY, Mazzoni A, Donnelly A. Reduction in antimicrobial substantivity of MTAD after initial sodium hypochlorite irrigation. *Journal of endodontics*, 2006, 32: 970-975.
122. Chandra S, Krishna G. Grossman's Endodontic Practice, 12th Edition, India, published by Wolters Kluwer, 2011.

123. Giardino L, Ambu E, Becce C, Rimondini L, Morra M. Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *Journal of endodontics*, 2006, 32: 1091-1093.
124. Giardino L, Ambu E, Savoldi E, Rimondini R, Cassanelli C, Debbia EA. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, MTAD, and Tetraclean against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 852-855.
125. Block SS. Peroxygen compounds. *Disinfection, sterilization, and preservation*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001: 185-204.
126. Heling I, Chandler N. Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *International endodontic journal*, 1998, 31: 8-14.
127. Önçağ Ö, Hoşgör M, Hilmioğlu S, Zekioğlu O, Eronat C, Burhanoğlu D. Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants. *International endodontic journal*, 2003, 36: 423-432.
128. Türkün M. Indogine comparative degli omparative degli effetti antibatterici di differenti soluzioni per l'irrigazione canalare Giornale Italiano di Endodonzia 13, 141-5, 1999.
129. Türkün M. Setremit içeren klorheksidin glukonat ve sodyum hipokloritin kanal temizleyici aktivitelerinin karşılaştırılması. EÜ Diş Hek. Fak. Dergisi 22, 23-8, 2001.
130. Arslan D, Guneser MB, Dincer AN, Kustarci A, Er K, Siso SH. Comparison of Smear Layer Removal Ability of QMix with Different Activation Techniques. *Journal of endodontics*, 2016.
131. Taşman F, Çehreli ZC, Oğan C, Etikan İ. Surface tension of root canal irrigants. *Journal of endodontics*, 2000, 26: 586-587.

132. Abou-Rass M, Patonai FJ. The effects of decreasing surface tension on the flow of irrigating solutions in narrow root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1982, 53: 524-526.
133. Zehnder M, Schicht O, Sener B, Schmidlin P. Reducing surface tension in endodontic chelator solutions has no effect on their ability to remove calcium from instrumented root canals. *Journal of endodontics*, 2005, 31: 590-592.
134. Pécora JD, Guimarães LF, Savioli RN. Surface tension of several drugs used in endodontics. *Braz Dent J*, 1991, 2: 123-127.
135. Cameron JA. The effect of a fluorocarbon surfactant on the surface tension of the endodontic irrigant, sodium hypochlorite. *Australian dental journal*, 1986, 31: 364-368.
136. Eick J, Johnson L, Fromer J, Good R, Neumann A. Surface topography: its influence on wetting and adhesion in a dental adhesive system. *Journal of Dental Research*, 1972, 51: 780-788.
137. Erickson R. Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper Dent*, 1992: 81-94.
138. Hu X, Ling J, Gao Y. Effects of irrigation solutions on dentin wettability and roughness. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 1064-1067.
139. Yılmaz Z, Basbag B, Buzoglu HD, Gümüşderelioglu M. Effect of low-surface-tension EDTA solutions on the wettability of root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2011, 111: 109-114.
140. De-Deus G, Namen F, Galan J, Zehnder M. Soft chelating irrigation protocol optimizes bonding quality of Resilon/Epiphany root fillings. *Journal of endodontics*, 2008, 34: 703-705.

141. Lui J-N, Kuah H-G, Chen N-N. Effect of EDTA with and without surfactants or ultrasonics on removal of smear layer. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 472-475.
142. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. Chelation in root canal therapy reconsidered. *Journal of endodontics*, 2005, 31: 817-820.
143. Yilmaz Z, Aktemur S, Buzoglu HD, Gümüşderelioglu M. The effect of temperature and pH variations on the surface tension of EDTA solutions. *Journal of endodontics*, 2011, 37: 825-827.
144. UzUnoglu E, Turker SA, KArAhAn S. The Effect of Increased Temperatures of QMix and EDTA on the Push-out Bond Strength of an Epoxy-resin Based Sealer. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 2015, 9: ZC98.
145. ZEHNDER M, PAQUÉ F. Disinfection of the root canal system during root canal re- treatment. *Endodontic topics*, 2008, 19: 58-73.
146. Cury JA, Bragotto C, Valdrighi L. The demineralizing efficiency of EDTA solutions on dentin: I. Influence of pH. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1981, 52: 446-448.
147. Perez VC, Cardenas MEM, Planells US. The possible role of pH changes during EDTA demineralization of teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1989, 68: 220-222.
148. Serper A, Çalt S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *Journal of endodontics*, 2002, 28: 501-502.
149. Trowbridge HO, Kim S. Pulp development, structure and function. İçinde: *Pathways of the pulp*, Mosby St. Louis, 1994: 296-336.
150. Ari H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *Journal of endodontics*, 2004, 30: 792-795.

151. Daghustani M, Alhammadi A, Merdad K, Ohlin J, Erhardt F, Ahlquist M. Comparison between high concentration EDTA (24%) and low concentration EDTA (3%) with surfactant upon removal of smear layer after rotary instrumentation: a SEM study. *Swedish dental journal*, 2010, 35: 9-15.
152. Nakashima K, Terata R. Effect of pH modified EDTA solution to the properties of dentin. *Journal of endodontics*, 2005, 31: 47-49.
153. Kaya S, Yiğit-Özer S, Adigüzel Ö. Evaluation of radicular dentin erosion and smear layer removal capacity of Self-Adjusting File using different concentrations of sodium hypochlorite as an initial irrigant. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2011, 112: 524-530.
154. Deus GA, Gurgel- Filho ED, Maniglia- Ferreira C, Coulinho- Filho T. The influence of filling technique on depth of tubule penetration by root canal sealer: a study using light microscopy and digital image processing. *Australian Endodontic Journal*, 2004, 30: 23-28.
155. Tuncer AK, Tuncer S. Effect of different final irrigation solutions on dentinal tubule penetration depth and percentage of root canal sealer. *Journal of endodontics*, 2012, 38: 860-863.
156. Bolles JA, He J, Svoboda KK, Schneiderman E, Glickman GN. Comparison of Vibringe, EndoActivator, and needle irrigation on sealer penetration in extracted human teeth. *Journal of endodontics*, 2013, 39: 708-711.
157. Jardine AP, Da Rosa RA, Santini MF, Wagner M, Só MVR, Kuga MC, Pereira JR, Kopper PMP. The effect of final irrigation on the penetrability of an epoxy resin-based sealer into dentinal tubules: a confocal microscopy study. *Clinical oral investigations*, 2016, 20: 117-123.

158. Pawley J. Handbook of biological confocal microscopy: Springer Science & Business Media, 2010.
159. Cremer C, Cremer T. Considerations on a laser-scanning-microscope with high resolution and depth of field. *Microscopica acta*, 1974: 31-44.
160. Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Araştırma Merkezi. LASER SCANNING CONFOCAL MICROSCOPY. <http://daytam.atauni.edu.tr/cihaz/lazer-taramali-konfokal-mikroskop>. 10 Eylül 2016.
161. Kok D, Duarte MAH, Da Rosa RA, Wagner MH, Pereira JR, Só MVR. Evaluation of epoxy resin sealer after three root canal filling techniques by confocal laser scanning microscopy. *Microscopy research and technique*, 2012, 75: 1277-1280.
162. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. *Journal of endodontics*, 2008, 34: 1370-1373.
163. Paulo HD, Pereira JC, Svizero NR, Rueggeberg FA, Pashley DH. Use of fluorescent compounds in assessing bonded resin-based restorations: a literature review. *Journal of Dentistry*, 2006, 34: 623-634.
164. Patel D, Sherriff M, Ford T, Watson T, Mannocci F. The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: a confocal microscopic study. *International endodontic journal*, 2007, 40: 67-71.
165. Kuçi A, Alaçam T, Yavaş Ö, Ergül-Ulger Z, Kayaoglu G. Sealer penetration into dentinal tubules in the presence or absence of smear layer: A confocal laser scanning microscopic study. *Journal of endodontics*, 2014, 40: 1627-1631.
166. Haragushiku GA, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT, Alfredo E, Silva SC, Silva RG. Adhesion of endodontic sealers to human root dentine submitted to different surface treatments. *Photomedicine and laser surgery*, 2010, 28: 405-410.

167. Kakehashi S, Stanley H, Fitzgerald R. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1965, 20: 340-349.
168. Ørstavik D, Ford TRP. *Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis*. Baskı. Blackwell Science Oxford, 1998.
169. Moon Y-M, Kim H-C, Bae K-S, Baek S-H, Shon W-J, Lee W. Effect of laser-activated irrigation of 1320-nanometer Nd: YAG laser on sealer penetration in curved root canals. *Journal of endodontics*, 2012, 38: 531-535.
170. 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. *International endodontic journal*, 1989, 22: 21-28.
171. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2002, 94: 658-666.
172. Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *Journal of endodontics*, 2005, 31: 669-671.
173. Eriksson A, Albrektsson T, Grane B, McQueen D. Thermal injury to bone: a vital-microscopic description of heat effects. *International journal of oral surgery*, 1982, 11: 115-121.
174. Eriksson A, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. *The Journal of prosthetic dentistry*, 1983, 50: 101-107.
175. de Hemptinne F, Slaus G, Vandendael M, Jacquet W, De Moor RJ, Bottenberg P. In vivo intracanal temperature evolution during endodontic treatment after the

- injection of room temperature or preheated sodium hypochlorite. *Journal of endodontics*, 2015, 41: 1112-1115.
176. Sayin TC, Serper A, Cehreli ZC, Kalayci S. Calcium loss from root canal dentin following EDTA, EGTA, EDTAC, and tetracycline-HCl treatment with or without subsequent NaOCl irrigation. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 581-584.
177. Scelza MFZ, Antoniazzi JH, Scelza P. Efficacy of final irrigation—a scanning electron microscopic evaluation. *Journal of endodontics*, 2000, 26: 355-358.
178. Verdelis K, Ellades G, Ovlr T, Margelos J. Effect of chelating agents on the molecular composition and extent of decalcification at cervical, middle and apical root dentin locations. *Dental Traumatology*, 1999, 15: 164-170.
179. Kuboki Y, Fujisawa R, Aoyama K, Sasaki S. Calcium-specific precipitation of dentin phosphoprotein: a new method of purification and the significance for the mechanism of calcification. *Journal of Dental Research*, 1979, 58: 1926-1932.
180. Gharib SR, Tordik PA, Imamura GM, Baginski TA, Goodell GG. A confocal laser scanning microscope investigation of the epiphany obturation system. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 957-961.
181. Vasiliadis L, Darling A, Levers B. The histology of sclerotic human root dentine. *Archives of Oral Biology*, 1983, 28: 693-700.
182. Carrigan PJ, Morse DR, Furst ML, Sinai IH. A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. *Journal of endodontics*, 1984, 10: 359-363.
183. Nielsen BA, Baumgartner JC. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *Journal of endodontics*, 2007, 33: 611-615.
184. Tay FR, Gu L-s, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, Zhang K, Arun SN, Kim J, Looney SW, Pashley DH. Effect of vapor lock on root canal debridement by using

- a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 745-750.
185. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E. Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: a computational fluid dynamics study. *International endodontic journal*, 2009, 42: 144-155.
186. Munoz HR, Camacho-Cuadra K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *Journal of endodontics*, 2012, 38: 445-448.
187. Demirci GK, Çalışkan MK. A Prospective Randomized Comparative Study of Cold Lateral Condensation Versus Core/Gutta-percha in Teeth with Periapical Lesions. *Journal of endodontics*, 2016, 42: 206-210.
188. Levitan ME, Himel VT, Luckey JB. The effect of insertion rates on fill length and adaptation of a thermoplasticized gutta-percha technique. *Journal of endodontics*, 2003, 29: 505-508.
189. Weis MV, Parashos P, Messer H. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *International endodontic journal*, 2004, 37: 653-663.
190. Wu MK, Özok A, Wesselink P. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. *International endodontic journal*, 2000, 33: 340-345.
191. Tuncer AK, Ünal B. Comparison of sealer penetration using the EndoVac irrigation system and conventional needle root canal irrigation. *Journal of endodontics*, 2014, 40: 613-617.
192. de Gregorio C, Arias A, Navarrete N, Del Rio V, Oltra E, Cohenca N. Effect of apical size and taper on volume of irrigant delivered at working length with apical

- negative pressure at different root curvatures. *Journal of endodontics*, 2013, 39: 119-124.
193. Brunson M, Heilborn C, Johnson DJ, Cohenca N. Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 721-724.
194. Paqué F, Luder H, Sener B, Zehnder M. Tubular sclerosis rather than the smear layer impedes dye penetration into the dentine of endodontically instrumented root canals. *International endodontic journal*, 2006, 39: 18-25.
195. Vasiliadis L, Darling A, Levers B. The amount and distribution of sclerotic human root dentine. *Archives of Oral Biology*, 1983, 28: 645-649.
196. Russell AA, Chandler NP, Hauman C, Siddiqui AY, Tompkins GR. The butterfly effect: an investigation of sectioned roots. *Journal of endodontics*, 2013, 39: 208-210.
197. Moon Y-M, Shon W-J, Baek S-H, Bae K-S, Kum K-Y, Lee W. Effect of final irrigation regimen on sealer penetration in curved root canals. *Journal of endodontics*, 2010, 36: 732-736.
198. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Graeff MS, del Carpio Perochena A, Vivian RR, Camargo EJ, Garcia RB, Bernardineli N, Gutmann JL, de Moraes IG. Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2009, 108: 450-457.
199. Kagayama M, Sasano Y, Sato H, Kamakura S, Motegi K, Mizoguchi I. Confocal microscopy of dentinal tubules in human tooth stained with alizarin red. *Anatomy and embryology*, 1999, 199: 233-238.

200. Bitter K, Paris S, Martus P, Schartner R, Kielbassa A. A confocal laser scanning microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. *International endodontic journal*, 2004, 37: 840-848.
201. De- Deus G, Brandão M, Leal F, Reis C, Souza E, Luna A, Paciornik S, Fidel S. Lack of correlation between sealer penetration into dentinal tubules and sealability in nonbonded root fillings. *International endodontic journal*, 2012, 45: 642-651.
202. Akcay M, Arslan D, Durmus N, Mese M, Capar I. Dentinal Tubule Penetration of AH Plus, iRoot SP, MTA Fillapex, and GuttaFlow Bioseal Root Canal Sealers After Different Final Irrigation Procedures: A Confocal Microscopic Study. *Lasers in Surgery and Medicine*, 2016, 48:70–76.

EKLER

EK 1. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler
Adı Soyadı: Meltem SÜMBÜLLÜ
Doğum tarihi: 12.07.1989
Doğum yeri: İzmit
Medeni hali: Evli
Uyruğu: T.C.
Adres: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, 25240 ERZURUM
Tel: 0442 231 17 46
Faks: 0442 236 09 45
E-mail: meltem_endo@hotmail.com
Eğitim
Lise: Kocaeli Anadolu Lisesi (2003-2007)
Lisans: Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2007 - 2012)
Uzmanlık: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı (2013 - Devam ediyor)
Yabancı Dil Bilgisi
İngilizce: 61,25 (ÜDS, İlkbahar 2012)
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar
İlgi Alanları ve Hobiler

EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU




T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Oturum Tarihi: 20.07.2016

Oturum Sayısı: 09/2016


KARAR

SORUMLU ARAŞTIRMACI	Prof. Dr. K. Meltem ÇOLAK TOPÇU
Araştırmanın Açık Adı	Son Yıkama Solüsyonu Olarak Farklı Sıcaklık ve pH Değerlerinde EDTA Kullanımının Sealer Penetrasyonuna Etkisinin Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop İle İncelenmesi
Karar No	55.
Alınan Karar	Prof. Dr. K. Meltem ÇOLAK TOPÇU'nun danışmanlığında Arş. Gör. Dt. Meltem SÜMBÜLLÜ'nün yürüteceği " Son Yıkama Solüsyonu Olarak Farklı Sıcaklık ve pH Değerlerinde EDTA Kullanımının Sealer Penetrasyonuna Etkisinin Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop İle İncelenmesi " konulu uzmanlık tezi çalışmasının, Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan 19 Ağustos 2011 tarih ve 28030 sayılı "Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmelik" hükümlerine bağlı kalınarak yapılmak şartıyla kabul edilmesinde bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına oybirliği ile karar verildi.


Prof. Dr. Abubekir HARORLI

Etik Kurul Başkanı


Prof. Dr. Nuran YANIKOĞLU


Prof. Dr. Yusuf Ziya BAYINDIR

Prof. Dr. Kezban Meltem ÇOLAK TOPÇU
KATILMADI

Yrd. Doç. Dr. Ali KİKİ
