



**SONİK AKTİVASYONLA BİRLİKTE ETİLENDİAMİN TETRAASETİK
ASİT, FİTİK ASİT VE N-ASETİLSİSTEİN KULLANIMININ KÖK
KANALLARINDAN KALSİYUM HİDROKSİT UZAKLAŞTIRMA
ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: MİKRO-BT ÇALIŞMASI**

Ahmet TEKDEMİR

**UZMANLIK TEZİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

ARALIK 2022

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dökümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ahmet TEKDEMİR

26/12/2022

SONİK AKTİVASYONLA BİRLİKTE ETİLENDİAMİN TETRAASETİK ASİT, FİTİK
ASİT VE N-ASETİLSİSTEİN KULLANIMININ KÖK KANALLARINDAN
KALSİYUM HİDROKSİT UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ: MİKRO-BT ÇALIŞMASI

(Uzmanlık Tezi)

Ahmet TEKDEMİR

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Aralık 2022

ÖZET

Bu çalışmanın amacı etilendiamin tetraasetik asitin (EDTA), fitik asitin (IP6) ve N-asetilsisteinin (NAC) sonik aktivasyon kullanılarak, kalsiyum hidroksitin $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kök kanallarından uzaklaştırma etkinliklerinin mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT) analiziyle karşılaştırılmasıdır. Çalışmada 32 adet çekilmiş alt birinci küçük azı insan dişi kullanıldı. Dişler, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin kök kanallarından uzaklaştırılmasında kullanılacak şelasyon ajanlarına göre rastgele 4 gruba ayrıldı ($n=8$). Kök kanalları ProTaper döner alet sistemi ile X5'e kadar şekillendirildi. Örnekler preparasyon sonrası Mikro-BT cihazı ile tarandı. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ patı, şırınga sisteminin (SURE-Paste), lentulo spiral ile kombine kullanımıyla kök kanallarına iletilti. Tüm dişler, dolum hacminin belirlenmesi için Mikro-BT cihazı ile tarandı. $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 7 gün sonra kök kanallarından uzaklaştırıldı. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin uzaklaştırılmasında, birinci grupta EDTA ile şırınga irrigasyonu, diğer gruplarda sırasıyla EDTA, IP6 ve NAC sonik aktivasyonla kullanıldı. Dişler, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kalıntılarının hacmini ve yüzdesini hesaplamak için mikro-BT cihazı ile tarandı. Veriler, tek yönlü ANOVA ve Duncan testleri ile istatistiksel olarak analiz edildi. Anlamlılık düzeyi 0,05 olarak belirlendi. Şelasyon ajanlarının ve irrigasyon tekniklerinin hiçbiri $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'yi tamamen uzaklaştıramadı. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin kalan hacminin yüzdesi, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli ölçüde farklıydı ($p<0,05$). EDTA'nın şırınga irrigasyonu ile kullanıldığı grup, diğer gruplara göre daha yüksek artık $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hacim değerlerine sahipti ($p<0,05$). EDTA, IP6 ve NAC'nin sonik aktivasyon ile kullanılması kalan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yüzdesini önemli ölçüde etkilemedi ($p>0,05$). Sonik aktivasyonla birlikte kullanılan gruplar (EDTA, IP6, NAC) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. ($p<0,05$). Her üç şelasyon ajanının $\text{Ca}(\text{OH})_2$ uzaklaştırma etkinlikleri benzerdi. Kök kanallarından $\text{Ca}(\text{OH})_2$ uzaklaştırmada sonik aktivasyonla birlikte IP6 ve NAC, EDTA'ya alternatif olarak kullanılabilir.

Bilim Kodu : 10101.04
Anahtar Kelimeler : EDTA, fitik asit, Mikro-BT, N-asetilsistein
Sayfa Adedi : 88
Danışman : Prof. Dr. Bağdagül HELVACIOĞLU KIVANÇ

EVALUATION OF CALCIUM HYDROXIDE REMOVAL EFFICIENCY FROM ROOT
CANALS USING ETHYLENEDIAMINETETRAACETIC ACID, PHYTIC ACID AND
N-ACETYLCYSTEINE WITH SONIC ACTIVATION: A MICRO-CT STUDY

(Speciality Thesis)

Ahmet TEKDEMİR

GAZI UNIVERSITY

FACULTY OF DENTISTRY

December 2022

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the efficacy of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), phytic acid (IP6) and N-acetylcysteine (NAC) with sonic activation on the removal efficiency of calcium hydroxide (Ca(OH)_2) from root canals with micro computed tomography (Micro-CT) analysis. 32 extracted human mandibular first premolars were used in this study. The teeth were randomly divided into 4 groups based on the chelating agents to be used in the removal of Ca(OH)_2 from the root canals ($n=8$). The root canals prepared with the ProTaper rotary system up to X5. The specimens were scanned using Micro-CT after preparation. Ca(OH)_2 paste was delivered into root canals using syringe system (SURE-Paste) combined with lentulo spiral. All teeth were scanned using Micro-CT to determine the filling volume. After 7 days, Ca(OH)_2 was removed from the root canals. EDTA was used with syringe irrigation at first group while EDTA, IP6 and NAC were used with sonic activation at other groups respectively to remove Ca(OH)_2 . Teeth were scanned using micro-CT to calculate the volume and the percentage of Ca(OH)_2 remnants. Data were analyzed statistically by one-way ANOVA and Duncan's tests. Significance level was determined as 0.05. None of the chelating agents and irrigation techniques completely removed Ca(OH)_2 . The percentage of the remnant volume of the Ca(OH)_2 was significantly different between the groups ($p<0.05$). EDTA with syringe irrigation group had higher Ca(OH)_2 remnant volume values compared to other groups ($p<0.05$). The use of the EDTA, IP6 and NAC with sonic activation did not significantly effect the percentage of remaining Ca(OH)_2 ($p>0.05$). The difference between the groups (EDTA, IP6, NAC) with sonic activation were not significant ($p>0.05$). The Ca(OH)_2 removal efficiencies of all three chelating agents were similar. IP6 and NAC can be used as alternatives to EDTA for Ca(OH)_2 removal from the root canals with sonic activation.

Science Code : 10101.04

Key Words : EDTA, Micro-CT, N-acetyl-cysteine, phytic acid

Page Number : 88

Supervisor : Prof. Dr. Bağdagül HELVACIOĞLU KIVANÇ

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca her zaman yanımda olan, bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren, öğrencisi olmaktan onur duyduğum değerli hocam Prof. Dr. Bağdagül HELVACIOĞLU KIVANÇ'a

Klinikte her zaman ve her koşulda tüm desteğiyle yanımda duran, uzmanlık eğitimimde sonsuz emeği olan, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli hocam ve ablam Doç. Dr. Mügem Aslı EKİCİ'ye, birlikte çalışmaktan ve klinikteki sohbetlerimizden çok keyif aldığım, değerli hocam Prof. Dr. Güven KAYAOĞLU'na, başta Ana Bilim Dalı Başkanı'mız Prof. Dr. Özgür TOPUZ olmak üzere tüm öğretim üyesi hocalarıma,

Tez çalışmamın deney aşamalarında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Berkan ÇELİKTEN'e

İlk günden beri en zor anlarımda yanımda olup bana destek olan, üzüntümüzü ve sevincimizi birlikte paylaştığımız, dostluklarını her zaman hissettiğim değerli arkadaşlarım Dt. Zübeyde Gökçe TURHAN'a ve Dt. Nazlı Merve GÜNGÖR'e, birlikte çalışmaktan büyük keyif aldığım tüm asistan çalışma arkadaşlarıma, emekleriyle her zaman hayatımızı kolaylaştıran başta Münevver AKBULUT olmak üzere tüm bölüm personelimize,

Hayatım boyunca her koşulda yanımda olan ve bu günlere gelmemi sağlayan annem M. Alev TEKDEMİR'e ve babam Hasan B. TEKDEMİR'e, canımın içi kardeşlerim E. Merve TEKDEMİR'e, H. Kübra TEKDEMİR'e ve Melda TEKDEMİR'e,

Yanımda olduğu için kendimi çok şanslı hissettiğim, hayatım boyunca tüm yolları hep birlikte yürüyecek olmaktan büyük mutluluk duyduğum sevgilim, eşim Saliha ŞENOL TEKDEMİR'e

Tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. İrrigasyon Solüsyonları.....	3
2.1.1. Sodyum hipoklorit (NaOCl)	6
2.1.2. Klorheksidin diglukonat (CHX)	7
2.1.3. Etilen diamin tetraasetik asit (EDTA)	7
2.1.4. Sitrik asit.....	8
2.2. Alternatif Şelasyon Maddeleri	9
2.2.1. Fitik asit (IP6).....	9
2.2.2. N-asetilsistein (NAC)	10
2.3. İrrigasyon Teknikleri.....	11
2.3.1. El ile yapılan yıkama teknikleri.....	13
2.3.2. Makine destekli yıkama teknikleri	15
2.4. Kanal İçi İlaçlar	21
2.4.1. Kanal içi ilaç uygulamanın endikasyonları	21
2.4.2. İdeal kanal içi ilaçların özellikleri	22
2.4.3 Kanal içi ilaçların sınıflandırılması	22
2.5. Kalsiyum Hidroksit (CaOH) ₂	23
2.5.1. Ca(OH) ₂ 'nin etki mekanizması	24
2.5.2. Ca(OH) ₂ taşıyıcıları	27
2.5.3. Ca(OH) ₂ 'nin kök kanallarına uygulanması	28
2.5.4. Ca(OH) ₂ 'nin kök kanallarından uzaklaştırılması	28
2.6. Ca(OH) ₂ Uzaklaştırma Etkinliğinin Değerlendirildiği Yöntemler.....	30

2.6.1. Mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT)	30
3. GEREÇ VE YÖNTEM	33
3.1. Etik Kurul Onayı	33
3.2. Örnek Seçimi.....	33
3.3. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi.....	34
3.4. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi.....	34
3.5. Kök Kanallarına Ca(OH) ₂ 'nin Yerleştirilmesi	36
3.6. Ca(OH) ₂ 'nin Kök Kanallarından Uzaklaştırılması	37
3.6.1 Yıkama protokolü.....	37
3.7. Örneklerin Mikro-BT İle Taranması	40
3.8. İstatistiksel Analiz.....	41
4. BULGULAR	43
5. TARTIŞMA	51
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR	61
EKLER.....	83
EK-1. Etik Kurul Onayı	84
ÖZGEÇMİŞ	88

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge 4.1. Preparasyon hacmi (mm ³)	43
Çizelge 4.2. Kök kanallarına uygulanan Ca(OH) ₂ 'nin dolum kalitesi (%)	44
Çizelge 4.3. Gruplara ait Ca(OH) ₂ 'nin ilk hacim değerleri (mm ³).....	44
Çizelge 4.4. Gruplara ait Ca(OH) ₂ 'nin son hacim değerleri (mm ³)	45
Çizelge 4.5. Gruplara ait son Ca(OH) ₂ hacminin ilk hacme oranı (%)	45



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 2.1. Kök kanal tedavisinde kullanılan irrigasyon solüsyonları.....	5
Şekil 2.2. Yıkama solüsyonlarının aktivasyonunda kullanılan teknikler ve cihazlar	12
Şekil 2.3. Kök kanallarının dezenfeksiyonunda kullanılan ilaçlar	23
Şekil 2.4. Ca(OH) ₂ 'nin kimyasal tepkimesi	24



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim 3.1. ProTaper Next döner alet sistemi	35
Resim 3.2. X-Smart endomotor	35
Resim 3.3. SURE-Paste baryum sülfat içerikli Ca(OH) ₂ patı.....	36
Resim 3.4. EndoActivator cihazı.....	37
Resim 3.5. EDTA solüsyonu	38
Resim 3.6. (a) %50'lik IP6 solüsyonu (b) %50'lik IP6 solüsyonundan %1'lik IP6 solüsyonunun hazırlanışı.....	39
Resim 3.7. (a) Saf toz halindeki NAC (b) Saf toz halindeki NAC'tan 200 mg/mL konsantrasyonlu NAC solüsyonunun hazırlanması	40
Resim 3.8. Mikro-BT cihazı.....	41
Resim 4.1. EDTA grubuna ait bir örneğin, Ca(OH) ₂ ilk hacim (a), son hacim (b) sagittal kesit görüntüleri	46
Resim 4.2. EDTA grubuna ait bir örneğin, Ca(OH) ₂ ilk hacim (a), son hacim (b) aksiyel kesit görüntüleri	46
Resim 4.3. EDTA+SA grubuna ait bir örneğin, Ca(OH) ₂ ilk hacim (a), son hacim (b) sagittal kesit görüntüleri	47
Resim 4.4. EDTA+SA grubuna ait bir örneğin, Ca(OH) ₂ ilk hacim (a), son hacim (b) aksiyel kesit görüntüleri	47
Resim 4.5. IP6+SA grubuna ait bir örneğin, Ca(OH) ₂ ilk hacim (a), son hacim (b) sagittal kesit görüntüleri	48
Resim 4.6. IP6+SA grubuna ait bir örneğin, Ca(OH) ₂ ilk hacim (a), son hacim (b) aksiyel kesit görüntüleri	48
Resim 4.7. NAC+SA grubuna ait bir örneğin, Ca(OH) ₂ ilk hacim (a), son hacim (b) sagittal kesit görüntüleri	49
Resim 4.8. NAC+SA grubuna ait bir örneğin, Ca(OH) ₂ ilk hacim (a), son hacim (b) aksiyel kesit görüntüleri	49

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamalarıyla birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Simgeler	Açıklamalar
±	Artı veya eksi
>	Büyüktür
<	Küçüktür
#	Numara
°C	Santigrat derece
%	Yüzde

Kısaltmalar

Kısaltmalar	Açıklamalar
μA	Mikroamper
μm	Mikrometre
Al	Alüminyum
Ca^{+2}	Kalsiyum iyonu
$CaCO_3$	Kalsiyum karbonat
CaO	Kalsiyum oksit
$Ca(OH)_2$	Kalsiyum hidroksit
CHX	Klorheksidin diglukonat
CO_2	Karbondioksit
dk	Dakika
DNA	Deoksiribo nükleik asit
EDTA	Etilendiamin tetraasetik asit
Fe^{+2}	Demir iyonu
gr	Gram

Kısaltmalar**Açıklamalar****H₂O**

Su

HOCl

Hipokloröz asit

IP6

Fitik asit

kV

Kilovolt

mg

Miligram

Mg⁺²

Magnezyum iyonu

Mikro-BT

Mikro bilgisayarlı tomografi

ml

Mililitre

mm

Milimetre

mm³

Milimetreküp

ms

Milisaniye

Na⁺

Sodyum iyonu

NAC

N-asetilsistein

NaOCl

Sodyum Hipoklorit

OCl⁻

Hipoklorit

OH⁻

Hidroksil iyonu

PUI

Pasif ultrasonik irrigasyon

p

İstatistiksel anlamlılık değeri

SA

Sonik aktivasyon

SAF

Self-Adjusting File

sn

Saniye

UI

Ultrasonik irrigasyon

W

Watt

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kök kanal tedavisi, kök kanallarının mekanik şekillendirilmesi, irrigasyon solüsyonları ile kimyasal dezenfeksiyonu ve sızdırmaz bir şekilde üç boyutlu olarak doldurulmasını içeren işlemlerin bütünüdür (Schilder, 2006).

Pulpal ve periapikal doku hastalıklarının en önemli sebebi olan mikroorganizmalar, sadece kök kanallarında değil, mekanik temizleme ile ulaşılamayan dentin tübüllerinde, apikal dotalarda, aksesuar kanallarda ve yan kanallarda bulunabilirler (Siqueira ve diğerleri, 1996). Mekanik şekillendirme ve antimikrobiyal yıkama ajanları ile yapılan kimyasal dezenfeksiyon sonucunda kök kanallarındaki mikroorganizmalar tamamen elimine edilemez (Byström ve Sundqvist, 1981; Türker, 2013). Bu nedenle kök kanallarının daha etkin temizlenmesi için kemomekanik şekillendirmenin, seanslar arası kanal içi ilaç kullanımı ile desteklenmesi gerekebilir (Spångberg ve Haapasalo, 2002).

Ca(OH)₂, endodontik mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal özelliği, biyolojik etkisi ve endotoksinleri inaktive etme kapasitesi nedeniyle kök kanal tedavisinde sıklıkla tercih edilen kanal içi ilaçlardan biridir (Law ve Messer, 2004; Siqueira ve Lopes, 1999). Yüksek antimikrobiyal etkisi ve biyolojik avantajlarına rağmen, kök kanal sisteminden etkili bir şekilde uzaklaştırılmayan Ca(OH)₂ endodontik tedavinin başarısını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Kanal içi ilaç olarak yerleştirilen Ca(OH)₂, kök kanal dolgusu yapılmadan önce kök kanallarının içerisinden tamamen uzaklaştırılmalıdır (Ricucci, 1997).

Kök kanallarından kanal içi ilaçların uzaklaştırılması çeşitli sistemler ve teknikler ile gerçekleştirilir (Kenee ve diğerleri, 2006). Sonik aktivasyon tekniğiyle irrigasyonun kök kanallarından Ca(OH)₂ uzaklaştırmada etkin olduğu ve kök kanal dezenfeksiyonunu iyileştirdiği yapılan önceki çalışmalarda gösterilmiştir (Alturaiki ve diğerleri, 2015; Pitt, 2005).

Etilendiamin Tetraasetik Asit (EDTA), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin kök kanallarından uzaklaştırılmasında kullanılan en yaygın ve en etkin şelasyon ajanlarından biridir. Ancak EDTA, güçlü bir demineralizasyon etkisine sahiptir ve aşırı dentin erozyonuna sebep olma potansiyeline sahiptir. Ayrıca EDTA dentin tübüllerinin genişlemesine, dentinin yumuşamasına ve kollajen liflerinin denatürasyonuna sebep olur (Saleh ve Ettman, 1999; Spangberg ve diğerleri, 1973). EDTA'nın bu dezavantajları sebebiyle, daha verimli ve biyouyumlu bir şelasyon ajanı arayışında son yıllarda birçok solüsyon araştırılmıştır. Fitik asit (IP6) ve N-asetilsistein (NAC) biyouyumluluk ve smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri bakımından araştırılmakta olan şelasyon ajanlarından biridir (Eymirli ve diğerleri, 2017; Nassar ve diğerleri, 2015; Rajakumaran ve diğerleri, 2019).

IP6 çözeltisi, pirinçten düşük maliyetle ekstrakte edilebilir ve birden çok negatif yüke sahiptir. Bu da onu Ca^{+2} , Mg^{+2} ve Fe^{+2} gibi katyonların etkili bir şelatörü haline getirir (Luttrell, 1993). Bununla birlikte, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'yi kök kanallarından uzaklaştırma etkinliği hakkındaki çalışmalar yetersizdir. NAC ise amino asit sisteminin asetillenmiş formu olan bir antioksidandır (Ehsani ve diğerleri, 2012). Klinik tıpta civa ve kurşun gibi ağır metallerin detoksifikasyonunda kullanılmaktadır. Birçok çalışma, NAC'nin antioksidan ve antibakteriyel özelliklerini araştırmıştır. Fakat NAC'nin şelasyon etkisi klinik tıpta büyük ölçüde kullanılıyor olsa da diş hekimliğinde şelasyon ajanı olarak smear tabakasının ve $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin kök kanallarından uzaklaştırılmasında sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (Rajakumaran ve diğerleri, 2019).

Günümüzde mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT) ile görüntüleme, kök kanal sisteminin incelenmesi için en etkili yöntemlerden biridir. Mikro-BT, teknik olarak bilgisayarlı tomografiye (BT) benzemekte olup, endodontide in-vitro araştırmalarda çok düşük voksel aralıklarında nesnelerin detaylarını incelemek amacıyla kullanılmaktadır (Çelikten ve Orhan, 2015). Bunun yanı sıra Mikro-BT, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ artıklarının incelenmesinde de başarılı ve yıkıcı olmayan bir yöntemdir (Silva ve diğerleri, 2015; Wiseman ve diğerleri, 2011a).

Bu çalışmada 3 farklı şelasyon ajanının (EDTA, IP6, NAC) sonik aktivasyon kullanılarak, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin kök kanallarından uzaklaştırma etkinliklerinin Mikro-BT analiziyle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Endodontik tedavi, pulpa dokusunun uzaklaştırılmasını, kök kanallarının hem mekanik hem kimyasal olarak mikroorganizmalar ve artıklarından arındırılmasını, ardından biyouyumlu bir materyal ile sızdırmaz bir biçimde doldurulmasını içeren işlemlerin bütünüdür (Pitt Ford ve diğerleri, 2002).

Mikroorganizmalar, pulpal ve periapikal hastalıkların gelişmesinde büyük rol oynar. Bu nedenle mikroorganizmaların kök kanal sisteminden uzaklaştırılması endodontik tedavinin temel amaçlarından biri olarak kabul edilir (Alturaiki ve diğerleri, 2015).

Kök kanallarının mikroorganizmalar ve artıklarından arındırılması işlemi, kök kanallarının karmaşık anatomisinden dolayı oldukça zordur. Mekanik şekillendirme ve antimikrobiyal yıkama ajanları ile enfeksiyon kaynakları bir miktar elimine edilse de kök kanal sisteminin tam olarak temizlenmesi mümkün olamamaktadır (Al-Garni, 2014; Türker, 2013).

Kök kanal şekillendirmesi, ilk olarak Grossman ve diğerleri (1977) tarafından ele alınmıştır. Mekanik ve biyolojik mekanizmaları birlikte içermesi sebebiyle 'biyomekanik şekillendirme' terimi ortaya çıkmıştır. Kök kanalının mekanik şekillendirmesi, antibakteriyel yıkama ajanlarının bütün kök kanal sistemine nüfuz edebilmesi için bir giriş yolu oluşturur. Ayrıca seans aralarında uygulanan kanal içi ilaçları ve kanal dolguları için bir boşluk oluşturur (Pitt Ford ve diğerleri, 2002). Kök kanallarının içine uygulanan yıkama ajanları ve kanal içi ilaçlar ile mikroorganizma ve artıklarının uzaklaştırılması hedeflenir (Grossman ve diğerleri, 1977).

2.1. İrrigasyon Solüsyonları

Kök kanalındaki mikroorganizmaların ve artıklarının uzaklaştırılması endodontik tedavinin en önemli basamaklarından biridir. Kök kanal sisteminin karmaşık anatomisinin sadece mekanik şekillendirme ile dezenfekte edilmesi mümkün olamamaktadır (Baker ve diğerleri, 1975). Şekillendirme sırasında ve sonrasında, irrigasyon solüsyonlarının kullanılması mikroorganizmaların, dentin kalıntılarının, nekrotik ve enfekte dokuların uzaklaştırılmasını kolaylaştırır (Kandaswamy ve

Venkateshbabu, 2010). İrrigasyon solüsyonları aynı zamanda şekillendirme sırasında kullanılan aletlere lubrikasyon sağlanması amacıyla endodontik tedavide rutin olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle irrigasyon, mekanik olarak şekillendirilen alanların ötesinde bir temizlik sağladığı için endodontik tedavinin vazgeçilmez bir parçasıdır (Zehnder, 2006).

İrrigasyonun temel amacı kök kanalı içerisindeki mikroorganizmaların ve artıklarının, dentin talaşlarının, organik ve inorganik doku artıklarının uzaklaştırılmasıdır. Bunun yanı sıra kök kanallarının apikal bölgesinde debris birikmesini ve debrisin periapikal dokulara taşmasına da engel olmaktadır (Haapasalo ve diğerleri, 2010b).

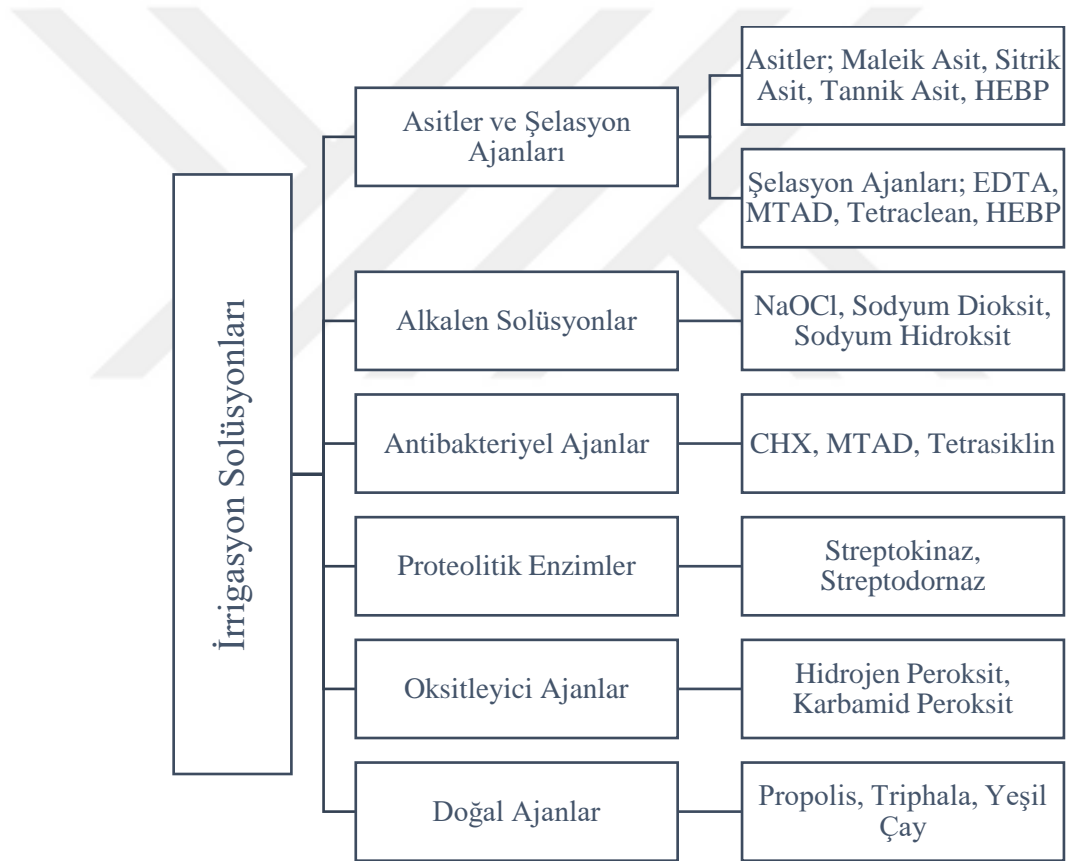
Endodontik tedavi sırasında geçmişten günümüze pek çok kök kanal yıkama ajanı kullanılmıştır. Bunlardan sık kullanılanlara; sodyum hipoklorit (NaOCl), EDTA, klorheksidin (CHX), sitrik asit ve serum fizyolojik örnek olarak verilebilir.

İdeal irrigasyon solüsyonunun sahip olması gereken özellikler (Haapasalo ve diğerleri, 2010b; Kandaswamy ve Venkateshbabu, 2010):

- Geniş antimikrobiyal spektruma sahip olmalı,
- Biyofilmlerde organize olan anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalara karşı yüksek etkinliği olmalı,
- Nekrotik pulpa dokusunun kalıntılarını çözmeli,
- Endotoksinleri inaktive etmeli,
- Antimikrobiyal etkinliği uzun süreli olmalı,
- Düşük yüzey gerilimine sahip olmalı,
- Endodontik aletlerin kesme etkinliğini artırmalı,
- Sürtünmeyi azaltmalı,
- Isı kontrolü sağlamalı,
- Organik ve inorganik dokuyu çözmeli,
- Kök kanalının düzensizliklerine iyi penetre olabilmeli,
- Smear tabakasını tümüyle ortadan kaldırmalı,
- Lubrikant olmalı,
- Kolay uygulanabilmeli,
- Periapikal dokuları irrite etmemeli,
- Dentin yapısına zarar vermemeli,

- Dişı boyamamalı,
- Diğer yıkama ajanları ile reaksiyona girmemeli,
- Alerjik yanıtı sebep olmamalı,
- Ucuz olmalıdır.

Geçmişten günümüzde endodonti kliniğinde birçok irrigasyon solüsyonu kullanılmıştır. Kök kanal tedavisinde kullanılan irrigasyon solüsyonlarının sınıflandırılması Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Kök kanal tedavisinde kullanılan irrigasyon solüsyonları

2.1.1. Sodyum hipoklorit (NaOCl)

Alkalen yapıdaki NaOCl, endodontik tedavide kullanılan en önemli yıkama maddelerinden biridir (Siqueira ve diğerleri, 2000). Organik doku artıklarını çözme etkinliğinin yüksek olması, antiseptik özelliğinin olması, yüzey geriliminin düşük olması, dentin duvarlarına temasının yüksek olması, ucuz olması ve kolay bulunabilmesi solüsyonun başlıca tercih nedenleridir (Alaçam, 2012).

Endodonti pratiğinde kök kanalındaki organik maddeleri çözebilen tek solüsyondur. Bu nedenle nekrotik doku kalıntılarının ve biyofilmin uzaklaştırılmasında NaOCl'nin kullanımı son derece önemlidir (Beltz ve diğerleri, 2003).

NaOCl suda sodyum (Na^+) ve hipoklorit (OCl^-) iyonlarına ayrışır ve hipokloröz asit (HOCl) ile bir denge kurar. Asidik ve nötr pH'da, klorun çoğu ortamda HOCl olarak bulunurken, dokuz ve üzeri pH'da ise OCl^- olarak bulunur (McDonnell ve Russell, 1999). Hipoklorik asit, mikrobiyal hücrenin hayati fonksiyonlarını doğrudan etkileyerek hızlı bir hücre ölümüne neden olur ve OCl^- iyonuna göre daha antibakteriyel etkiye sahiptir (Barrette ve diğerleri, 1989). NaOCl, endodontide %0,5-6 arasındaki derişimlerde kullanılır. Solüsyonun pH değeri ise yaklaşık 11-12'dir (Zehnder, 2006).

NaOCl ile yıkamanın etkinliğini en üst düzeye çıkarmak için çözelti sık sık yenilenmeli ve aktive edilmelidir. Etkili aktivasyon ile doku çözünme hızı arttırılabilir (Johnson ve diğerleri, 2012). Daha önceki birkaç çalışmada, farklı konsantrasyonlardaki NaOCl etkinliği karşılaştırılmış ve çelişkili sonuçlar bildirilmiş olsa da son çalışmalar, yüksek konsantrasyonlardaki NaOCl çözeltilerinin %1 ve %2'lik çözeltilere göre üstünlüklerini doğrulamıştır (Ma ve diğerleri, 2011; Wang ve diğerleri, 2012).

NaOCl ve diğer yıkama solüsyonları birbirleriyle etkileşime girebileceğinden dolayı NaOCl, kök kanallarının şekillendirilmesi aşamasında ve şekillendirme tamamlandıktan sonraki ilk 1-2 dakika boyunca tek başına kullanılmalıdır (Kandaswamy ve Venkateshbabu, 2010). EDTA ve NaOCl'nin peş peşe kullanımı, NaOCl'nin antibakteriyel ve organik doku çözme etkinliğini yüksek oranda düşürecektir (Spangberg ve diğerleri, 1973). Bunun yanı sıra EDTA ile smear tabakasının uzaklaştırılması tamamlandığında hemen peşinden kullanılan NaOCl,

dentin üzerinde erozyona neden olmaktadır (Qian ve diğçerleri, 2011). NaOCl'nin CHX ile teması sonucunda ise, para-kloroanilin (PCA) içeren turuncu-kahverengi kanserojen bir çökelti oluşur (Basrani ve diğçerleri, 2007). Bu nedenle, NaOCl ile bu solüsyonların kombine kullanımını sırasında, solüsyonlar arasında salin veya serum fizyolojik kullanılmalıdır (Haapasalo ve diğçerleri, 2014). Bununla birlikte, doku çözücü veya antimikrobiyal aktiviteye sahip olmadıkları için salin veya serum fizyolojik ana yıkama sıvısı olarak kullanılmamalıdır (Bystrom ve Sundqvist, 1985).

2.1.2. Klorheksidin diğlukonat (CHX)

CHX, yüksek antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle endodontide kök kanallarının dezenfeksiyonu için kullanılan yıkama maddelerinden biridir (Russell ve Day, 1993). CHX, organik veya inorganik maddeleri çözmez ve bu nedenle yıkama solüsyonu olarak tek başına kullanılamaz. CHX mikrobiyal hücre duvarına veya dış membranına etki ederek faaliyet gösterir (McDonnell ve Russell, 1999).

CHX'in endodontide çok fazla tercih edilmesinin en önemli sebebi sert dokuya bağlanarak antimikrobiyal aktivitesini uzun süre devam ettirebilmesidir. Ancak CHX'in aktivitesi ortam pH'sından ve organik doku varlığından etkilenir (Russell ve Day, 1993). CHX geniş antimikrobiyal spekturuma sahip olsa da biyofilm tabakasını veya diğçer organik artıkları çözemez. Organik doku artıklarının, kalıcı kök kanal dolgusunun sızdırmazlığını zayıflatması muhtemeldir, bu da şekillendirme sırasında ana yıkama maddesi olarak NaOCl kullanımını gerektirir. EDTA ile smear tabakası uzaklaştırıldıktan sonra, son yıkama maddesi olarak CHX kullanılması, NaOCl'nin yaptığı gibi dentin erozyonuna neden olmaz. Bu nedenle smear tabakası kaldırıldıktan sonra son yıkama için %2 CHX düşünülebilir (Zamany ve diğçerleri, 2003).

2.1.3. Etilen diamin tetraasetik asit (EDTA)

Smear tabakası, mekanik şekillendirme sırasında dentin debris, vital ve nekrotik doku artıkları, mikroorganizmalar ve toksinlerinden oluşan karışım olarak tanımlanır (Kokkas ve diğçerleri, 2004). Bu tabaka, kanal içi ilaçların dentin tübüllerine

ilerlemesini ve kök kanallarının yıkanması sırasında bakterilerin elimine edilmesini engeller. Bunun yanı sıra kök kanal dolgu materyallerinin adaptasyonunu ve sızdırmazlığını etkileyerek apikal tıkamayı olumsuz etkiler (Sen ve diğerleri, 1995).

EDTA, endodontik tedavide yaygın olarak NaOCl'nin ardından son yıkama solüsyonu olarak veya smear tabakası ve Ca(OH)₂'nin kök kanallarından uzaklaştırılmasında kullanılan bir şelasyon ajanıdır (Baumgartner ve diğerleri, 1984; Czonstkowsky ve diğerleri, 1990).

EDTA çözeltisi nötr veya hafif alkalidir ve genellikle %17'lik ve %15'lik derişimlerde kullanılır. Ancak bazı çalışmalar %5'lik hatta %1'lik EDTA solüsyonlarının smear tabakasının uzaklaştırılmasında yeterince güçlü olduğunu öne sürmüştür (Zehnder, 2006). Smear tabakasının uzaklaştırılması için önerilen yıkama süresi yaklaşık 2 dakikadır. Ancak kalın tabakalar için daha uzun yıkama süreleri önerilir (Hülsmann ve diğerleri, 2003).

EDTA dentinin ve smear tabakasının sadece inorganik kısmını uzaklaştırır (Goldman ve diğerleri, 1982). Smear tabakasının tamamen uzaklaştırılması için EDTA ile son yıkamadan önce NaOCl ile organik kısmının uzaklaştırılması gerekir (Haapasalo ve diğerleri, 2012).

EDTA'nın antimikrobiyal aktivitesi çok azdır veya hiç yoktur. Ancak bazı çalışmalar EDTA'nın antifungal aktivite gösterdiğini belirtmiştir (Ates ve diğerleri, 2005; Sen ve diğerleri, 2000).

EDTA, NaOCl'nin etkisini büyük ölçüde zayıflatır. Bu sebeple bu iki solüsyon peş peşe kullanılmamalıdır. Bunun yanında EDTA, CHX ile karıştırıldığında beyaz, bulanık bir çökelti oluşturur (Zehnder ve diğerleri, 2005).

2.1.4. Sitrik asit

Sitrik asit, kök kanallarının yıkanmasında uzun bir geçmişe sahiptir. Endodontide sitrik asit %1-10 arasındaki derişimlerde kullanılmaktadır. NaOCl kullanımından sonra smear tabakasını uzaklaştırmak için EDTA yerine kullanılabilir. Ancak sitrik asit, EDTA'dan biraz daha agresiftir ve sitrik asit-NaOCl kullanımını sonucunda oluşan

dentin erozyonu, EDTA-NaOCl kullanımında açığa çıkan dentin erozyonuna göre daha fazladır (Qian ve diğeri, 2011).

2.2. Alternatif Şelasyon Maddeleri

İdeal bir kök kanalı yıkama solüsyonu, geniş antibakteriyel etkinliğe sahip olmalı, smear tabakasını kaldırabilmeli, organik dokuyu çözebilmeli ve çevre doku için toksik olmamalıdır. NaOCl ve EDTA, şu anda endodontide en yaygın kullanılan yıkama maddeleridir (Haapasalo ve diğeri, 2014).

Şelasyon ajanı olarak yaygın olarak kullanılan EDTA'nın periradiküler dokulara toksik etkisinin olması, dentin erozyonuna sebep olması ve antimikrobiyal etkisinin olmaması da dahil olmak üzere birçok dezavantajı vardır (Spangberg ve diğeri, 1973). Ek olarak, diş hekimliğinde kullanılan nispeten yüksek EDTA konsantrasyonu da bir endişe kaynağıdır. Bu nedenle günümüzde EDTA'ya alternatif şelasyon ajanı arayışı için birçok yıkama maddesi araştırılmaktadır (Haapasalo ve diğeri, 2014).

2.2.1. Fitik asit (IP6)

IP6, tahıllarda, sebzelerde, kabuklu yemişlerde ve doğal yağlarda yaygın olarak bulunan organik bir asittir. Bir inositol halkasına bağlı altı fosfat grubundan oluşan benzersiz bir kimyasal yapıya sahiptir. Bu yapı, demir, bakır, çinko, kalsiyum gibi metallere, kararlı kimyasal kompleksler oluşturarak ve serbest radikallerin üretimini engelleyerek IP6'ya güçlü antioksidan özellikler kazandırır (Silva ve Bracarense, 2016). Xu ve diğeri (2008), IP6'nın, hidroksil radikallerinin oluşumunu katalize eden bir metal olan demire bağlanarak hücreleri oksidatif hasardan koruduklarını rapor etmiştir.

Eşsiz yapısı ve ayırt edici özellikleri nedeniyle IP6, endodontide, kök kanallarının yıkanmasında kullanıma uygun bir materyaldir. IP6'nın yüksek negatif yük yoğunluğu, şelasyon aktivitesini kolaylaştırır. Smear tabakasını uzaklaştırma kabiliyetine sahip IP6, kök kanallarının yıkanmasında alternatif bir şelasyon materyali olarak önerilmiştir. IP6 aynı zamanda osteoblast benzeri hücrelerle de biyouyumludur

(Nassar ve diğeri, 2021). Nassar ve diğeri (2015), IP6'nın osteoblast hücreleri üzerinde minimum olumsuz etki ile smear tabakasını etkili bir şekilde kaldırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca %1'lik IP6 ile yıkanan koronal dentin yüzeyinin, EDTA ile yıkamaya göre daha geniş açıklıkta dentin tübülleri içerdiğini ve daha temiz olduğunu belirtmişlerdir.

E. faecalis, periapikal dokuların inatçı enfeksiyonlarında ve başarısız endodontik tedavilerinde kök kanallarında en sık karşılaşılan mikroorganizmalardan biridir (Rôças ve diğeri, 2004). Nassar ve diğeri (2016), yaptıkları diğeri bir *in-vitro* çalışmada, IP6'nın *E. faecalis* üzerinde bakterisit etkilerinin olduğunu bildirmiştir (Nassar, 2016). Bununla birlikte, IP6'nın antimikrobiyal spektrumu ve etki mekanizması hakkında bilgi eksikliği vardır. Bu nedenle, farklı duyarlılık profillerine sahip bir dizi Gram (+) ve Gram (-) bakteriye karşı IP6'nın antimikrobiyal aktivitesini incelemeye ihtiyaç vardır (Nassar ve diğeri, 2021). Aynı zamanda materyalin irrigasyon etkinliği de araştırılmalıdır.

2.2.2. N-asetilsistein (NAC)

NAC, amino asit sisteinin asetillenmiş formu olan doğal bir antioksidandır (Ehsani ve diğeri, 2012). $C_5H_9NO_3S$ kapalı formülüne sahiptir. Klinik tıpta NAC, asetaminofenin doz aşımında ve kronik bronşitin tedavisinde kullanılan, antioksidan ve mukolitik özelliklere sahip, tiyol grubu içeren bir ilaçtır (Ehsani ve diğeri, 2012; Stey ve diğeri, 2000). NAC, hücre içi antioksidan sistemde ana molekül olarak görev yapan glutatyonun öncüsü olarak da bilinir (Lean ve diğeri, 2003; Schweikl ve diğeri, 2006). Ayrıca NAC, tiyol grubundan bir hidrojen atomu salarak serbest radikalleri doğrudan nötralize eder (Gillissen ve diğeri, 1997). Yapılan bazı çalışmalarda, kültüre NAC eklenmesinin, fibroblastlarda ve dental pulpa hücrelerinde trietilen glikol dimetakrilat ve 2-hidroksietil metakrilat kaynaklı hücre ölümlerini inhibe ettiği gösterilmiştir (Kojima ve diğeri, 2008; Schweikl ve diğeri, 2006; Spagnuolo ve diğeri, 2006). NAC'nin başka bir özelliği de inflamatuvar doku ile ilişkilendirilmiş çeşitli proinflamatuvar sitokinlerin ekspresyonunu ve salımını inhibe ederek antiinflamatuvar aktivite göstermesidir (Sadowska ve diğeri, 2007).

NAC'nin antioksidan özelliği, hücreler tarafından emilme kolaylığından ve hücre içinde reaktif oksijen türlerini anında nötralize etmesinden gelir (Mlejnek ve diğerleri, 2021). NAC, gram-pozitif ve gram-negatif bakteriler tarafından biyofilm oluşumunu engeller (Zhao ve Liu, 2010), hücre dışı polisakarit oluşumunu etkili bir şekilde azaltır (Marchese ve diğerleri, 2003), yerleşik biyofilmleri bozar (Olofsson ve diğerleri, 2003) ve yüzeylere bakteri yapışmasını azaltır (Pérez-Giraldo ve diğerleri, 1997).

Endodontide NAC'nin *E. faecalis*'in hem planktonik hem de biyofilm formlarını öldürmede etkili olduğu kanıtlanmıştır. Quah ve diğerleri (2012), yaptıkları bir çalışmada, NAC'nin *E. faecalis* biyofilminin gelişimini baskıladığını ve ortadan kaldırdığını göstermiştir. Darrag ve diğerleri (2013), ise 200 mg/ml NAC çözeltisinin, *E. faecalis* ve *S. mutans* türlerini öldürmede, %5,25 NaOCl ve %2 CHX'ten daha etkili olduğunu bildirmiştir. Daha yeni çalışmalar, NAC'nin kanal içi ilaç olarak uygulanmasının, güçlü anti-enflamatuar medyatörler olan *E1* ve *D2* seviyelerini önemli ölçüde artırdığını ve güçlü bir enflamatuar sitokin olan *TNF- α* 'yı azalttığını bildirmiştir (Corazza ve diğerleri, 2021; Karapınar ve diğerleri, 2016).

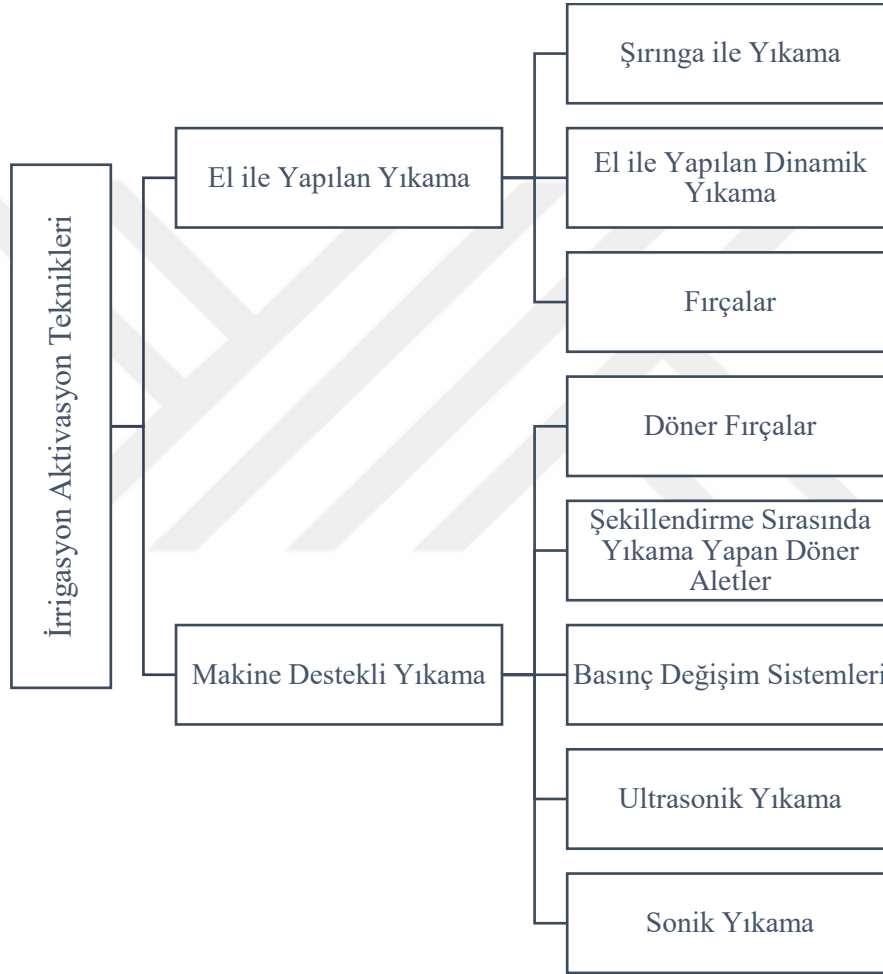
Birçok çalışmada, NAC'ın antioksidan ve antibakteriyel özellikleri araştırılmıştır. Bunun dışında N-asetilsistein klinik tıpta şelasyon özelliği sayesinde cıva ve kurşun gibi ağır metallerin detoksifikasyonunda da kullanılmıştır (Ballatori ve diğerleri, 1998). NAC şelasyon ajanı olarak tıbbi tedavilerde sıkça kullanılıyor olsa da diş hekimliğinde bu özelliğini araştıran çalışmalar sınırlıdır (Rajakumaran ve diğerleri, 2019).

2.3. İrrigasyon Teknikleri

Günümüze kadar Ca(OH)_2 'nin kök kanallarından uzaklaştırılması için yapılan çalışmalarda manuel ve döner alet sistemleri, kanal içi fırçalar ve ultrasonik cihazlar gibi mekanik tekniklerle beraber su, serum fizyolojik, NaOCl, EDTA, sitrik asit gibi farklı etkinliklere sahip yıkama ajanları da sıkça kullanılmıştır (Haapasalo ve diğerleri, 2010a).

Endodonti tarihine bakıldığında daha etkin bir kök kanal temizliği için her dönem yeni çalışmalar yapılmış, yeni yıkama ajanlarıyla beraber yeni aktivasyon teknikleri de

geliştirilmiştir. Bu sistemler, el ile yapılan yıkama aktivasyon teknikleri ve makine ile yapılan aktivasyon teknikleri olmak üzere 2 geniş kategoriye ayrılabilir (Gu ve diğerleri, 2009). Yıkama solüsyonlarının aktivasyonunda kullanılan teknikler ve cihazlar Şekil 2.2’de gösterilmiştir



Şekil 2.2. Yıkama solüsyonlarının aktivasyonunda kullanılan teknikler ve cihazlar

2.3.1. El ile yapılan yıkama teknikleri

Şırınga ile yıkama

Şırınga ile kök kanallarının yıkanması, uzun yıllardır endodontik tedavinin en basit ve en temel dayanağı olmuştur. Çalışmalar, bu yıkama yönteminin kök kanal sisteminde dezenfeksiyonu ve debridmanı sağladığını göstermiştir (Boutsioukis ve diğerleri, 2010; van der Sluis ve diğerleri, 2006).

Teknik, kök kanalına irrigasyonun, değişken boyutlardaki iğneler vasıtasıyla, pasif veya iğnenin aşağı yukarı hareketi ile aktive edilerek uygulanmasını içerir. Bu iğnelere bazılarının delikleri en uçlarında tasarlanmışken, bazılarının ise uçları kapalıdır ve delikleri iğnenin yan tarafındadır (Kahn ve diğerleri, 1995). İkinci tasarım, kanal içi yıkamanın hidrodinamik aktivasyonunu iyileştirmek ve yıkama ajanının periapikal dokulara taşma olasılığını azaltmak için önerilmiştir (Hauser ve diğerleri, 2007).

Yıkama sırasında iğnenin kök kanalı içerisinde gevşek tutulması çok önemlidir. Bu, yıkama sıvısının geri akmasına izin verir ve periapikal dokulara taşmasını önler. Ayrıca daha fazla debrisin koronal yönde yer değiştirmesine izin verir. Şırınga ile yıkamanın avantajı, iğnenin penetrasyon derinliğinin ve uygulanan ajanın hacminin kontrolüne izin vermesidir (van der Sluis ve diğerleri, 2006). Bununla birlikte, konvansiyonel şırınga ile yıkama yöntemi tarafından oluşturulan yıkamanın etkisi nispeten zayıftır. Yıkama ile ulaşılamayan kök kanalındaki uzantılarda ve isthmuslarda, debris ve bakteri artıklarının bulunması muhtemeldir (Nair ve diğerleri, 2005; Wu ve diğerleri, 2006).

Yapılan bir çalışmada, şırınga ile yapılan yıkamada etkin alanın iğne ucundan sadece 1 mm daha derinde olabildiği ve kök kanalında yıkama ajanının ulaşamadığı bölgelerin bulunduğu gösterilmiştir (Ram, 1977). Bu nedenle, yıkama solüsyonunun penetrasyon derinliği ve dentin tübüllerini dezenfekte etme kabiliyeti sınırlıdır. Bu tür kanallarda şırınga ile yıkamanın etkinliği sorgulanmıştır (Cheung ve Stock, 1993).

Şırınga ile yıkama tekniğinde, yıkama etkinliğini artırmak için iğne apekse daha yakın olmalı, daha büyük sıvı hacmi kullanılmalı ve daha küçük çaplı iğneler tercih edilmelidir (Chow, 1983; Goldman ve diğerleri, 1976; Sedgley ve diğerleri, 2004).

El ile yapılan dinamik yıkama

El ile yapılan dinamik yıkama yöntemi, şekillendirilmiş ve içerisinde yıkama ajanı bulunan bir kök kanalına açılı guta-perka kon ile apikal bölgede 2-3 mm'lik kısa bir alanda aşağı ve yukarı doğru yapılan vuruşlarla yıkamanın etkinliğinin artırılmasıdır (Gu ve diğerleri, 2009b).

Etkili yıkama için solüsyon kök kanalının duvarlarıyla doğrudan temas halinde olmalıdır. Ancak *vapor-lock* adı verilen etki nedeniyle, solüsyonun kök kanalının apikal kısmına ulaşması genellikle zordur (V.Pesse, 2005). Kök kanalına yerleştirilen guta-perka'nın aşağı ve yukarı hareketleri sırasında yüksek basınç değişiklikleri oluşur. Böylece yıkama sıvısının ulaşamayan kök kanalı yüzeylerine daha etkili bir şekilde teması sağlanır (Basmadjian-Charles ve diğerleri, 2002).

Yapılan bazı çalışmalar, el ile yapılan dinamik yıkamanın, RinsEndo (Dürr Dental Co, Bietigheim-Bissingen, Germany) gibi otomatik dinamik yıkama yöntemlerine ve statik yıkamaya göre önemli ölçüde daha etkili olduğunu göstermiştir (Huang ve diğerleri, 2008; McGill ve diğerleri, 2008).

Fırçalar

Fırçalar endodontide kök kanallarının yıkanmasına doğrudan katılmazlar, kök kanalı duvarlarından daha fazla debrisin uzaklaştırılması ve yıkamanın aktivasyonu için tasarlanmışlardır (Al-Hadlaq ve diğerleri, 2006).

NaviTip FX

Fırça ile kaplanmış 30 gauge'lik bir yıkama iğnesidir. Yapılan bir çalışmada, NaviTip FX (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, A.B.D.) iğnesi ile yıkanan ve aktive edilen kök kanal duvarlarının koronal üçte birlik kısmının fırçasız NaviTip FX iğnesi ile yapılan yıkamaya göre daha iyi temizlendiği bildirilmiştir (Al-Hadlaq ve diğerleri, 2006). Bununla birlikte, apikal ve orta üçte birlik kısımlardaki farklılıklar istatistiksel

olarak anlamlı değildir. Fırçanın etkinliği, yıkama işlemi sırasında aktif bir ovalama-fırçalama (*scrubbing*) hareketi ile iyileştirilebilir (Al-Hadlaq ve diğerleri, 2006).

Endobrush

Endobrush (C&S Microinstruments Ltd, Markham, Ontario, Kanada), bükülmüş tellere yerleştirilen naylon kıllardan oluşan ve tüm uzunluğu boyunca nispeten sabit bir çapa sahip olan, kök kanalı yıkaması için tasarlanmış spiral bir fırçadır (Gu ve diğerleri, 2009b). Yapılan bir çalışmadaki sonuçlar Endobrush ile yapılan yıkamanın kök kanallarını debride etmede sadece şırınga ile yapılan yıkamaya göre önemli ölçüde daha iyi olduğunu göstermiştir (Keir ve diğerleri, 1990). Bununla birlikte, Endobrush, geniş çapı nedeniyle tam çalışma boyunda kullanılamaz ve bu durum fırçalardan sonra kök kanalının apikal bölümünde debris birikmesine neden olabilir (Keir ve diğerleri, 1990).

2.3.2. Makine destekli yıkama teknikleri

Döner fırçalar

Ruddle brush

Ruddle brush (Advanced Endodontics, Santa Barbara, CA, A.B.D.) kök kanallarından debris ve smear tabakasının uzaklaştırılmasını kolaylaştırmak için endomotora takılan bir mikro fırça olarak tasarlanmıştır. Fırça shaft ve konik fırça olmak üzere iki kısımdan oluşur. Fırça kısmı çoklu kıllara sahiptir. Yıkama sırasında mikro fırça, dakikada 300 devir hızında döner ve kıllar şekillendirilmiş kök kanalının düzensiz bölgelerine uyum sağlar. Bu, kök kanalında kalan debrisin koronal yönde yer değiştirmesine yardımcı olur (Gu ve diğerleri, 2009b).

CanalBrush

CanalBrush (Coltene Whaledent, Langenau, Almanya), yakın zamanda ticari olarak kullanıma sunulan endodontik bir mikro fırçadır. Son derece esnek ve tamamen polipropilenden üretilmiştir. Hem el ile hem de endomotorla kullanılabilir. Bununla birlikte, 600 rpm'de çalışan bir anguldruvaya takıldığında daha etkilidir. Endomotorla kullanıldığında dakikada 600 devirlik bir hız ile kullanılır ve el ile kullanıma göre daha etkindir (Roggendorf ve diğerleri, 2015).

Weise ve diğerleri (2007), bir çalışmada, CanalBrush'ın yıkama ajanları ile birlikte kullanıldığında, simüle edilmiş kök kanallarındaki düzensizliklerinden kalıntıları etkili bir şekilde uzaklaştırdığını göstermişlerdir.

Şekillendirme sırasında yıkama yapan döner aletler

Quantec-E irrigasyon sistemi

Quantec-E irrigasyon sistemi (SybronEndo, Orange, CA, A.B.D.), Quantec-E Endo sistemine bağlı bağımsız bir sıvı dağıtım ünitesidir. Yıkama ajanını barındıran sıvı deposu, pompa ve ajanı kök kanal sistemine taşıyan ince bir borudan oluşmaktadır. Bu sistem yıkama ajanını şekillendirme işlemi boyunca sürekli olarak aktive eder. Böylece yıkamanın daha fazla sıvı hacmiyle yapılmasını ve yıkama sıvısının daha uzun bir süre ile kök kanal duvarlarına temas etmesi sağlanır (Walters ve diğerleri, 2002).

Self-Adjusting File

Self-Adjusting File (SAF) (Re-Dent-Nova, Ra'anana, İsrail), kendisini kök kanalının şekline üç boyutlu olarak uyarlayan, aynı anda hem şekillendirme hem de yıkama yapan, içi boş, esnek bir endodontik alet olarak tasarlanmıştır (Metzger, Teperovich, Zary, ve diğerleri, 2010). Bu aletin içinin boş olması sayesinde, şekillendirme sırasında kök kanalının sürekli olarak yıkama sıvısı ile temasta olması sağlanır. Ayrıca SAF titreşim yaparak çalışan bir sistemdir. Titreşim hareketi ile yıkama sıvısının aletin

içinden sürekli akışı, sistemin kök kanalındaki temizleme etkinliğini artırmaktadır (Metzger, Teperovich, Cohen, ve diğerleri, 2010).

Basınç değişim sistemleri

Debris birikintilerini ve smear tabakasını uzaklaştırmak için yıkama solüsyonlarının kanal duvarları ile doğrudan temas halinde olması istenir. Şırınga ile yıkama sırasında iğne ucu kök kanalının apikal kısmından uzağa yerleştirildiğinde yıkama ajanlarının kök kanalının apikal kısımlarına ulaşması hava sıkışması nedeniyle zordur (Senia ve diğerleri, 1971). Tersine, iğne ucu kök kanalının apikal kısmına çok yakın yerleştirilirse, yıkama ajanının periapikal dokulara taşma olasılığı ortaya çıkar (Hülsmann ve Hahn, 2000). Yıkamanın ve aspirasyonun eşzamanlı yapılmasını sağlayan basınç değişim cihazlarının kullanımı bu ikileme makul bir çözüm sağlar.

EndoVac

EndoVac sistemi (Discus Dental, Culver City, CA, A.B.D.), yıkama sıvısının hem kök kanalına uygulanmasını hem de kök kanalından uzaklaştırılmasını sağlayan negatif basınçlı bir sistemdir (Nielsen ve Craig Baumgartner, 2007). Bu sistemde kök kanalına yerleştirilen makro ve mikrokanüller sayesinde kanal içerisinde negatif basınç oluşur. Bu negatif basınç sayesinde yıkama sıvısının, koronal bölgedeki haznesinden kök kanalının apikaline doğru emilerek iletilmesi sağlanır. Apikal bölgeye ulaşan yıkama sıvısı mikrokanül tarafından emilerek kök kanalından dışarı atılır (Schoeffel, 2008). EndoVac, oluşan negatif basınç sayesinde yıkama sıvısının periapikal bölgelere taşmasını önler, kök kanalının apikal bölgesinde güvenli ve etkin bir dezenfeksiyon sağlar (Nielsen ve Craig Baumgartner, 2007).

Yapılan bir çalışmada, EndoVac sistemi ile yapılan yıkamada kök kanallarına iletilen solüsyon hacminin, aynı zaman diliminde geleneksel şırınga ile yapılan yıkamada iletilen solüsyonun hacminden önemli ölçüde daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Bu çalışma aynı zamanda EndoVac sisteminin, şırınga ile yıkamaya göre, çalışma uzunluğundan 1 mm geride yapılan yıkamada önemli ölçüde daha fazla debris uzaklaştırdığını göstermiştir (Nielsen ve Craig Baumgartner, 2007).

RinsEndo

RinsEndo sistemi (Dürr Dental GmbH & Co, Bittigheim-Bissingen, Almanya), basınç-emme teknolojisine sahip başka bir kök kanal yıkama cihazıdır. Bu sistemle yıkama solüsyonu 6,5 ml hacmine sahip bir şırıngadan kanül aracılığıyla kök kanalına taşınır ve 1,6 Hz'e sahip bir frekansta aktive edilir (Hauser ve diğerleri, 2007). Yıkamada kullanılan solüsyon ve kök kanalı içerisindeki hava, RinsEndo sistemi vasıtasıyla kök kanalından uzaklaştırılırken, taze yıkama solüsyonu eş zamanlı olarak kök kanalına iletilir. Bu basınç-emme döngüsü dakikada yaklaşık 100 kez tekrar eder (McGill ve diğerleri, 2008).

Çekilmiş dişler üzerinde yapılan bir çalışmada, yıkama solüsyonunun dentin tübüllerine penetrasyonu, RinsEndo sistemi ile yapılan yıkamada şırınga ile yapılan yıkamaya göre daha etkili bulunmuştur (Hauser ve diğerleri, 2007).

Ultrasonik yıkama

Ultrasonik cihazlar diş hekimliğinde periodontal amaçla uzun yıllardır kullanılmaktadır. Richman, 1957'de ultrasonik enerjinin endodontide kullanılmasından bahsetmiştir (Richman, 1957). 1980'de ise Martin ve diğerleri (1980) endodontide kök kanallarının dezenfeksiyonu amacı için tasarlanan ultrasonik cihazı tanıtmışlardır.

Sonik enerji ile karşılaştırıldığında, ultrasonik enerji daha yüksek frekanslarda çalışır. Ancak ultrasonik enerjinin ürettiği genlik sonik enerjininkinden daha düşüktür (Walmsley ve Williams, 1989). Ultrasonik cihazlar, insan işitsel algısının sınırlarını aşan 25-30 kHz arasındaki ultrasonik frekanslarda salınım yapacak şekilde tasarlanmışlardır. Transvers yönde titreşim yaparlar ve uzunlukları boyunca karakteristik bir dalga modeli oluştururlar (van der Sluis, ve diğerleri, 2007).

Literatürde iki tip ultrasonik yıkama tanımlanmıştır. Birincisi eş zamanlı ultrasonik şekillendirme ve yıkama kombinasyonu olan ultrasonik irrigasyondur (UI). Genellikle

pasif ultrasonik irrigasyon (PUI) olarak adlandırılan ikinci tipte ise eş zamanlı olarak şekillendirilme yapılmaz.

UI sırasında dentinin kesilmesini ve dolayısıyla prepare edilen kök kanalının şeklini kontrol etmek oldukça zordur. Bu durum strip perforasyonlara ve düzensiz kök kanalı şekillendirmelerine sebep olabilmektedir (Lumley ve diğerleri, 1992).

PUI, Jensen ve diğerleri (1999) tarafından tanıtılan kök kanalının şekillendirilmesi sonrasında sadece yıkama ajanının aktivasyonunu içeren ultrasonik aktivasyon tekniğidir. Şekillendirme yapılmayan bu teknik ile kök kanalı içerisinde düzensiz şekiller oluşturma potansiyeli de ortadan kalkmaktadır. PUI sırasında ultrasonik dalgalar, cihaza takılan, kesici özelliği olmayan bir endodontik alet veya düz bir tel aracılığıyla kök kanalındaki yıkama solüsyonuna iletilir (Ahmad ve diğerleri, 1987).

Kullanılan ultrasonik ucun akustik etki oluşturabilmesi için kök kanalı içerisine pasif olarak uygulanması gerekmektedir. Ultrasonik cihazlar hem akustik etki hem de kavitasyon meydana getirmektedir (Ahmad ve diğerleri, 1988). Ayrıca ultrasonik cihazların kullanımı sırasında yıkama sıvısında ısı artışı meydana gelmektedir. Bu da ultrasonik cihaz ve ısı ile etkinliği artan NaOCl arasında sinerjik bir etki açığa çıkarmaktadır (Cameron, 1987).

Ultrasonik titreşimler kök kanalı duvarındaki kesme gerilimini etkileyerek duvardaki biyofilm tabakasının uzaklaştırılmasına yardımcı olur (Ahmad ve diğerleri, 1990). Yapılan bazı araştırmalar, kök kanalı şekillendirilmesinden sonra PUI kullanımının bakteri sayısında önemli bir azalmaya yol açtığını ve şırınga ile yıkamaya göre önemli ölçüde daha iyi sonuçlar elde ettiğini göstermiştir (Siqueira ve diğerleri, 1997; Spoleti ve diğerleri, 2003; Weber ve diğerleri, 2003).

Cameron (1983), %3 NaOCl'yi PUI ile birlikte uygulamanın, smear tabakasını tamamen uzaklaştırdığını rapor etmiştir. Bu sonuçlar, Alaçam ve diğerlerinin (1987), yaptığı sonraki bir çalışmada doğrulanmıştır.

Sonik yıkama

Tronstad ve diğerleri (1985), 1985 yılında endodontide sonik bir aletin kullanımını bildiren ilk araştırmacılarıdır. Sonik yıkama, ultrasonik yıkamadan farklıdır. Sonik

yıkama sistemleri daha düşük frekanslarda (1-6 kHz) çalışırlar ve daha küçük kesme gerilimi (*shear stress*) üretirler. Sonik aletler ayrıca önemli ölçüde daha yüksek genlik veya daha fazla ileri geri uç hareketi üretir (Ahmad ve diğerleri, 1987b).

Sonik aletin hareketi kısıtlandığında, yatay salınım kaybolur ve alet uzunlamasına bir salınım yapmaya başlar (Walmsley ve diğerleri, 1989). Salınımlarının yüklemelerden büyük ölçüde etkilenmemesi ve yüksek yer değiştirme genliği sergilemesi nedeniyle sonik yıkama sistemlerinin kök kanallarının dezenfeksiyonunda oldukça verimli oldukları gösterilmiştir (Pitt, 2005).

EndoActivator

EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, ABD), günümüzde endodonti pratiğinde en çok tercih edilen sonik aktivasyon sistemlerinden biridir (Caron ve diğerleri, 2010). Taşınabilir bir başlığa ve 3 farklı boyutta (20/.02, 25/.04, 30/.06) endodontik uca sahiptir. Her bir ucun uzunluğu 22 mm'dir. Polimer yapıda üretilen bu uçlar sağlam ve esnek olmaları sebebiyle kolaylıkla kırılmazlar. Aynı zamanda yumuşak ve pürüzsüz bir yapıya sahip oldukları için kök kanallarının yıkanması sırasında dentini kesmezler ve böylelikle perforasyon, basamak veya transportasyon oluşturmazlar (Generalı ve diğerleri, 2017). Ayrıca EndoActivator sistemi ultrasonik sistemler ile karşılaştırıldığında periapikal dokulara yıkama sıvısının taşması açısından daha güvenli bulunmuştur (Desai ve Himel, 2009). Şekillendirilmesi tamamlanmış kök kanallarında, çalışma boyunun 2 mm gerisine gevşekçe yerleşen çapa sahip ucun seçilmesi önerilmiştir (Wiseman ve diğerleri, 2011b). EndoActivator sisteminde kullanılan polimer uçların dezavantajı, radyolüsent olmalarıdır. Bu uçlar tek kullanımlık ve kullanım sırasında kolayca kırılmayacak şekilde tasarlanmış olsalar da kök kanalı içerisinde olası bir uç kırılmasının belirlenmesi oldukça zordur (Gu ve diğerleri, 2009b).

Kullanım sırasında, EndoActivator ucunun hareketi, pulpa odası içerisinde gözlenebilen bir debris bulutu üretir. Aletin kendi titreşimine ek olarak, operatörün de aleti kısa vuruşlarla yukarı ve aşağı hareket ettirmesiyle birlikte sinerjik olarak güçlü bir hidrodinamik fenomen üretilir (Gu ve diğerleri, 2009b).

EndoActivator sisteminin lateral kanallardaki kalıntıları etkili bir şekilde temizleyebildiği, smear tabakasını kaldırabildiği ve molar dişlerin eğimli kanallarındaki biyofilm kümelerini uzaklaştırabildiği rapor edilmiştir (Caron ve diğerleri, 2010).

2.4. Kanal İçi İlaçlar

Kök kanal tedavisinde seanslar arasında kanal içi ilaç kullanılması tedavinin önemli bir parçasıdır (Bystrom ve diğerleri, 1985). Apikal periodontitise, kök kanalları içerisindeki mikroorganizmalar sebep olmaktadır (Möller, 1966). Yayımlanmış birçok çalışma, birinci tedavi seansı sonunda dahi, tüm kök kanallarının 1/3'ünden fazlasının hala ekilebilir mikroorganizmalar barındırdığını göstermektedir (Cvek ve diğerleri, 1976).

Kök kanalları şekillendirildikten sonra kök kanalı içerisinde kalan mikroorganizmaların ve artıklarının ortadan kaldırılması için birtakım kanal içi ilaçların kullanılması önerilmektedir (Spångberg ve Haapasalo, 2002).

2.4.1. Kanal içi ilaç uygulamanın endikasyonları

Kanal içi ilaç uygulama, canlı dişlerde kontrol edilemeyen periapikal doku kanamaları, kök kanal dolgusu için yeterli sürenin bulunmaması gibi durumlarda önerilir (Spångberg ve Haapasalo, 2002).

Enfekte kök kanallarında ise kanal içi ilaç uygulanması birçok sebeple önerilmektedir (Chong ve Pitt Ford, 1992):

- Kök kanallarının şekillendirilmesinden sonra kalan bakterileri ortadan kaldırmak,
- Periapikal dokuların ve pulpa artıklarının enflamasyonunu azaltmak,
- Kök kanalının içeriğini inert hale getirmek ve doku kalıntılarını nötralize etmek,

- Geçici dolgu materyallerinden kaynaklanabilecek bakteri sızıntılarına karşı fiziksel bariyer oluşturmak,
- Pü ve eksuda bulunan kanalları kurutmak,

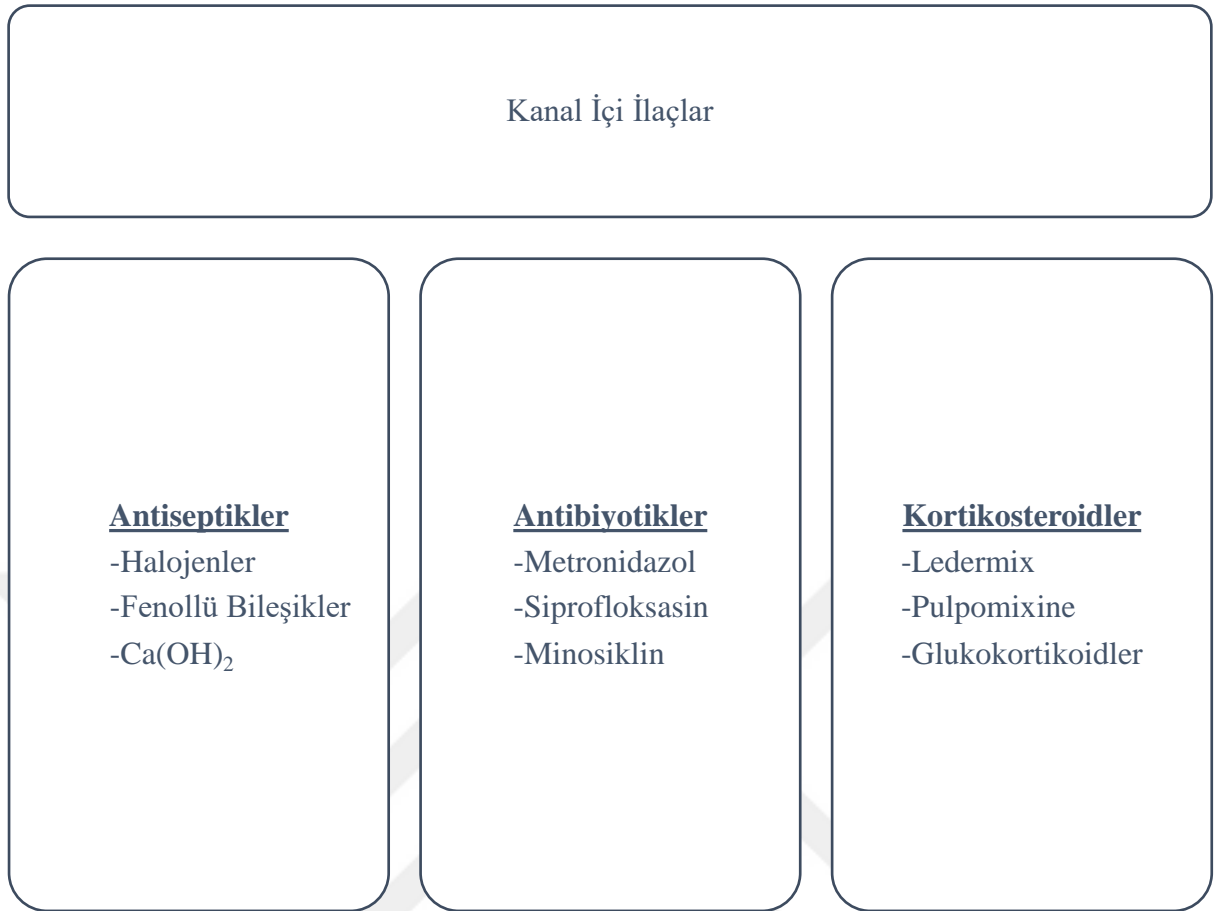
2.4.2. İdeal kanal içi ilaçların özellikleri

İdeal bir kanal içi ilaç (Alaçam, 2012);

- Kök kanalında bulunan mikroorganizmalara bakterisit veya bakteriyostatik etki göstermeli,
- Kök kanal sisteminde dentin kanallarına nüfuz edebilmeli,
- Sağlıklı periapikal dokulara toksik etki göstermemeli,
- Sistemik etki göstermemeli,
- Periapikal onarımı uyarmalı,
- Eksüda varlığında aktivitesini korumalı ve kendi etkisini albümin çökeltisiyle sınırlamamalı,
- Hızlı etki göstermeli ve etkisi uzun sürmeli,
- Diş ve çevre yumuşak dokularda renklenme yapmamalı,
- Kolay uygulanmalı ve istenildiğinde kolayca uzaklaştırılabilmelidir.

2.4.3 Kanal içi ilaçların sınıflandırılması

Geçmişten günümüze endodonti pratiğinde kök kanallarının dezenfeksiyonu için birçok kanal içi ilaç kullanılmıştır. Kök kanallarının dezenfeksiyonunda kullanılan kanal içi ilaçlar Şekil 2.3'te gösterilmiştir.



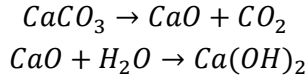
Şekil 2.3. Kök kanallarının dezenfeksiyonunda kullanılan ilaçlar

2.5. Kalsiyum Hidroksit (CaOH)₂

Hermann tarafından 1920 yılında ilk kez endodonti literatürüne kaplama materyali olarak sunulan Ca(OH)₂, antibakteriyel, terapötik, biyoyumluluk ve rejeneratif özellikleri nedeniyle günümüz modern endodontisinde en sık kullanılan kanal içi ilaçlardan biridir (Athanassiadis ve diğerleri, 2007; Fava ve Saunders, 1999).

Ca(OH)₂, kalsiyum karbonattan (CaCO₃) oluşan kireçtaşının 900-1200°C'ye kadar ısıtılmasıyla ortaya çıkan kalsiyum oksit (CaO), su (H₂O) ile birleşmesi sonucu oluşmaktadır (Mohammadi ve Dummer, 2011). Ca(OH)₂, moleküler ağırlığı 74.08 olan beyaz kokusuz bir tozdur (Farhad ve Mohammadi, 2005). Suda düşük çözünürlüğe sahiptir ve çözünürlüğü sıcaklık arttıkça azalır. Bu özelliği sayesinde canlı dokulara temas ettiğinde doku sıvılarında çözünmeden uzun süre etkinliğini devam ettirebilmektedir (Siqueira ve Lopes, 1999). Ca(OH)₂ kimyasal olarak güçlü

baz sınıfındadır ve pH'sı 12,5-12,8 arasındadır (Farhad ve Mohammadi, 2005). Ca(OH)_2 'nin kimyasal tepkimesi Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Ca(OH)_2 'nin kimyasal tepkimesi

2.5.1. Ca(OH)_2 'nin etki mekanizması

Antimikrobiyal etkisi

Ca(OH)_2 'nin antimikrobiyal etkisi, Ca^{2+} ve OH^- iyonlarına ayrışmasından gelir. Ca^{2+} ve OH^- iyonlarına ayrışması ile OH^- iyonu, bakterilerin sitoplazma membranlarına hasar verir, DNA yapısını bozar ve protein denatürasyonuna sebep olur (Siqueira ve Lopes, 1999).

Sitoplazma membranına hasar vermesi

Bakteriyel sitoplazmik membran, hücrenin hayatta kalması için önemli işlevlere sahiptir. Seçici geçirgenlik, çözeltilerin taşınması, elektron taşınması, aerobik türlerde oksidatif fosforilasyonda yer alması bakteri sitoplazmasının görevlerinden bazılarıdır. Ayrıca sitoplazmik membran bünyesinde enzimler, reseptörler ve kemotaksis proteinleri ile DNA, hücre duvarı polimerleri ve zar lipidlerinin biyosentezinde işlev gören taşıyıcı moleküller yer almaktadır (Mohammadi ve diğerleri, 2012).

OH^- iyonlarının Ca(OH)_2 'nin ayrışmasıyla açığa çıkması, lipid peroksidasyonunun tetiklenmesiyle ve hücresel membranın yapısal bileşenleri olan fosfolipitlerin yok edilmesiyle sonuçlanır (Halliwell, 1987). Hidroksil iyonları, hidrojen atomlarını doymamış yağ asitlerinden uzaklaştırarak serbest bir lipid radikali oluşturur. Bu serbest lipid radikali oksijen ile reaksiyona girerek, ikinci bir yağ asidinden başka bir hidrojen atomunu uzaklaştırarak lipidik bir peroksit radikalinin oluşumuna neden olur.

Böylece peroksitler serbest radikaller olarak hareket ederek otokatalitik zincir reaksiyonunu başlatır ve doymamış yağ asitlerinin daha fazla kaybıyla geniş membran hasarına neden olur (Mohammadi ve diğerleri, 2012).

Protein denatürasyonu

Hücrel metabolizma, büyük ölçüde enzimatik aktivitelere bağlıdır. Enzimler, dar bir pH aralığında optimum aktivite ve stabiliteye sahiptir. Ca(OH)_2 tarafından sağlanan yüksek alkali ortam, proteinlerin üçüncül yapısını koruyan iyonik bağların parçalanmasını tetikler. Sonuç olarak, enzim kovalent yapısını korur, ancak polipeptit zinciri değişken ve düzensiz uzaysal yapıda rastgele çözülür. Bu değişiklikler sıklıkla enzimin biyolojik aktivitesinin kaybına ve hücrel metabolizmanın bozulmasına neden olur. Yapısal proteinler ayrıca hidroksil iyonları tarafından da zarar görebilir (Siqueira ve Lopes, 1999).

DNA hasarı

Hidroksil iyonları bakteri DNA'sı ile reaksiyona girer ve DNA zincirlerinin ayrılması ile kalıtsal özellikleri taşıyan genler kaybolur (Imlay ve Linn, 1988).

Antiendotoksin etki

1980'lerden bu yana, mikrobiyolojik kültür ve tanımlamadaki teknik gelişmeler, anaerobik mikroorganizmaların, özellikle Gram (-) bakterilerin pulpa nekrozu ve kronik periapikal lezyonlu dişlerin kök kanallarında baskın olduğunu göstermiştir (Sundqvist, 1992). Pulpa dokusu, çürük veya travma nedeniyle ağız boşluğuna maruz kaldığında, başlangıçta ağırlıklı olarak aerobik mikroorganizmalar tarafından kontamine olur. Kök kanallarındaki oksijen geriliminin yavaş yavaş azalması ve mikroorganizmalar arasındaki beslenme ilişkisi nedeniyle, florada anaerobik mikroorganizmaların baskın olmasına yol açan bir mikrobiyal kayma meydana gelir (Rietschel ve Brade, 1992; Seltzer ve Farber, 1994).

Gram (-) bakterilerde bulunan endotoksinler, polisakkaritlerden, lipitlerden ve proteinlerden oluşurlar. Bu kimyasal yapıları sebebiyle endotoksinler, lipopolisakkarit (LPS) olarak adlandırılabilir (Westphal, 1975).

Bakterilerin hücre duvarında bulunan lipopolisakkaritlerin kemik rezorpsiyonu sürecinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Lipid A, endotoksin molekülünün toksik etkilerinden sorumlu bölgesidir. Canlı veya ölü, bütün veya parçalanmış bakterilerden gelen lipopolisakkaritlerin Lipid A yapıları sayesinde başlıca, makrofajlar, nötrofiller ve fibroblastlar üzerinde etki ederek, tümör nekroz faktörü (TNF), interlökin-1 (IL-1), interferon alfa (IFN- α) ve prostaglandinler gibi çok sayıda enflamatuvar mediyatörlerin salımına yol açarlar (Safavi ve Nichols, 1993).

Lipopolisakkaritler, enflamatuvar reaksiyona neden olmalarının yanı sıra, kemik rezorpsiyonunun da güçlü bir uyarıcısıdır. Lipopolisakkaritlerin etkisi ile salınan prostaglandin-E2 (PGE2), osteoklastları uyarır ve mekanizma kemik yıkımı ile sonuçlanır (Schein ve Schilder, 1975). Ayrıca, lipopolisakkaritler sitotoksiktirler ve nitrik oksit üretiminin güçlü bir uyarıcısıdır (Siqueira ve Rôças, 2003).

Bakteriyel endotoksinlerin periapikal lezyonlara neden olduğu ancak Ca(OH)_2 ile temas ettiğinde bu endotoksinlerin inaktive olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (Barthel ve diğerleri, 1997; Nelson-Filho ve diğerleri, 2002). Bakteriyel endotoksinin inaktivasyonunda Ca(OH)_2 'nin rolü Lipid A'nın hidrolizine sebep olmasıdır (Marinho ve diğerleri, 2018).

Antifungal etki

Mantarların, primer endodontik enfeksiyonlarla ilişkili mikrobiyotanın ortak üyeleri olduğu bildirilmemiştir (Sundqvist, 1994). Yine de oluşumları bazı araştırmacılar tarafından kültürleme, moleküler genetik yöntemler ve elektron mikroskobu kullanılarak rapor edilmiştir (Siqueira ve Sen, 2004). En sık rastlanan tür *C. albicans* olmakla birlikte sıklıkla kök kanal tedavisinin başarısız olduğu dişlerin kök kanallarından izole edilirken, primer kök kanal enfeksiyonlarında da bulunabilirler (Baumgartner ve diğerleri, 2000).

Mantarlar çok geniş pH aralığında yaşayabilirler (Mohammadi ve diğerleri, 2012). Ayrıca $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin iyonlarına ayrışmasıyla açığa çıkan Ca^{+2} iyonları mantarların büyümesine sebep olabildiği için, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin *C. albicans*'a karşı yeterince etkili olmadığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Siqueira ve Sen, 2004; Waltimo ve diğerleri, 1999).

2.5.2. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ taşıyıcıları

Kuru CaO tozunun kök kanallarına tek başına uygulanması zordur ve OH^- salınması için sıvı gerekli olduğundan, CaO bir taşıyıcı ile birleştirilmelidir. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ taşıyıcıları, patın periapikal dokular tarafından ve kök kanalı içinden çeşitli oranlarda çözünmesine ve emilmesine neden oldukları için ve iyonik ayrışmaya yardımcı oldukları için önemli bir role sahiptirler (Mohammadi ve Dummer, 2011). Patın viskozitesi ne kadar düşükse, iyonik ayrışma o kadar yüksek olur. Günümüzde yaygın olarak kullanılan taşıyıcıların yüksek moleküler ağırlığı, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin periapikal dokulara dağılımını en aza indirir ve patı istenen alanda daha uzun süre tutar (Athanassiadis ve diğerleri, 2007).

3 tür $\text{Ca}(\text{OH})_2$ taşıyıcısı vardır (Fava ve Saunders, 1999):

- Su, salin solüsyonu, anesteziik çözeltiler, karboksimetilselüloz, metilselüloz ve Ringer's çözeltileri gibi aköz taşıyıcılar.
- Gliserin, polietilenglikol ve propilen glikol gibi viskoz taşıyıcılar.
- Zeytinyağı, silikon yağı, kafur (kamforlu paraklorofenol yağı), bazı yağ asitleri (oleik, linoleik ve izostearik asitler dahil), öjenol ve metakresilasetat gibi yağ bazlı taşıyıcılar.

Steril su veya salin solüsyonu en yaygın olarak kullanılan taşıyıcılardır. Aköz taşıyıcılar hızlı iyon salımını destekler ve endodonti kliniğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Dental lokal anesteziik solüsyonları asidik bir pH'ya sahip olmalarına rağmen, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'in asitten minimum düzeyde etkilenen güçlü bir baz olması sebebiyle taşıyıcı olarak yeterli etki sağlarlar (Athanassiadis ve diğerleri, 2007).

Viskoz taşıyıcılar, yüksek molekül ağırlıkları sayesinde Ca^{+2} ve $(\text{OH})^-$ iyonlarının daha yavaş ve daha uzun sürede salımını sağlayan maddelerdir (Athanassiadis ve diğerleri, 2007). Yüksek molekül ağırlığı ayrıca $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'in periapikal dokulara dağılımını en

aza indirmektedir. Bu taşıyıcılar sayesinde Ca(OH)_2 birkaç ay boyunca kök kanallarında aktif kalabilir ve uzun süreli tedavilerde seans sayısını azaltabilir. Visköz taşıyıcılar, aköz taşıyıcılarla karşılaştırıldığında, daha düşük çözünürlüğe sahiptirler (Fava ve Saunders, 1999). Ancak patın viskozitesi antimikrobiyal aktiviteyi etkileyebilir. Yapılan bir çalışmada viskozitesi fazla olan Ca(OH)_2 ve su karışımının, viskozitesi daha az olan karışıma kıyasla dentin tübüllerindeki *E. faecalis* türüne karşı antibakteriyel aktivitesinin daha az olduğunu göstermiştir (Behnen ve diğerleri, 2001).

Yağlı taşıyıcılar, kök kanallarından zor uzaklaştırılmaları ve kök kanalı duvarlarında kalıntılar bıraktıkları için kısıtlı uygulamalara sahiptirler. Bu durum kök kanal patının sızdırmazlığını olumsuz etkileyeceği için yağlı taşıyıcıların günümüzde kullanılması önerilmemektedir (Fava ve Saunders, 1999).

2.5.3. Ca(OH)_2 'nin kök kanallarına uygulanması

Ca(OH)_2 'den maksimum etki elde etmek için, Ca(OH)_2 'nin tüm kök kanal duvarlarına temas halinde olması ve kök kanalının hacmini tamamen doldurması gerekir. Bu sebeple Ca(OH)_2 patı kök kanalı içine çalışma boyunca, sıkı ve homojen bir şekilde uygulanmalıdır (Dumsha ve Gutmann, 1985).

Kök kanallarına Ca(OH)_2 'nin uygulanması için pek çok yöntem tarif edilmiştir (Deveaux ve diğerleri, 2000):

- Kök kanal aletlerinin rotasyonu,
- Lentülo spiral kullanılması
- Ca(OH)_2 patının kanal içine enjekte edilmesi

2.5.4. Ca(OH)_2 'nin kök kanallarından uzaklaştırılması

Yüksek antimikrobiyal etkisi ve biyolojik avantajlarına rağmen, kök kanal sisteminden etkili bir şekilde uzaklaştırılmayan Ca(OH)_2 endodontik tedavinin başarısını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (D. Ricucci, 1997). Kanal içi ilaç olarak yerleştirilen Ca(OH)_2 , kök kanal dolgusu yapılmadan önce kök kanallarının içerisinden tamamen uzaklaştırılmalıdır.

Laboratuvar çalışmaları, Ca(OH)_2 kalıntılarının, kanal dolgu patlarının dentin tübüllerine nüfuz etmesini ve rezin dolguların dentine bağlanmasını engelleyebileceğini bu sebeple kök kanal dolgularının apikal sızıntılarını artırabileceğini göstermiştir. Ayrıca bu çalışmalar Ca(OH)_2 'in potansiyel olarak çinko oksit öjenol esaslı dolgu patları ile etkileşime girerek bu patların kök kanalı içerisinde taneli ve kırılğan bir yapı göstermelerine sebep olduğunu bildirmişlerdir (Calt ve Serper, 1999; Kim ve Kim, 2002; Margelos ve diğerleri, 1997). Bu nedenle, kök kanal dolumundan önce kanal içi ilaç olarak yerleştirilen Ca(OH)_2 'in kök kanalından tamamen uzaklaştırılması önerilir.

Ca(OH)_2 'nin kök kanalından uzaklaştırılması taşıyıcının cinsinden etkilenmektedir. Yağ bazlı taşıyıcılar ile hazırlanmış patların, distile su ile hazırlanmış patlara göre kök kanal sisteminden uzaklaştırılması daha zordur (Nandini ve diğerleri, 2006).

Literatürde Ca(OH)_2 'nin kök kanallarından uzaklaştırılması ile ilgili farklı yöntemler denenmiş fakat hiçbir yöntemin kök kanalının duvarlarındaki Ca(OH)_2 'yi tamamen uzaklaştıramadığı bildirilmiştir (Aslan, 2013).

Kanal içi ilaçların kök kanallarından uzaklaştırılması ile ilgili önceki çalışmalar, Ca(OH)_2 'nin kök kanallarından etkin bir şekilde uzaklaştırılmasının temel olarak iki parametreye bağlı olduğunu göstermiştir (Suresh ve diğerleri, 2022):

1. İrrigasyonda kullanılan şelatörün etkinliği
2. İrrigasyon tekniğinin etkinliği

Yapılan bazı çalışmalar sonucunda, irrigasyonda bir şelatör kullanımının, şelasyon yapmayan ajanlara kıyasla Ca(OH)_2 'nin kök kanallarından uzaklaştırılmasını önemli ölçüde iyileştirdiği bildirilmiştir (Kuştarıcı ve diğerleri, 2016; Neelakantan ve diğerleri, 2017; Salgado ve diğerleri, 2009).

İrrigasyon solüsyonlarının aktive edildiği çalışmalarda, şelatörlerin şelatör olmayanlara kıyasla Ca(OH)_2 'nin uzaklaştırılmasında daha etkili olduğunu bildiren çalışmalar (Abi-Rached ve diğerleri, 2014; Kuştarıcı ve diğerleri, 2016; Neelakantan ve diğerleri, 2017) mevcut olsa da bunun aksini savunan çalışmalar (Bhuyan ve diğerleri, 2015; Dias-Junior ve diğerleri, 2021) da mevcuttur.

2.6. Ca(OH)₂ Uzaklaştırma Etkinliğinin Değerlendirildiği Yöntemler

Kök kanallarından uzaklaştırılmayan Ca(OH)₂'nin değerlendirilmesi amacıyla, dijital fotoğraflama, skorlama, stereo mikroskop, taramalı elektron mikroskobu, bilgisayarlı tomografi ve Mikro-BT gibi yöntemlerden yararlanılmaktadır (Alturaiki ve diğerleri, 2015; Harzivartyan ve diğerleri, 2021; Kirar ve diğerleri, 2017; Lloyd ve diğerleri, 2016).

2.6.1. Mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT)

Bir nesnenin 3 boyutlu görüntüsünün elde edilmesi fikri, Webb (1990) tarafından öne sürülmüştür. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesi 3 boyutlu görüntülemeyi mümkün hale getirmiştir. Hounsfield 1970'li yıllarda tıbbi 3 boyutlu görüntüleme elde etmek amacıyla bilgisayarlı tomografi (BT) sistemini geliştirmiştir (Hounsfield, 1975).

BT cihazının tıbbi görüntülemede kullanılmaya başlamasından yaklaşık 10 yıl sonra, 1980'li yılların başında Elliott (1982) tarafından Mikro-BT cihazı geliştirilmiştir. Mikro-BT, bir eksen etrafındaki farklı birçok açıdan nesneye yönlendirilen X-ışınlarının izdüşümlerini, incelenen numunenin uzun aksına dik (*transaksiyel*) görüntü dizisi oluşturmak için yeniden yapılandırılan üç boyutlu görüntüleme sistemidir (Ritman, 2011).

Mikro-BT ile BT karşılaştırıldığında; BT'de X-ışını kaynağı ve sensör aynı anda nesnenin etrafında dönerek görüntü elde edilirken, Mikro-BT'de ise ışın kaynağı ve sensör sabit olup, nesne kendi etrafında döndürülür. X-ışını kaynağının ve sensörün sabit olmasıyla görüntüleme sırasında oluşan titreşim azalır ve çözünürlük artar (Sasov ve Van Dyck, 1998). Geleneksel BT'ler, X-ışını ile elde edilen görüntülerin bilgisayara transferi ile nesnelerin kesitler halinde görüntülenmesine olanak sağlar. Bu cihazlar ile 1-2 mm kalınlıkta kesitler elde edilmektedir. Örneklerden alınan kesit sayısının fazla olması (kesitlerin kalınlığının ince olması) görüntünün çözünürlüğünde artış sağlayan diğer bir etkidir. (Elliott ve Dover, 1982a). Mikro-BT'de mikro terimi, görüntülemedeki piksel boyutunu ifade etmektedir. BT ile alınan görüntüler milimetre (mm) ile ifade edilirken, Mikro-BT'de bu değer mikrometre (μm) ile ifade edilmektedir (Elliott ve Dover, 1982a). BT ile 1 mm³ boyutundaki vokseller ile tarama yapılırken, Mikro-BT'de 1 μm^3 boyutlarındaki vokseller ile tarama yapılır. Bunun

sonucunda Mikro-BT taraması ile elde edilen görüntüler ile BT görüntülerine oranla çok daha küçük alanların incelenmesine olanak sağlar (Feldkamp ve diğerleri, 1989). Ayrıca Mikro-BT taraması ile elde edilen görüntülerin çözünürlüğü BT görüntülerine kıyasla oldukça yüksektir (Kuhn ve diğerleri, 1990).

Mikro-BT günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde Mikro-BT'nin kullanım alanları ise şu şekildedir (Neves Ade ve diğerleri, 2011):

- Kemik yapılarının incelenmesi,
- Morfometrik ölçümlerin yapılması,
- Dental implantların değerlendirilmesi,
- Diş sert dokularının incelenmesi,
- Diş doku mühendisliği,
- Kök kanal anatomisinin incelenmesi,
- Kök kanal tedavisinin değerlendirilmesi,
- 3 boyutlu modelleme.

Mikro-BT, diş hekimliğinde *in vitro* çalışmalarda tercih edilmekte olup klinik uygulamalarda kullanılamamaktadır (Balto ve diğerleri, 2000). Bunun dışında, tarama için uzun bir süreye ihtiyaç duyulması ve taramanın pahalı olması Mikro-BT'nin dezavantajlarıdır. (Rhodes ve diğerleri, 1999).

Mikro-BT, son yıllarda yukarıda bahsedilen kullanım alanları dışında, Ca(OH)_2 'nin kök kanallarından uzaklaştırılmasını değerlendiren birçok *in-vitro* çalışmada da kullanılmıştır (Denna ve diğerleri, 2020; Moon ve diğerleri, 2022; Silva ve diğerleri, 2015; Wiseman ve diğerleri, 2011b).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Etik Kurul Onayı

Sonik aktivasyonla birlikte EDTA, IP6 ve NAC kullanımının, kök kanallarından Ca(OH)₂'nin uzaklaştırma etkinliklerinin Mikro-BT ile değerlendirilmesini amaçlayan bu çalışmaya, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 19.11.2020 tarihinde verilen GÜDHKA EK. 2020.24/6 sayılı etik kurulu onay raporu alındıktan sonra başlandı.

3.2. Örnek Seçimi

Bu çalışmada periodontal ve ortodontik sebeplerle çekilmiş alt birinci küçük azı dişleri kullanıldı. Dişler Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı Kliniği'nden temin edildi. Dişler üzerindeki diş taşı, debris, yumuşak doku gibi eklentiler periodontal küret yardımı ile uzaklaştırıldı ve %5,25'lik NaOCl solüsyonunda 2 saat süreyle dezenfekte edildi. Dişler deney aşamasında kullanılabilecek kadar %100 nem altında oda sıcaklığında bekletildi. Dişler 2.7 X büyütme altında lup (Admetec, Haifa, İsrail) ile ardından mesiodistal ve bukkolingual eksenlerden alınan radyograflar ile incelendi. Bu incelemelerin ardından; kök yüzeyinde çürük, çatlak, kırık içeren, internal ve eksternal rezorbsiyonu olan, kök ucu kapanmamış, pulpa taşı ve kök kanalında kalsifikasyon olan, lateral kök kanalı ve birden fazla kök kanalı olan, daha önceden yapılmış kök kanal dolgusu olan dişler çalışma dışı bırakıldı.

Araştırma öncesinde yapılan örneklem büyüklüğü hesabı için, istatistiksel gücün %80, etki büyüklüğünün %25 ve istatistiksel önemlilik düzeyinin 0,05 olmasına karar verildi. Etki büyüklüğü hesabı için mevcut literatür bilgisi kaynak olarak alındı (Denna ve diğerleri, 2020). Bu hesaplamalara göre her alt gruba 6 diş düşecek şekilde, toplam 24 adet dişin gerekli olduğu bulundu. İstatistiksel gücün düşmesini engellemek ve çalışma süresinde ortaya çıkabilecek öngörülemez negatif durumların da olabileceği düşünülerek, gruplarda 8'er adet olmak üzere, toplam 32 diş ile çalışılmasına karar

verildi. Örneklem büyüklüğü hesaplamaları için G*Power (for Mac, Version 3.1.9.4) yazılımı kullanıldı.

Tek köklü, tek kanallı, kök uçları kapanmış, kök kanalı eğimli olmayan 32 adet alt birinci küçük azı insan dişi çalışma için seçildi.

3.3. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi

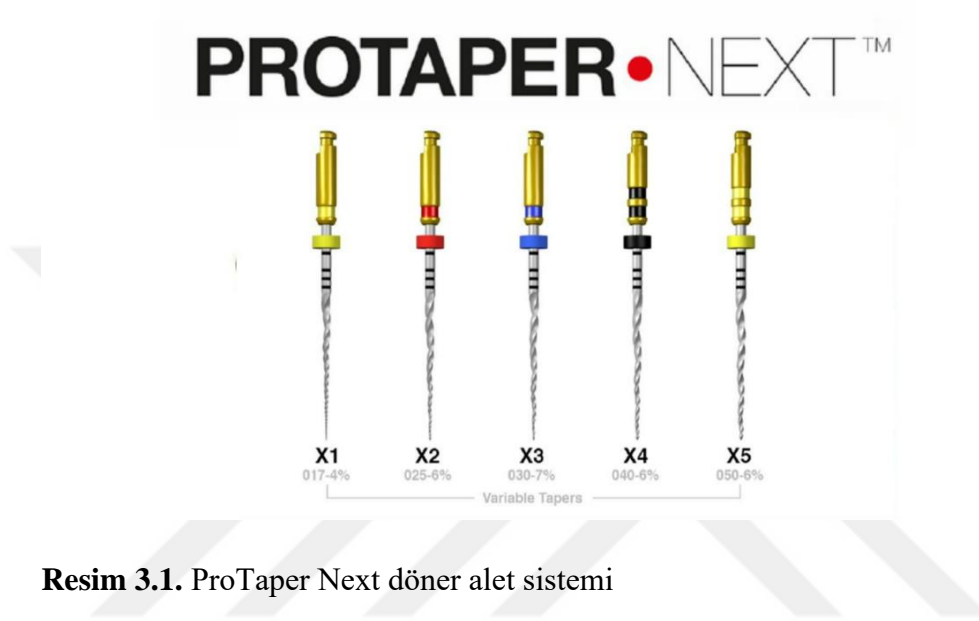
Çalışmada kullanılan 32 adet diş, Ca(OH)₂'nin kök kanallarından uzaklaştırılmasında kullanılacak yıkama solüsyonları ve yıkama aktivasyon yöntemi baz alınarak her bir grupta 8 diş olmak üzere rastgele 4 farklı gruba ayrıldı (n=8). 1. Grupta EDTA (Kemiger, Ankara, Türkiye) kullanılarak yıkama yapıldı. Diğer gruplarda ise EDTA, IP6 (Hangzhou Lianzheng Chemical, Zhejiang, Çin) ve NAC (Sisco Research Laboratories, Mumbai, Hindistan) solüsyonlarıyla, EndoActivator cihazı kullanılarak sonik aktivasyon tekniğiyle yıkama yapıldı

- **EDTA:** EDTA (yıkama aktivasyonu yok)
- **EDTA+SA:** EDTA + Sonik Aktivasyon
- **IP6+SA:** IP6 + Sonik Aktivasyon
- **NAC+SA:** NAC + Sonik Aktivasyon

3.4. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Seçilen dişlerin endodontik giriş kavimleri, kavite prensiplerine uygun olacak şekilde su soğutması altında #012 numaralı rond frez (Hager ve Meisinger GmbH, Almanya) kullanılarak açıldı. Kök kanallarında çalışma boyu, ISO #10 nolu K tipi eğenin (Diadent, Burnaby, BC, Kanada) kök apeksinde görüldüğü nokta ile tüberkül tepesi arasındaki mesafeden 1 mm kısa olacak şekilde kaydedildi. ISO #15 nolu K tipi eğe (Diadent, Burnaby, BC, Kanada) ile kök kanallarında rehber yol oluşturulduktan sonra kök kanalları ProTaper Next döner alet sistemiyle (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, A.B.D.) (Şekil 3.1), X-Smart endodontik motor (Dentsply, Tulsa, OK, A.B.D.) (Şekil 3.2) kullanılarak sırasıyla X1, X2, X3, X4 ve X5 kodlu eğeler ile firmanın kullanım talimatlarına uygun olarak şekillendirildi. Her kullanılan kanal eğesinden sonra kök kanalları, 27 G'lik uç kısmı kapalı yandan delikli endodontik iğne

kullanılarak, 2 mL %5'lik NaOCl (Microvem, Sakarya; Türkiye) ile yıkandı. Örneklerin hazırlık aşaması bitirildikten sonra her bir kök kanalında son yıkama protokolü olarak sırasıyla 5 mL %17' lik EDTA, 5 mL %5'lik NaOCl ve 2 mL distile su uygulandı. Ardından kök kanalları kâğıt konlar (Pearl Endo, Ardadent L.T.D., Ankara, Türkiye) ile kurutuldu.



Resim 3.1. ProTaper Next döner alet sistemi



Resim 3.2. X-Smart endomotor

3.5. Kök Kanallarına Ca(OH)₂'nin Yerleştirilmesi

Şekillendirme aşamasından sonra, şırınga içerisinde Ca(OH)₂ patı olan SURE-Paste (Sure Endo, Gyeonggi-do, Güney Kore) (Şekil 3.3), uygulama ucu çalışma boyundan 1 mm geride konumlandırılarak kök kanallarına uygulandı. Pat enjekte edildikten sonra siyah kuşaklı lentülo spiral (Diadent, Burnaby, BC, Kanada), çalışma boyundan 1 mm geride konumlandırılarak, ileri geri hareketlerle 10 sn boyunca çalıştırıldı. Ca(OH)₂'nin kök kanalları içerisinde homojen bir şekilde dağıldığını gözlemlemek amacıyla her bir örnekten mesiodistal ve bukkolingual doğrultuda olmak üzere 2 adet radyograf alındı. Homojen dağılım göstermeyen örnekler Ca(OH)₂ tekrar uygulandı. Kavitelere pamuk peletler yerleştirildi ve kaviteler geçici dolgu materyaliyle (Nucavfil, FSP Dental, U.K.) kapatıldı. Örnekler 1 hafta boyunca 37°C'de %100 nem altında bekletildi.



Resim 3.3. SURE-Paste baryum sülfat içerikli Ca(OH)₂ patı

3.6. Ca(OH)₂'nin Kök Kanallarından Uzaklaştırılması

3.6.1 Yıkama protokolü

Tüm gruplarda ve örneklerde geçici dolgu materyali ve pamuk pelet uzaklaştırılıp kök kanallarına erişim sağlandıktan sonra şekillendirmede kullanılmış en büyük apikal çaplı alet olan X5 kodlu eğe, çalışma boyunda 10 sn süre ile çalıştırıldı. Kök kanalları 5 mL hacminde %5'lik NaOCl ile yıkandı. Ardından Ca(OH)₂'yi kök kanalından uzaklaştırmak için kullanılan şelasyon ajanları, her bir grupta toplamda 5 mL hacminde kullanıldı. Sonik aktivasyon cihazı kullanılan EDTA+SA, IP6+SA ve NAC+SA gruplarında şelasyon ajanı 60 sn boyunca EndoActivator (şekil 3.4) cihazı ile aktive edildi. Son olarak kök kanalları 2 mL distile su ile yıkandı.



Resim 3.4. EndoActivator cihazı

EDTA grubu

Kök kanallarına erişim sağlandıktan sonra, Ca(OH)_2 uzaklaştırmada %17'lik EDTA'nın (Şekil 3.5) kullanıldığı bu grupta, irrigasyon aktivasyonu yapılmadı. Irrigasyon geleneksel şırınga tekniği ile yapıldı. İğne, çalışma boyundan 1 mm geride konumlandırıldı, yıkama boyunca ileri geri hareket ettirildi. Örneklere 5 mL %5'lik NaOCl ardından 5 mL %17'lik EDTA uygulanarak Ca(OH)_2 kök kanallarından uzaklaştırıldı.



Resim 3.5. EDTA solüsyonu

EDTA+SA grubu

Ca(OH)_2 uzaklaştırılmasında %5'lik NaOCl'nin ardından %17'lik EDTA solüsyonu kullanıldı. EndoActivator'un 25.04 kodlu aktivasyon ucu kök kanallarına çalışma boyundan 1 mm geride yerleştirildi ve EDTA 60 sn boyunca aktive edildi.

IP6+SA grubu

Ca(OH)_2 'nin uzaklaştırılmasında IP6 çözeltisi (Şekil 3.6.a) kullanıldı. Üreticisi tarafından %50'lik konsantrasyonda hazırlanan IP6 distile suyla karıştırılarak endodontide kullanılan %1'lik forma dönüştürüldü (Şekil 3.6.b).

Ca(OH)₂ uzaklaştırılmasında %5'lik NaOCl'nin ardından %1'lik IP6 solüsyonu kullanıldı. EndoActivator'un 25.04 kodlu aktivasyon ucu kök kanallarına çalışma boyundan 1 mm geride yerleştirildi ve IP6 60 sn boyunca aktive edildi.

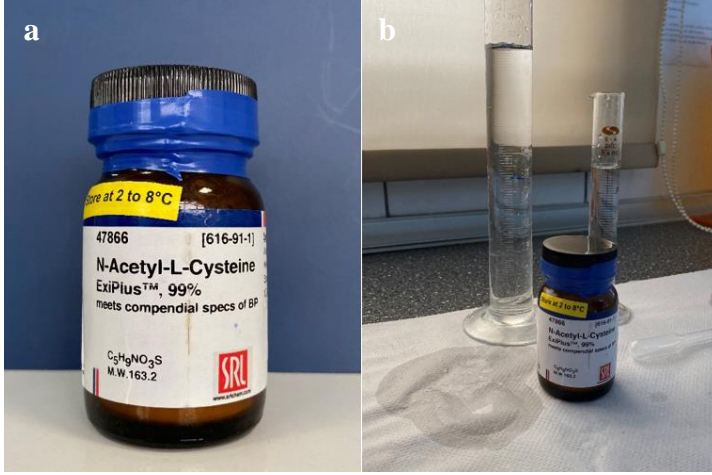


Resim 3.6. (a) %50'lik IP6 solüsyonu (b) %50'lik IP6 solüsyonundan %1'lik IP6 solüsyonunun hazırlanışı

NAC+SA grubu

Ca(OH)₂'nin uzaklaştırılmasında NAC (Şekil 3.7.a) çözeltisi kullanıldı. Üreticisi tarafından saf toz halinde üretilen NAC, yapılan literatür taraması sonucunda her 1mL distile suya 0,2 gr eklenerek, 200 mg/ml konsantrasyonlu solüsyon haline getirildi (Şekil 3.7.b) (Quah ve diğerleri, 2012).

Ca(OH)₂ uzaklaştırılmasında %5'lik NaOCl'nin ardından 200mg/ml'lik NAC solüsyonu kullanıldı. EndoActivator'un 25.04 kodlu aktivasyon ucu kök kanallarına çalışma boyundan 1 mm geride yerleştirildi ve NAC 60 sn boyunca aktive edildi.



Resim 3.7. (a) Saf toz halindeki NAC (b) Saf toz halindeki NAC'tan 200 mg/mL konsantrasyonlu NAC solüsyonun hazırlanması

3.7. Örneklerin Mikro-BT İle Taranması

Her bir gruptaki örnekler sırasıyla; kök kanallarının şekillendirilmesinden sonra, kök kanallarına $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yerleştirilmesinden sonra ve $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin kök kanallarından uzaklaştırılmasından sonra olmak üzere toplam 3 defa Mikro-BT cihazı (Bruker Micro-CT SkyScan 1275, Kontich, Belçika) ile tarandı (Şekil 3.8). Taramalar Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda yapıldı.

Örnekler taranmak üzere Mikro-BT cihazının döner platformu üzerine gruplar halinde yerleştirildi. X ışını kaynağına ait parametreler 8 W, 80 Kv ve 125 μA olarak ayarlandı. Taramada 1,0 mm kalınlığında Al filtre kullanıldı. Her açıdan 3 kez görüntü alındı. Her görüntü 20 ms pozlanarak birleştirildi ve tek bir görüntü haline getirildi. Böylece görüntüdeki gürültü (*noise*) oranı azaltılmış oldu. Cihaza ait diğer parametreler üretici firmanın talimatları doğrultusunda ayarlandı. Her bir tarama 40 dk sürdü.

Taramalar sonucunda piksel boyutu 25 μm olan ham görüntüler elde edildi. Ham görüntülerin yeniden yapılandırılmasında NRecon (SkyScan, Kontich, Belçika) yazılımı kullanıldı. Bu yeniden yapılandırma yazılımı, taramalar sonucu elde edilen ham görüntülerin birleştirilmesine ve örneklerin iç yapısının incelenmesine olanak sağladı. Elde edilen görüntüler, örneklerin her 3 uzaysal düzlemde incelenmesini sağlayan Data Viewer (SkyScan, Kontich, Belçika) programına aktarıldı. Her bir örneğe ait veriler 2 endodontist tarafından incelenip analiz edildi.



Resim 3.8. Mikro-BT cihazı

3.8. İstatistiksel Analiz

Veriler tek yönlü ANOVA testi ile analiz edildi. Çoklu grup karşılaştırmaları için post-hoc testlerinden Duncan testi yapıldı. İlk olarak parametrik testler için ön koşul olan varyansların homojenliği Levene testi ile kontrol edildi ve varyansların homojenliği varsayımının karşılandığı belirlendi. Normallik varsayımını kontrol etmek için Shapiro-Wilk testi yapıldı ve normalliğin sağlandığı belirlendi. Gruplar arası farklılıklar incelenirken anlamlılık değeri $p < 0,05$ olarak belirlendi. Verilerin analizinde IBM SPSS 23 (SPSS Inc., Chicago, IL, A.B.D) programı kullanıldı.



4. BULGULAR

Çalışmada kullanılan şelasyon ajanlarının (*EDTA*, *IP6*, *NAC*) Ca(OH)_2 'yi kök kanallarından uzaklaştırma etkinliklerinin değerlendirilmesi amacıyla Mikro-BT yöntemi kullanılarak;

- Şekillendirilmiş kök kanallarının hacmi (*preparasyon hacmi*),
- Ca(OH)_2 'nin kök kanallarından uzaklaştırılmadan önceki hacmi (*ilk Ca(OH)_2 hacmi*),
- Ca(OH)_2 'nin kök kanallarından uzaklaştırıldıktan sonraki hacmi (*son Ca(OH)_2 hacmi*) hesaplandı.

Gruplardaki şekillendirilmiş kök kanallarının hacmi (*preparasyon hacmi*) Çizelge 4.1'de, kök kanallarına uygulanan Ca(OH)_2 'nin dolum kalitesi ise Çizelge 4.2'de gösterildi.

Çizelge 4.1. Preparasyon hacmi (mm^3)

	n	Maksimum	Minimum	Ortalama	p
EDTA	8	27,29	20,50	23,01±2,38	
EDTA+SA	8	29,09	20,51	24,90±2,84	>0,05
IP6+SA	8	30,99	20,86	24,80±3,52	
NAC+SA	8	26,51	20,14	24,01±2,08	

Grupların preparasyon hacimleri arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$).

Çizelge 4.2. Kök kanallarına uygulanan Ca(OH)₂'nin dolum kalitesi (%)

	n	Maksimum	Minimum	Ortalama	p
EDTA	8	93,44	88,03	90,97±1,66	>0,05
EDTA+SA	8	93,74	88,26	91,32±1,74	
IP6+SA	8	92,25	87,60	90,46±1,50	
NAC+SA	8	93,27	87,11	90,94±1,99	

Kök kanallarına şırınga ve lentülo spiral kombinasyonu ile uygulanan Ca(OH)₂ hacminin kök kanal boşluğunun hacmine olan oranı gruplardan bağımsız olarak ortalama %90,92 bulundu ve gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p>0,05).

Gruplardaki Ca(OH)₂'nin, ilk hacim değerleri (mm³) Çizelge 4.3'te gösterildi. Kök kanallarındaki Ca(OH)₂'nin ilk hacmine ait veriler incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (p>0,05).

Çizelge 4.3. Gruplara ait Ca(OH)₂'nin ilk hacim değerleri (mm³)

İlk Ca(OH)₂ Hacmi (mm³)					
	n	Maksimum	Minimum	Ortalama	p
EDTA	8	25,50	18,42	20,95±2,43	>0,05
EDTA+SA	8	26,48	18,85	22,75±2,75	
IP6+SA	8	27,85	19,00	22,41±3,03	
NAC+SA	8	23,76	18,00	21,82±1,85	

Gruplardaki Ca(OH)_2 'nin, son hacim değerleri (mm^3) Çizelge 4.4'te gösterildi. Son hacim değerleri incelendiğinde ise EDTA grubunun anlamlı bir şekilde diğer gruplardan farklılaştığı ve diğer gruplara göre daha yüksek son hacim değerlerine sahip olduğu görüldü ($p < 0,05$).

Çizelge 4.4. Gruplara ait Ca(OH)_2 'nin son hacim değerleri (mm^3)

Son Ca(OH)_2 Hacmi (mm^3)					
	n	Maksimum	Minimum	Ortalama	p
EDTA	8	10,75	8,53	9,31±0.84*	
EDTA+SA	8	6,61	3,49	5,01±0.97	<0,05
IP6+SA	8	6,61	4,14	5,26±0.84	
NAC+SA	8	6,83	4,11	5,23±1.06	

* İstatistiksel olarak anlamlı fark gösteren gruplar

Gruplara ait son Ca(OH)_2 hacminin, ilk hacme oranı (%) Çizelge 4.5'te gösterildi.

Çizelge 4.5. Gruplara ait son Ca(OH)_2 hacminin ilk hacme oranı (%)

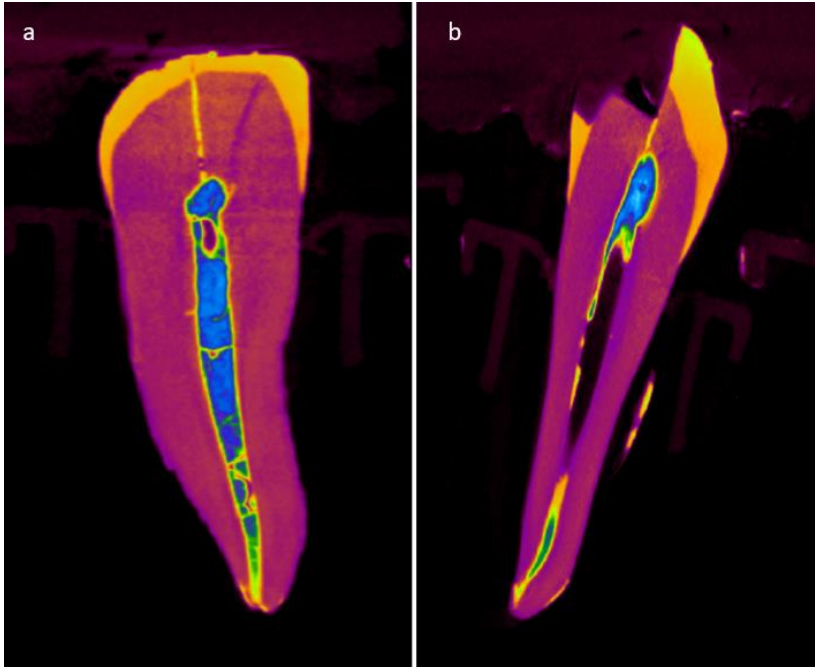
	n	Maksimum	Minimum	Ortalama	p
EDTA	8	50,68	35,58	44,79±4,81*	
EDTA+SA	8	27,04	15,70	22,13±4,11	<0,05
IP6+SA	8	31,87	20,69	23,63±3,72	
NAC+SA	8	30,64	18,88	23,95±4,34	

* İstatistiksel olarak anlamlı fark gösteren gruplar

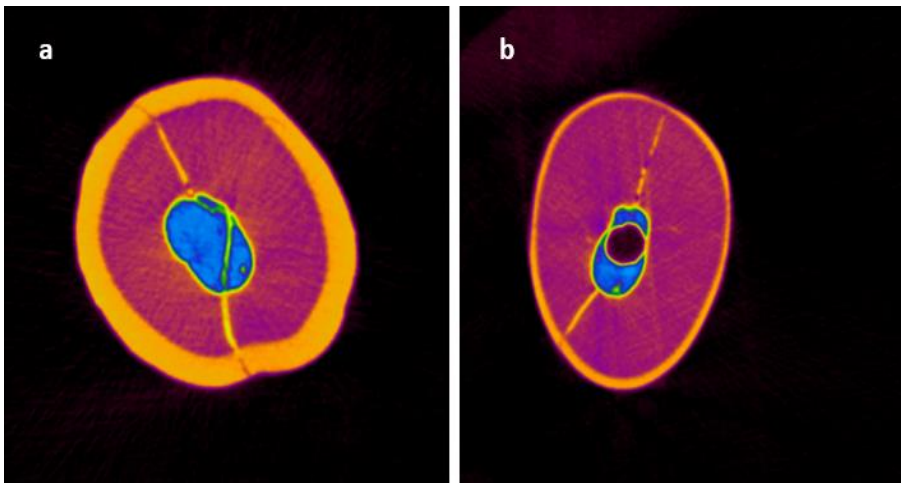
Tek yönlü ANOVA sonuçları değerlendirildiğinde, son Ca(OH)_2 hacminin, ilk Ca(OH)_2 hacmine göre yüzdesel oranının gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklı olduğu bulundu ($p < 0,05$). EDTA grubunun ortalamasının EDTA+SA, IP6+SA ve NAC+SA gruplarının ortalamasından anlamlı şekilde yüksek olduğu

bulundu. EDTA+SA, IP6+SA ve NAC+SA gruplarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).

Resim 4.1 ve Resim 4.2’de, EDTA grubuna ait bir örneğin, kök kanallarındaki Ca(OH)_2 ’nin Mikro-BT taraması sonucunda elde edilen ilk hacim ve son hacim görüntüleri verildi.

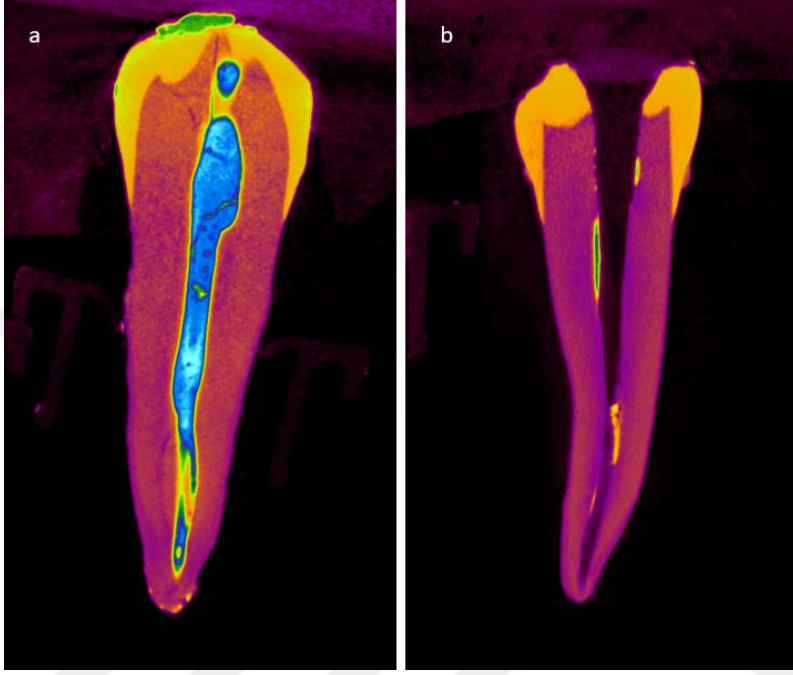


Resim 4.1. EDTA grubuna ait bir örneğin, Ca(OH)_2 ilk hacim (a) son hacim (b) sagittal kesit görüntüleri

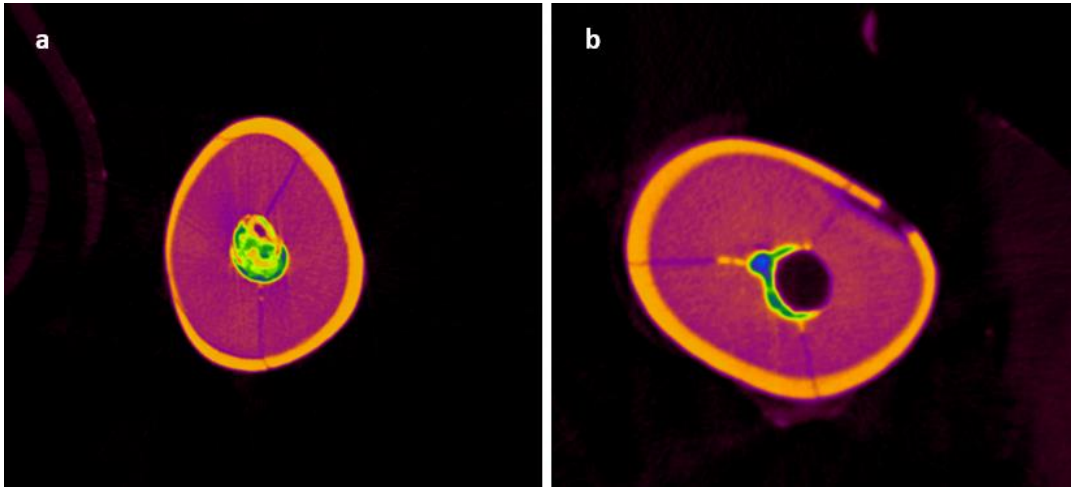


Resim 4.2. EDTA grubuna ait bir örneğin, Ca(OH)_2 ilk hacim (a) son hacim (b) aksiyel kesit görüntüleri

Resim 4.3 ve Resim 4.4'te, EDTA+SA grubuna ait bir örneğin, kök kanallarındaki $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin Mikro-BT taraması sonucunda elde edilen ilk hacim ve son hacim görüntüleri verildi.

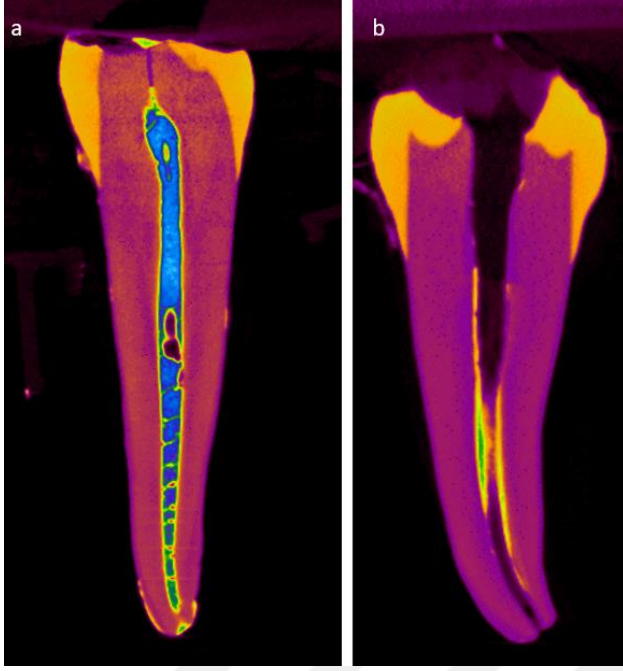


Resim 4.3. EDTA+SA grubuna ait bir örneğin, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ilk hacim (a) son hacim (b) sagittal kesit görüntüleri

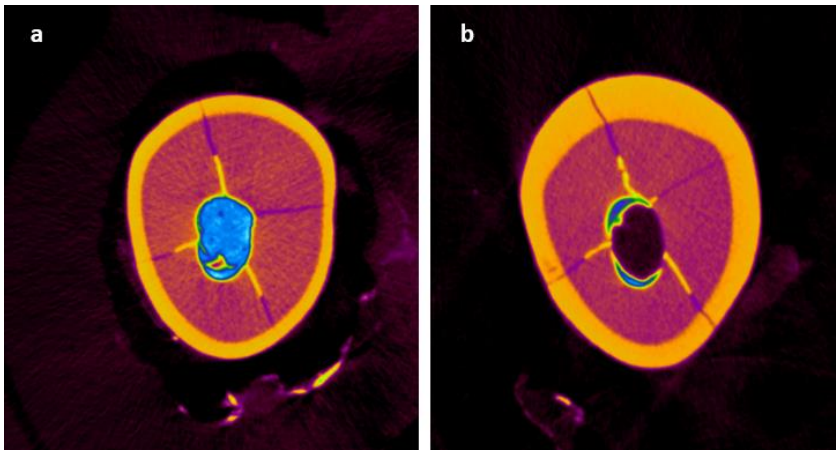


Resim 4.4. EDTA+SA grubuna ait bir örneğin, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ilk hacim (a) son hacim (b) aksiyel kesit görüntüleri

Resim 4.5 ve Resim 4.6'da, IP6+SA grubuna ait bir örneğin, kök kanallarındaki $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin Mikro-BT taraması sonucunda elde edilen ilk hacim ve son hacim görüntüleri verildi.

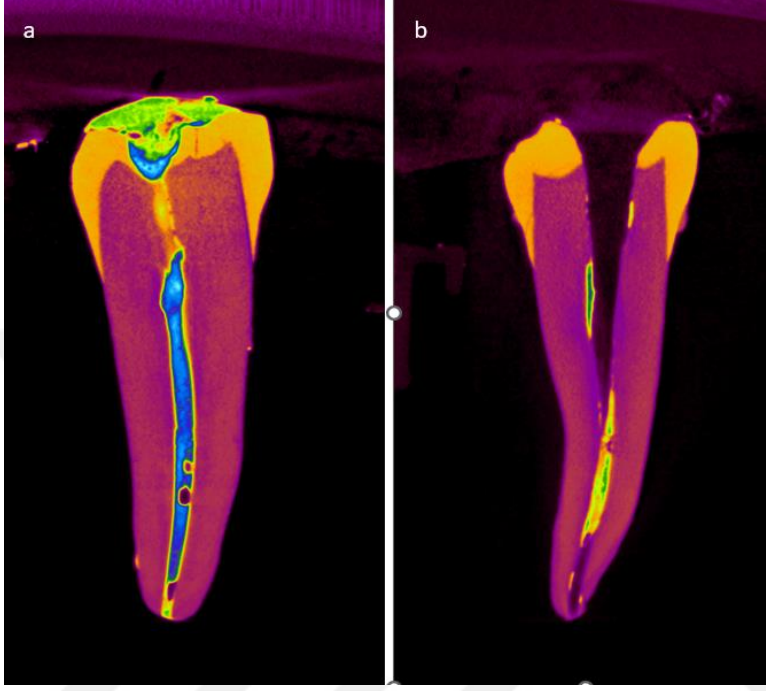


Resim 4.5. IP6+SA grubuna ait bir örneğin, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ilk hacim (a) son hacim (b) sagittal kesit görüntüleri

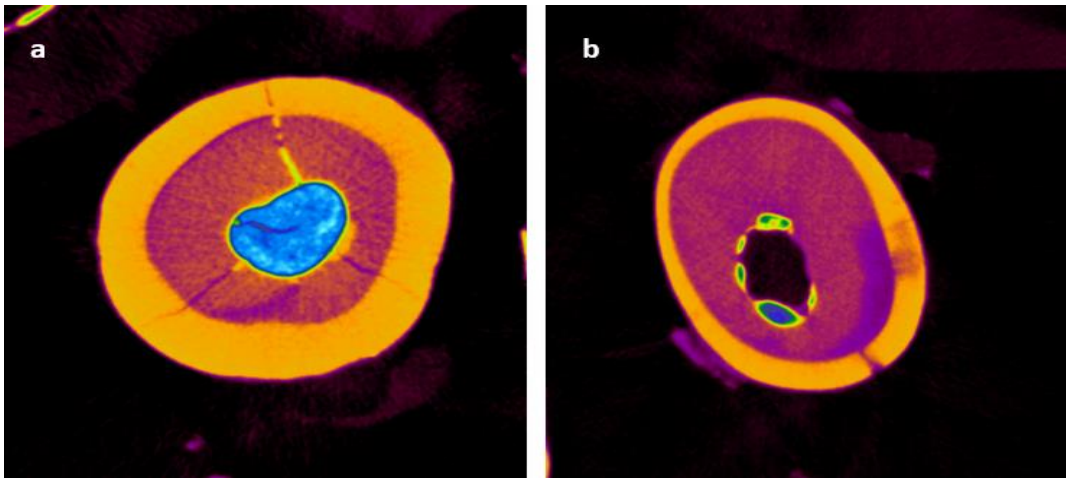


Resim 4.6. IP6+SA grubuna ait bir örneğin, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ilk hacim (a) son hacim (b) aksiyel kesit görüntüleri

Resim 4.7 ve Resim 4.8’de, NAC+SA grubuna ait bir örneğin, kök kanallarındaki $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ’nin Mikro-BT taraması sonucunda elde edilen ilk hacim ve son hacim görüntüleri verildi.



Resim 4.7. NAC+SA grubuna ait bir örneğin, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ilk hacim (a) son hacim (b) sagittal kesit görüntüleri



Resim 4.8. NAC+SA grubuna ait bir örneğin, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ilk hacim (a) son hacim (b) aksiyel kesit görüntüleri



5. TARTIŞMA

Bu çalışmada 3 farklı şelasyon ajanının (EDTA, IP6, NAC) sonik aktivasyon kullanılarak, Ca(OH)₂'nin kök kanallarından uzaklaştırma etkinliklerinin Mikro-BT analiziyle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Kanal içi ilaçların kök kanalından uzaklaştırılmasının araştırıldığı çalışmalar incelendiğinde genellikle büyük azı dişlerinin veya tek köklü dişlerin kullanıldığı görülmektedir (Lambrianidis ve diğerleri, 2006; Wiseman ve diğerleri, 2011). Ancak büyük azı dişlerinde standardizasyonun sağlanması zor olabileceğinden ve Ca(OH)₂'nin uzaklaştırmasını etkileyebilecek anatomik farklılıkların nispeten daha fazla olması sebebiyle çalışmamızda, tek köklü ve düz kök kanallarına sahip 32 adet alt birinci küçük azı insan dişi kullanıldı.

Örneklem büyüklüğü diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında küçük gözükse de görüntülemeye Mikro-BT cihazının kullanılmasıyla elde edilen verilerin hassasiyeti, konvansiyonel yöntemlere göre oldukça yüksektir (Elliott ve Dover, 1982; Kuhn ve diğerleri, 1990; Silva ve diğerleri, 2015). Literatür taramasının ardından yapılan *power* analizi sonucunda her alt grupta 6 diş olacak şekilde, toplam 24 adet dişin gerekli olduğu bulundu. İstatistiksel gücün düşmesini engellemek ve çalışma sürecinde ortaya çıkabilecek öngörülemeyen negatif durumların da olabileceği düşünülerek, gruplarda 8'er adet olmak üzere, toplam 32 diş ile çalışılmasına karar verildi.

Kök kanallarının mekanik şekillendirilmesi sonrasında dentin duvarlarında hiç temas edilemeyen alanların bulunduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Davis ve diğerleri, 1972; Park ve diğerleri, 2012; Yu ve Schilder, 2001). Bunun yanı sıra, mekanik şekillendirmeye ek olarak irrigasyon solüsyonunun aktive edildiği diğer çalışmalarda, dişin fiziksel yapısını koruyan konservatif şekillendirmeler ile nispeten daha fazla madde kaybına yol açan şekillendirmeler kıyaslanmış olup, kök kanallarının dezenfeksiyonunda bu iki grup arasında benzer sonuçlar elde edilmiştir (Lee ve diğerleri, 2019; Siqueira ve diğerleri, 2010). Bu çalışmalar, konservatif şekillendirmenin, irrigasyon aktivasyonu yapıldığı takdirde hem etkin bir dezenfeksiyon sağlayacağını hem de kök yapısının korunacağını ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, alt birinci küçük azı dişlerinin oval ve geniş kök kanallarına sahip

olması sebebiyle, dentin duvarlarına maksimum teması sağlamak ve standart bir kök kanal boşluğu oluşturmak amacıyla daha etkin bir mekanik şekillendirme yapılması amaçlandı. Bu sebeple ProTaper Next döner alet sistemi tercih edildi ve kök kanalları en son #50 apikal çapa sahip olan X5 kodlu aletle şekillendirildi.

Kök kanallarında bulunan mikroorganizmaların ve ürünlerinin elimine edilmesi, endodontik tedavinin esas amaçlarından biri olarak kabul edilir. Ancak kök kanal sisteminin karmaşık yapısı ve inatçı enfeksiyonlar bu durumu güçleştirmektedir. Bu amaçla biyomekanik şekillendirmeye ek olarak, kök kanal tedavilerinin seansları arasında kanal içi ilaç uygulanması önerilmektedir (Byström ve Sundqvist, 1981; Mamootil ve Messer, 2007). $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin antimikrobiyal etkinliği, organik dokuları çözmesi, sert doku onarımını uyarması, kemik yıkımını inhibe etmesi gibi özellikleri, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'yi endodontide yaygın olarak tercih edilen kanal içi ilaçlardan birisi yapmaktadır (Teixeira ve diğerleri, 2005; Wiseman ve diğerleri, 2011). Seanslar arasında kök kanallarında bekletilmek üzere özellikle apikal periodontitisli dişlerde; doku çözme etkinliği, antibakteriyel etkinliği ve lipopolisakkarit degradasyonu yapması sebebiyle sıkça tercih edilmektedir (Hasselgren ve diğerleri, 1988; Sjögren ve diğerleri, 1991). Bu çalışmada kanal içi ilaç olarak $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kullanıldı.

Siqueira ve diğerleri (1999), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin antibakteriyel etkisinin, iyonlarına ayrışmasıyla ortaya çıkan OH^- miktarına bağlı olduğunu göstermişlerdir. Simcock ve Hicks (2006) ise radyografik görünüm ile kök kanalına iletilebilen $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ağırlığı arasında güçlü bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'den optimum antibakteriyel etki elde edebilmek için yoğun ve homojen dolun sağlayan uygulama tekniği seçilmelidir. Yapılan bazı çalışmaların sonucunda, lentülo spiral ve şırınga teknikleri arasında $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile doldurulmuş alanların yüzdesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur (Simcock ve Hicks, 2006; Smutkeeree ve diğerleri, 2015). Öte yandan, diğer çalışmalar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ iletim teknikleri arasında önemli farklılıklar olduğunu bildirmiştir (Oztan ve diğerleri, 2002; Sigurdsson ve diğerleri, 1992; Staehle ve diğerleri, 1997; Torres ve diğerleri, 2004). Yapılan bir çalışmada, son şekillendirilmesi #25 nolu endodontik alet ile yapılan kök kanallarına $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin uygulanmasında, lentülo spirali ile en yüksek kalitede dolun yapıldığı izlenmiştir (Sigurdsson ve diğerleri, 1992). Diğer bir çalışmada ise kök kanallarının son şekillendirilmesi #50 nolu eğe ile yapılmış ve şırınga sistemi ile yapılan $\text{Ca}(\text{OH})_2$

dolumunun daha etkin olduğu izlenmiştir (Staeble ve diğerleri, 1997). Öztan ve diğerleri (2002), şınga sistemlerini lentülo spirallere göre daha etkin bulmuşken, Torres ve diğerleri (2004), simüle kök kanallarında lentülo spiral ve lentulo spiral-şınga sistemi kombinasyonunun, şınga sisteminden daha yüksek etkinliğe sahip olduğuna dair çelişkili sonuçlar bildirmiştir. Bu veriler ışığında çalışmamızda, kök kanallarına uygulanan Ca(OH)_2 'in hacmini maksimum seviyeye çıkarmak amacıyla şınga sistemi ve lentülo spiral kombine olarak kullanıldı. Ayrıca Ca(OH)_2 artıklarının Mikro-BT ile incelenmesinde, verilerin hassasiyetini artırmak amacıyla daha radyopak bir görüntüleme yapılması amaçlandı. Bu sebeple bu çalışmada, baryum sülfat eklenmiş pat içeren SURE-Paste şınga sistemi tercih edildi.

Litereatürde Ca(OH)_2 'nin kök kanal sisteminde bekletilme süresine ait farklı veriler bulunmaktadır. Kök kanal sistemi içerisinde 1 hafta bekletilen Ca(OH)_2 'nin kök kanalındaki bakterilerin sayısında azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir (Shipper ve diğerleri, 2004; Sjögren ve diğerleri, 1991). Bu bulgular ışığında çalışmamızda kullanılan Ca(OH)_2 , kök kanalları içerisinde 1 hafta süre ile bekletildi.

Ca(OH)_2 kalıntıları sızdırmazlığı ve kanal patlarının yapısını olumsuz etkilemektedir. (Barbizam ve diğerleri, 2008; van der Sluis, Wu, ve diğerleri, 2007). Lambrianidis ve diğerleri (2006) yaptıkları bir çalışmada, kök kanal sistemini 3 boyutlu ve sızdırmaz bir şekilde doldurulabilmek için Ca(OH)_2 'nin tamamen uzaklaştırılması gerektiğini bildirmişlerdir. Ca(OH)_2 'nin kök kanallarından etkin bir şekilde uzaklaştırılmasıyla; patların dentin tübüllerine penetrasyonunun arttığı, böylece hem iyi bir tıkanmanın sağlandığı hem de pat ile dentin arasındaki bağlanmanın arttığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Barbizam ve diğerleri, 2008; D. Ricucci, 1997; Hosoya ve diğerleri, 2004; van der Sluis, Wu, ve diğerleri, 2007). Bu sebeple Ca(OH)_2 , kök kanalları doldurulmadan önce tamamen uzaklaştırılmalıdır (Calt ve Serper, 1999; Lambrianidis ve diğerleri, 2006).

Kök kanalına uygulanan Ca(OH)_2 uzaklaştırılırken, irrigasyon solüsyonunun hacminin dışında kimyasal bileşenin de önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir (Suresh ve diğerleri, 2022). Ca(OH)_2 'nin sadece NaOCl kullanılarak kök kanallarından uzaklaştırılamayacağı, bu sebeple NaOCl ile birlikte bir şelasyon ajanının kullanılması önerilmektedir (Calt ve Serper, 1999). EDTA, endodontik tedavide NaOCl'nin ardından Ca(OH)_2 'nin kök kanallarından uzaklaştırılmasında yaygın olarak kullanılan

bir şelasyon ajanıdır (Czonstkowsky ve diğerleri, 1990). EDTA'nın periradiküler dokulara toksik etkisinin olması, dentin erozyonuna sebep olması ve antimikrobiyal etkisinin olmaması da dahil olmak üzere birçok dezavantajı vardır (Spangberg ve diğerleri, 1973). Bu sebeple günümüzde EDTA'ya alternatif bir şelasyon ajanı arayışı çerçevesinde birçok çalışma yapılmaktadır (Nassar ve diğerleri, 2015; Violich ve Chandler, 2010; Wilkoński ve diğerleri, 2020). Bu çalışmada, EDTA'ya alternatif olarak IP6 ve NAC solüsyonları kullanıldı. EDTA, IP6, ve NAC solüsyonlarının sonik aktivasyon kullanılarak, Ca(OH)_2 uzaklaştırma etkinliklerinin Mikro-BT analiziyle karşılaştırılması amaçlandı.

Litereatürde Ca(OH)_2 'nin kök kanallarından uzaklaştırılmasını araştıran pek çok çalışmada irrigasyonda birçok farklı uygulamanın tercih edildiği görüldü (Chawla ve Kumar, 2018; Ok ve diğerleri, 2015; Ulusoy ve diğerleri, 2021; Wiseman ve diğerleri, 2011; Yücel ve diğerleri, 2013). Wiseman (2011) ve Chawla (2018) birbirinden bağımsız olarak yaptıkları çalışmalarda Ca(OH)_2 'yi kök kanallarından uzaklaştırmada irrigasyon tekniği olarak sonik aktivasyonu kullanmışlardır. Her iki çalışmada da farklı konsantrasyonlardaki NaOCl ve EDTA solüsyonları sırasıyla kök kanallarına uygulanmıştır ve 60 sn sonik aktivasyon yapılmıştır. Bu çalışmada da Wiseman (2011) ve Chawla'nın (2018) çalışmalarına uygun olarak, NaOCl irrigasyonunun ardından ilgili gruptaki şelasyon ajanı 60 sn sonik ile aktive edildi. Bu protokol ile tüm gruplarda standart bir irrigasyonun sağlanması amaçlandı.

Tomson ve diğerleri (2016), yayınladıkları bir derlemede EDTA'nın aktive edilmeden tek başına kullanılması ile Ca(OH)_2 'nin tamamen uzaklaştırılmayacağını bildirmişlerdir. Kök kanal sistemine uygulanan irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin artırılması için bu solüsyonların irrigasyon aktivasyon teknikleri ile kullanılması önerilmektedir (Caron ve diğerleri, 2010; Gu ve diğerleri, 2009a; Rödig ve diğerleri, 2011). Sonik aktivasyon sistemlerinin kök kanallarının dezenfeksiyonunda oldukça verimli oldukları gösterilmiştir (Pitt, 2005). EndoActivator günümüzde endodonti pratiğinde en çok tercih edilen sonik aktivasyon sistemlerinden biridir (Caron ve diğerleri, 2010). Manipülasyonun basit olması ve endodonti pratiğinde sıklıkla kullanılması sebebiyle, çalışmamızda kullanılan şelasyon ajanlarının aktivasyonunda EndoActivator cihazı kullanıldı.

Günümüzde Mikro-BT ile görüntüleme, kök kanal sisteminin incelenmesi için en etkili ve en güncel yöntemlerden biridir. Ayrıca Mikro-BT, kök kanallarındaki Ca(OH)_2 kalıntılarının incelenmesinde başarılı ve yıkıcı olmayan bir yöntemdir (Silva ve diğerleri, 2015). Mikro-BT kullanılarak Ca(OH)_2 'nin kök dentininden uzaklaştırılmasını inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır (Denna ve diğerleri, 2020; Ma ve diğerleri, 2015; Silva ve diğerleri, 2015; Wiseman ve diğerleri, 2011). Bu çalışmada Ca(OH)_2 artıklarının incelenmesinde Mikro-BT görüntüleme yönteminden faydalanıldı.

Çalışmamızın farklı deney aşamalarında örnekler 3 defa Mikro-BT ile tarandı. Birinci Mikro-BT taramasıyla preparasyon hacmine ait veriler, ikinci taramayla Ca(OH)_2 'nin prepare edilmiş kök kanallarındaki hacmi (*ilk hacim*), üçüncü taramayla ise kök kanallarında kalan artık Ca(OH)_2 hacmi (*son hacim*) hesaplandı. Birinci ve ikinci Mikro-BT taramalarına ait veriler, şırınga sisteminin lentülo spiral ile kombine kullanımının, Ca(OH)_2 'nin kök kanallarına iletimindeki etkinliğinin değerlendirilmesine olanak sağladı. İkinci ve üçüncü Mikro-BT taramalarından elde edilen veriler ise çalışmamızda kullanılan şelasyon ajanlarının, Ca(OH)_2 'yi kök kanallarından uzaklaştırma etkinliklerinin karşılaştırılmasına olanak sağladı.

Birinci Mikro-BT taraması ile elde edilen preparasyon hacimleri değerlendirildiğinde, örneklerin preparasyon hacimlerinin birbirine benzediği ve örneklerin standardizasyonunun sağlandığı görüldü.

Şekillendirilen kök kanallarının Ca(OH)_2 ile doldurulmasından sonra yapılan ikinci Mikro-BT taramasıyla, kök kanallarına uygulanan Ca(OH)_2 'nin ilk hacmi hesaplandı. Bu veriler ile preparasyon hacimleri karşılaştırıldığında Ca(OH)_2 'nin dolum kalitesine ait bulgular elde edildi. Şırınga ve lentülo spiral kombinasyonu ile uygulanan Ca(OH)_2 'nin, gruplardan bağımsız olarak kök kanallarının ortalama %90,92'sini doldurduğu görüldü. Bu oranın Smutkeeree ve diğerlerinin (2015), şırınga ve lentülo sistemlerinin Ca(OH)_2 dolum kalitesini karşılaştıran çalışmasındaki oranlara göre yüksek olduğu görüldü. Çalışmamızdaki örneklerin Ca(OH)_2 dolum kalitesinin yüksek olması, kök kanallarının radyograflarla kontrol edilip, düşük kalitedeki dolumların tekrar edilmesinden kaynaklı olmuş olabilir.

Ca(OH)₂'nin kök kanallarından uzaklaştırılmasının ardından yapılan üçüncü Mikro-BT taramasıyla Ca(OH)₂'nin son hacmi hesaplandı. Son hacim değerleri ile ilk hacim değerlerinin karşılaştırılması sonucunda şelasyon ajanlarının Ca(OH)₂ uzaklaştırma etkinliklerine ait bulgular elde edildi. Çalışmamızda, sonik aktivasyonla kullanılan şelasyon ajanlarının (*EDTA*, *IP6*, *NAC*), Ca(OH)₂'yi kök kanallarından uzaklaştırma etkinliklerinin benzer olduğu görüldü.

Nassar ve diğerleri (2021), yaptıkları bir çalışmada IP6'nın, Gram (+) ve Gram (-) bakteriler ile *C. albicans* ve *E. Faecalis* dahil olmak üzere çeşitli mikrobiyal suşlara karşı biyostatik ve biyosidal aktivitelere sahip olduğunu belirtmiştir. Nassar ve diğerleri (2015), IP6'nın osteoblast hücrelerine etkisinin minimum olduğunu ve smear tabakasını etkili bir şekilde kaldırdığını belirtmiştir. IP6'nın, rezinlerin dentine bağlanma kuvvetine olan etkisini EDTA ile karşılaştıran bir çalışmada, IP6'nın EDTA ile benzer etkinliğe sahip bir şelasyon ajanı olduğu belirtilmiştir (Nassar ve diğerleri, 2020). Afshan ve diğerleri (2020), %1'lik IP6'nın, kök dentinine olan eroziv etkisinin %17'lik EDTA'dan daha az olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Nikhil ve diğerleri (2016), %1'lik IP6'nın mikrosertliğe olan etkisinin, %17'lik EDTA'ya kıyasla daha az olduğunu bildirmiştir. Sumathi (2017), EDTA, IP6 ve etidronik asitin smear tabakasını uzaklaştırmadaki etkinliklerini ve dentin erozyonuna olan etkilerini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda, IP6'nın diğer materyallere göre kök kanal duvarında daha az erozyona sebep olduğu ve smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğinin diğer materyallerle benzer olduğu belirtilmiştir. Eymirli ve diğerleri (2017), lazer ile aktive edilen EDTA ve IP6'nın, Ca(OH)₂ ve üçlü antibiyotik patının kök kanallarından uzaklaştırma etkinliklerini karşılaştırmış ve çalışmanın sonucunda materyallerin etkinlikleri arasında anlamlı bir fark olmadığını belirtmiştir. Falakaloğlu ve diğerlerinin (2022) çalışmasında ise şırınga irrigasyonu ile kullanılan EDTA ve IP6'nın Ca(OH)₂ uzaklaştırma etkinlikleri karşılaştırılmış ve materyallerin etkinlikleri benzer bulunmuştur. Bu bulgular bizim çalışmamızla uyum göstermektedir.

Endodontide NAC'nin antimikrobiyal ve antiinflamatuvar etkinliğine dair çalışmalar vardır (Abdulrab ve diğerleri, 2022; Bhasin ve diğerleri, 2019; Choi ve diğerleri, 2018; Darrag, 2013; Ehsani ve diğerleri, 2012; Lappas ve diğerleri, 2003; Moon ve diğerleri, 2016; Quah ve diğerleri, 2012; Sadowska ve diğerleri, 2007; Schwandt ve diğerleri, 2004; Ulusoy ve diğerleri, 2016). Schwant ve diğerleri (2004), NAC'nin çeşitli

bakterilerce oluşturulan biyofilm oluşumunu azaltan antibakteriyel bir ajan olduğunu belirtmişlerdir. Quah ve diğerleri (2012), NAC'nin *E. Faecalis*'in planktonik ve biyofilm formlarına karşı etkili olduğunu belirtmiştir. Darrag (2013) ise *E. faecalis* ve *S. mutans*'in planktonik formlarına karşı, farklı yıkama ajanlarının antimikrobiyal etkilerini karşılaştırmış ve NAC'nin her iki türe karşı gösterdiği antimikrobiyal etkiden dolayı endodontide irrigasyon solüsyonu olarak kullanılabileceğini belirtmiştir. Sadowska ve diğerleri (2007), NAC'nin antiinflamatuvar özelliklerini araştırmış ve çeşitli inflamatuvar sitokinlerin salınmasını inhibe ettiğini belirtmiştir. Aslantaş ve diğerleri (2018), lipopolisakkaritle stimule edilmiş insan makrofaj hücrelerinde NAC'ın ve Ca(OH)_2 'nin, matriks metalloproteinaz 2 (MMP2), matriks metalloproteinaz 9 (MMP9), doku inhibitör metalloproteinaz (TIMP1) ve doku inhibitör metalloproteinaz 2 (TIMP2) salımı üzerine etkilerini araştırmış ve materyallerin inflamasyonun erken safhasında makrofajlar üzerinde antiinflamatuvar etkilerinin olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Ehsani ve diğerleri (2012), kök kanal tedavisi sonrasında ağrı için NAC'nin etkili olduğunu ve ibuprofene alternatif olabileceğini belirtmişlerdir. Ghatole ve diğerleri (2022), NAC'ın ve CHX'in, kanal patlarının bağlanma direncine olan etkilerini araştırmış ve NAC ile yıkanan kök kanallarında bağlanma direncinin daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Rajakamuran ve diğerleri (2019), NAC'nin şelasyon özelliğini EDTA ile karşılaştırmış ve smear tabakasını uzaklaştırmada EDTA ve NAC'ın eşit derecede etkili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca NAC'nin dentinin mikrosertliğinde EDTA'ya göre önemli ölçüde daha az azalmaya sebep olduğunu belirtmişlerdir (Rajakumaran ve diğerleri, 2019). Endodontide NAC ile yapılan sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Bunun yanında Ca(OH)_2 uzaklaştırma etkinliğine dair önceki çalışmalarda yeterli veri bulunmamaktadır. Bu çalışmada NAC'ın, Ca(OH)_2 uzaklaştırma etkinliği araştırıldı, kullanılan diğer irrigasyon solüsyonları ile fark olmadığı görüldü.

Bu çalışmadaki mevcut bulgulara göre, sonik irrigasyonla kullanılan EDTA, IP6 ve NAC arasında, kök kanallarından Ca(OH)_2 uzaklaştırma etkinliği bakımından fark bulunmadı. Bu sonuçlar IP6 ve NAC'ın EDTA'ya alternatif olarak kullanılabilceğini göstermektedir. Klinik bir bakış açısıyla, bu sonuç, dentin üzerinde minimum olumsuz etki ile Ca(OH)_2 'yi uzaklaştırabilen bir şelasyon ajanı kullanımının avantajlı olacağını gösterebilir.

Son hacim değerleri ile ilk hacim değerlerinin karşılaştırılması sonucunda ayrıca sonik aktivasyon tekniğinin ve şırınga ile irrigasyon tekniğinin Ca(OH)_2 uzaklaştırma etkinliklerine ait bulgular elde edildi. Bu çalışmada kullanılan şırınga ile sonik aktivasyon tekniğiyle yapılan irrigasyonda, hiçbir örnekten Ca(OH)_2 kök kanallarından tamamen uzaklaştırılmadı. Taşdemir ve diğerleri (2011), yayınladıkları bir çalışmada, Ca(OH)_2 'nin hiçbir aktivasyon yöntemiyle kök kanallarından tamamen uzaklaştırılmadığını belirtmişlerdir. Aynı şekilde Topçuoğlu (2015) ve Khaleel (2013), şırınga ile irrigasyonun ve EndoActivator'un Ca(OH)_2 'nin kök kanallarından uzaklaştırma etkinliklerini karşılaştırmışlar ve her iki tekniğin de Ca(OH)_2 'yi tamamen uzaklaştıramadıklarını belirtmişlerdir. Bu bulgular, çalışmamızın bulguları ile uyum göstermektedir.

Ca(OH)_2 'nin uzaklaştırılmasında sonik aktivasyon tekniği kullanılan gruplar, aktivasyon yapılmayan grup ile karşılaştırıldığında, sonik aktivasyonun şelasyon ajanından bağımsız olarak, Ca(OH)_2 'yi daha etkin olarak kök kanallarından uzaklaştırdığı görüldü. Moon ve diğerleri (2022) yayınladıkları bir Mikro-BT alışması ile benzer sonuçları bildirmişlerdir. Ayrıca bu bulgular önceki birçok çalışmayla uyumlu bulundu (de Gregorio ve diğerleri, 2009; Kenee ve diğerleri, 2006; Khaleel ve diğerleri, 2013; Parikh ve diğerleri, 2019; Taşdemir ve diğerleri, 2011; van der Sluis ve diğerleri, 2009). Bunun yanı sıra sonik aktivasyonun şırınga ile irrigasyona göre Ca(OH)_2 'nin uzaklaştırılmasında üstünlüğünün olmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur (Chou ve diğerleri, 2014; Harzivartyan ve diğerleri, 2021; Li ve diğerleri, 2015). Bu farkın bir sebebi Li ve diğerleri (2015)'nin yaptıkları çalışmada şekillendirmenin sadece #20 apikal çapa kadar yapılmasından ve irrigasyonda sadece NaOCl kullanılmasından kaynaklı olabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, sonik aktivasyonla birlikte EDTA, IP6 ve NAC kullanımının kök kanallarından Ca(OH)₂ uzaklaştırma etkinlikleri Mikro-BT yöntemiyle karşılaştırıldı. Elde edilen sonuçlar aşağıda sıralandı:

1. Şırınga tekniğinin lentülo spiral tekniği ile kombine kullanımı sonucunda şekillendirilmiş kök kanal hacminin ortalama %90,92'sinin Ca(OH)₂ ile doldurulduğu görüldü. Şırınga tekniğinin lentülo spiral ile kombine kullanımı, kök kanallarının Ca(OH)₂ ile homojen doldurulmasında avantaj sağlayabilir.
2. Çalışmada kullanılan EDTA, IP6 ve NAC solüsyonlarından hiçbiri Ca(OH)₂'yi kök kanallarından tamamen uzaklaştıramadı.
3. Şelasyon ajanlarından bağımsız olarak, sonik aktivasyon yapılan grupların hiçbirinde ve irrigasyon aktivasyonu yapılmayan grupta Ca(OH)₂ kök kanallarından tamamen uzaklaştırılmadı.
4. Sonik aktivasyon yapılan gruplar ile irrigasyon aktivasyonu yapılmayan grubun Ca(OH)₂ uzaklaştırma etkinlikleri karşılaştırıldı. Sonik aktivasyonun, Ca(OH)₂ uzaklaştırma etkinliğinin istatistiksel olarak anlamlı olarak daha yüksek olduğu görüldü. Bu bulgulara göre Ca(OH)₂'nin kök kanallarından uzaklaştırılması sırasında, irrigasyon solüsyonunun aktive edilmesinin etkili olacağı söylenebilir.
5. Sonik aktivasyon uygulanan EDTA, IP6 ve NAC solüsyonlarının kök kanallarından Ca(OH)₂ uzaklaştırma etkinlikleri karşılaştırıldığında, her üç şelasyon ajanının da Ca(OH)₂ uzaklaştırma etkinlikleri benzerdi. Kök kanallarından Ca(OH)₂ uzaklaştırılmasında IP6 ve NAC, EDTA'ya alternatif olarak kullanılabilir.
6. Başarılı bir kök kanal tedavisi için Ca(OH)₂'nin kök kanalından tamamen uzaklaştırılması gerektiğinden, EDTA'ya alternatif şelasyon ajanı arayışında yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.



KAYNAKLAR

- Abdulrab, S., Mostafa, N., Al-Maweri, S. A., Abada, H., Halboub, E., & Alhadainy, H. A. (2022). Antibacterial and anti-inflammatory efficacy of N-acetyl cysteine in endodontic treatment: a scoping review. *BMC Oral Health*, 22(1), 398. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02433-6>
- Abi-Rached, G. P., Herrera, D. R., Zaia, A. A., Ferraz, C. C., Almeida, J. F., & Gomes, B. P. (2014). Efficacy of ethylene-diamine-tetra-acetic acid associated with chlorhexidine on intracanal medication removal: a scanning electron microscopy study. *Microscopy Research and Technique*, 77(9), 735-739. <https://doi.org/10.1002/jemt.22395>
- Afshan, Z., Jat, S. A., Khan, J. A., Hasan, A., & Rehman Qazi, F. U. (2020). Erosive Potential of 1% Phytic Acid on Radicular Dentine at Different Time Intervals. *European Endodontic Journal*, 5(1), 28-34. <https://doi.org/10.14744/eej.2019.02411>
- Ahmad, M., Pitt Ford, T. J., & Crum, L. A. (1987). Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *Journal of Endodontics*, 13(10), 490-499. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(87\)80016-x](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(87)80016-x)
- Ahmad, M., Pitt Ford, T. R., & Crum, L. A. (1987). Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *J Endod*, 13(3), 93-101. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(87\)80173-5](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(87)80173-5)
- Ahmad, M., Pitt Ford, T. R., Crum, L. A., & Walton, A. J. (1988). Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance. *Journal of Endodontics*, 14(10), 486-493. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(88\)80105-5](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(88)80105-5)
- Ahmad, M., Pitt Ford, T. R., Crum, L. A., & Wilson, R. F. (1990). Effectiveness of ultrasonic files in the disruption of root canal bacteria. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 70(3), 328-332. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(90\)90150-q](https://doi.org/10.1016/0030-4220(90)90150-q)
- Al-Garni, S. (2014). Evaluation of calcium hydroxide removal using EndoActivator system: An in vitro study. *Saudi Endodontic Journal*(4), 13-17.
- Al-Hadlaq, S. M., Al-Turaiki, S. A., Al-Sulami, U., & Saad, A. Y. (2006). Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 32(12), 1181-1184. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.07.019>

- Alaçam, T. (1987). Scanning electron microscope study comparing the efficacy of endodontic irrigating systems. *international endodontic journal*, 20(6), 287-294. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1987.tb00629.x>
- Alaçam, T. (2012). *Endodonti*.
- Alturaiki, S., Lamphon, H., Edrees, H., & Ahlquist, M. (2015). Efficacy of 3 different irrigation systems on removal of calcium hydroxide from the root canal: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 41(1), 97-101. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.07.033>
- Aslan, T., Üstün, Y., Sağsen, B. (2013). Techniques For the Removal of Calcium Hydroxide From Root Canals: Review Article *Journal of Health Sciences*, 22(1), 76-80.
- Aslantaş, E. E., Aksoy, Y., Ulum, Y. Z. A., Ceyhan, D., Peynircioglu, B., & Buzoğlu, H. D. (2018). Effects of calcium hydroxide and N-acetylcysteine on MMP-2, MMP-9, TIMP-1 and TIMP-2 in LPS-stimulated macrophage cell lines. *Turkish Journal of Biochemistry*, 43(6), 571-577. <https://doi.org/doi:10.1515/tjb-2017-0046>
- Ates, M., Akdeniz, B. G., & Sen, B. H. (2005). The effect of calcium chelating or binding agents on *Candida albicans*. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 100(5), 626-630. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.03.004>
- Athanassiadis, B., Abbott, P. V., & Walsh, L. J. (2007). The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Aust Dent J*, 52(1 Suppl), S64-82. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2007.tb00527.x>
- Baker, N. A., Eleazer, P. D., Averbach, R. E., & Seltzer, S. (1975). Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. *Journal of Endodontics*, 1(4), 127-135. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(75\)80097-5](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(75)80097-5)
- Ballatori, N., Lieberman, M. W., & Wang, W. (1998). N-acetylcysteine as an antidote in methylmercury poisoning. *Environmental Health Perspectives*, 106(5), 267-271. <https://doi.org/10.1289/ehp.98106267>
- Balto, K., Müller, R., Carrington, D. C., Dobeck, J., & Stashenko, P. (2000). Quantification of periapical bone destruction in mice by micro-computed tomography. *Journal of Dental Research*, 79(1), 35-40. <https://doi.org/10.1177/00220345000790010401>
- Barbizam, J. V., Trope, M., Teixeira, E. C., Tanomaru-Filho, M., & Teixeira, F. B. (2008). Effect of calcium hydroxide intracanal dressing on the bond strength of a resin-based endodontic sealer. *Brazilian Dental Journal*, 19(3), 224-227. <https://doi.org/10.1590/s0103-64402008000300009>

- Barrette, W. C., Jr., Hannum, D. M., Wheeler, W. D., & Hurst, J. K. (1989). General mechanism for the bacterial toxicity of hypochlorous acid: abolition of ATP production. *Biochemistry*, 28(23), 9172-9178. <https://doi.org/10.1021/bi00449a032>
- Barthel, C. R., Levin, L. G., Reisner, H. M., & Trope, M. (1997). TNF-alpha release in monocytes after exposure to calcium hydroxide treated Escherichia coli LPS. *international endodontic journal*, 30(3), 155-159. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1997.00066.x>
- Basmadjian-Charles, C. L., Farge, P., Bourgeois, D. M., & Lebrun, T. (2002). Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of the literature. *International Dental Journal*, 52(2), 81-86. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595x.2002.tb00605.x>
- Basrani, B. R., Manek, S., Sodhi, R. N., Fillery, E., & Manzur, A. (2007). Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *Journal of Endodontics*, 33(8), 966-969. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.04.001>
- Baumgartner, J. C., Brown, C. M., Mader, C. L., Peters, D. D., & Shulman, J. D. (1984). A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid. *Journal of Endodontics*, 10(11), 525-531. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(84\)80137-5](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(84)80137-5)
- Baumgartner, J. C., Watts, C. M., & Xia, T. (2000). Occurrence of *Candida albicans* in infections of endodontic origin. *Journal of Endodontics*, 26(12), 695-698. <https://doi.org/10.1097/00004770-200012000-00003>
- Behnen, M. J., West, L. A., Liewehr, F. R., Buxton, T. B., & McPherson, J. C., 3rd. (2001). Antimicrobial activity of several calcium hydroxide preparations in root canal dentin. *Journal of Endodontics*, 27(12), 765-767. <https://doi.org/10.1097/00004770-200112000-00013>
- Beltz, R. E., Torabinejad, M., & Pouresmail, M. (2003). Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, sodium hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. *Journal of Endodontics*, 29(5), 334-337. <https://doi.org/10.1097/00004770-200305000-00004>
- Bhasin, P., Sharma, M., Bindal, D., Tomar, D., Sarin, A., & Sharma, N. (2019). An In Vitro Evaluation of Antimicrobial Effects of Three Different Root Canal Irrigating Solutions against *Enterococcus faecalis* and *Streptococcus mutans*. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 20(2), 221-225.
- Bhuyan, A. C., Seal, M., & Pendharkar, K. (2015). Effectiveness of four different techniques in removing intracanal medicament from the root canals: An in vitro study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 6(3), 309-312. <https://doi.org/10.4103/0976-237x.161860>

- Boutsioukis, C., Lambrianidis, T., Verhaagen, B., Versluis, M., Kastrinakis, E., Wesselink, P. R., & van der Sluis, L. W. (2010). The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *Journal of Endodontics*, *36*(10), 1664-1668. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.06.023>
- Bystrom, A., Claesson, R., & Sundqvist, G. (1985). The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endodontics and Dental Traumatology*, *1*(5), 170-175. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1985.tb00652.x>
- Bystrom, A., & Sundqvist, G. (1985). The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *international endodontic journal*, *18*(1), 35-40. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1985.tb00416.x>
- Byström, A., & Sundqvist, G. (1981). Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scandinavian Journal of Dental Research*, *89*(4), 321-328. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1981.tb01689.x>
- Calt, S., & Serper, A. (1999). Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, *25*(6), 431-433. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(99\)80273-8](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(99)80273-8)
- Cameron, J. A. (1983). The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. *Journal of Endodontics*, *9*(7), 289-292. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(83\)80119-8](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(83)80119-8)
- Cameron, J. A. (1987). The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *Journal of Endodontics*, *13*(11), 541-545. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(87\)80034-1](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(87)80034-1)
- Caron, G., Nham, K., Bronnec, F., & Machtou, P. (2010). Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *Journal of Endodontics*, *36*(8), 1361-1366. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.03.037>
- Chawla, A., & Kumar, V. (2018). Evaluating the efficacy of different techniques and irrigation solutions for removal of calcium hydroxide from the root canal system: A scanning electron microscope study. *Journal of Conservative Dentistry* *21*(4), 394-400. https://doi.org/10.4103/jcd.Jcd_246_17
- Cheung, G. S., & Stock, C. J. (1993). In vitro cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonics. *international endodontic journal*, *26*(6), 334-343. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1993.tb00766.x>
- Choi, Y. S., Kim, C., Moon, J. H., & Lee, J. Y. (2018). Removal and killing of multispecies endodontic biofilms by N-acetylcysteine. *Brazilian Journal of Microbiology*, *49*(1), 184-188. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.04.003>

- Chong, B. S., & Pitt Ford, T. R. (1992). The role of intracanal medication in root canal treatment. *international endodontic journal*, 25(2), 97-106. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1992.tb00743.x>
- Chou, K., George, R., & Walsh, L. J. (2014). Effectiveness of different intracanal irrigation techniques in removing intracanal paste medicaments. *Australian Endodontic Journal*, 40(1), 21-25. <https://doi.org/10.1111/aej.12055>
- Chow, T. W. (1983). Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *Journal of Endodontics*, 9(11), 475-479. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(83\)80162-9](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(83)80162-9)
- Corazza, B. J. M., Martinho, F. C., Khoury, R. D., Toia, C. C., Orozco, E. I. F., Prado, R. F., Machado, F. P., & Valera, M. C. (2021). Clinical influence of calcium hydroxide and N-acetylcysteine on the levels of resolvins E1 and D2 in apical periodontitis. *international endodontic journal*, 54(1), 61-73. <https://doi.org/10.1111/iej.13403>
- Cvek, M., Nord, C. E., & Hollender, L. (1976). Antimicrobial effect of root canal débridement in teeth with immature root. A clinical and microbiologic study. *Odontologisk Revy*, 27(1), 1-10.
- Czonstkowsky, M., Wilson, E. G., & Holstein, F. A. (1990). The smear layer in endodontics. *Dental Clinics of North America*, 34(1), 13-25.
- Çelikten, B., & Orhan, K. (2015). Computed Tomography Applications in Endodontics. *Turkiye Klinikleri Endodontics-Special Topics*, 1(3), 8-14.
- D. Ricucci. (1997). Incomplete calcium hydroxide removal from the root canal: a case report. *international endodontic journal*, 30, 418-421.
- Darrag, A. M. (2013). Antimicrobial efficacy of endodontic irrigation solutions against planktonic microorganisms and dual-species biofilm. *Tanta Dental Journal*, 10(3), 129-137. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tdj.2013.11.005>
- Davis, S. R., Brayton, S. M., & Goldman, M. (1972). The morphology of the prepared root canal: a study utilizing injectable silicone. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 34(4), 642-648. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(72\)90348-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(72)90348-9)
- de Gregorio, C., Estevez, R., Cisneros, R., Heilborn, C., & Cohenca, N. (2009). Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study. *Journal of Endodontics*, 35(6), 891-895. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.03.015>
- Denna, J., Shafie, L. A., Alsofi, L., Al-Habib, M., & AlShwaimi, E. (2020). Efficacy of the Rotary Instrument XP-Endo Finisher in the Removal of Calcium Hydroxide Intracanal Medicament in Combination with Different Irrigation Techniques: A Microtomographic Study. *Materials Journal*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/ma13102222>

- Desai, P., & Himel, V. (2009). Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *Journal of Endodontics*, 35(4), 545-549. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.01.011>
- Deveaux, E., Dufour, D., & Boniface, B. (2000). Five methods of calcium hydroxide intracanal placement: an in vitro evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 89(3), 349-355. [https://doi.org/10.1016/s1079-2104\(00\)70101-6](https://doi.org/10.1016/s1079-2104(00)70101-6)
- Dias-Junior, L. C. L., Castro, R. F., Fernandes, A. D., Guerreiro, M. Y. R., Silva, E., & Brandão, J. (2021). Final Endodontic Irrigation with 70% Ethanol Enhanced Calcium Hydroxide Removal from the Apical Third. *Journal of Endodontics*, 47(1), 105-111. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.09.017>
- Dumsha, T. C., & Gutmann, J. L. (1985). Clinical techniques for the placement of calcium hydroxide. *Compend Contin Educ Dent (Lawrenceville)*, 6(7), 482-483, 486, 488-489.
- Ehsani, M., Moghadamnia, A. A., Zahedpasha, S., Maliji, G., Haghanifar, S., Mir, S. M., & Kani, N. M. (2012). The role of prophylactic ibuprofen and N-acetylcysteine on the level of cytokines in periapical exudates and the post-treatment pain. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 20(1), 30. <https://doi.org/10.1186/2008-2231-20-30>
- Elliott, J. C., & Dover, S. D. (1982). X-ray microtomography. *Journal of Microscopy*, 126(Pt 2), 211-213. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2818.1982.tb00376.x>
- Eymirli, A., Nagas, E., Uyanik, M. O., & Cehreli, Z. C. (2017). Effect of Laser-Activated Irrigation with Ethylene Diaminetetraacetic Acid and Phytic Acid on the Removal of Calcium Hydroxide and Triple Antibiotic Paste from Root Dentin. *Photomedicine and Laser Surgery*, 35(1), 43-48. <https://doi.org/10.1089/pho.2016.4146>
- Falakaloğlu, S., Şen, B., & Ozata, M. (2022). Efficacy of Phytic Acid as an Endodontic Chelator on Removing Calcium Hydroxide from Root Canals: An In Vitro Study. *Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*.
- Farhad, A., & Mohammadi, Z. (2005). Calcium hydroxide: a review. *international endodontic journal*, 55(5), 293-301. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595x.2005.tb00326.x>
- Fava, L. R., & Saunders, W. P. (1999). Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J*, 32(4), 257-282. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1999.00232.x>
- Feldkamp, L. A., Goldstein, S. A., Parfitt, A. M., Jesion, G., & Kleerekoper, M. (1989). The direct examination of three-dimensional bone architecture in vitro by computed tomography. *Journal of Bone and Mineral Research*, 4(1), 3-11. <https://doi.org/10.1002/jbmr.5650040103>

- Generali, L., Cavani, F., Serena, V., Pettenati, C., Righi, E., & Bertoldi, C. (2017). Effect of Different Irrigation Systems on Sealer Penetration into Dentinal Tubules. *Journal of Endodontics*, 43(4), 652-656. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.12.004>
- Ghatole, K., Indi, S., & Diwanji, P. (2022). Comparative evaluation of N-acetylcysteine and chlorhexidine as final irrigation on the push-out bond strength of different sealers: An in vitro study. *Indian Endodontic Society*.
- Gillissen, A., Bartling, A., Schoen, S., & Schultze-Werninghaus, G. (1997). Antioxidant function of ambroxol in mononuclear and polymorphonuclear cells in vitro. *Lung*, 175(4), 235-242. <https://doi.org/10.1007/pl00007570>
- Goldman, M., Goldman, L. B., Cavaleri, R., Bogis, J., & Lin, P. S. (1982). The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. *Journal of Endodontics*, 8(11), 487-492. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(82\)80073-3](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(82)80073-3)
- Goldman, M., Kronman, J. H., Goldman, L. B., Clausen, H., & Grady, J. (1976). New method of irrigation during endodontic treatment. *Journal of Endodontics*, 2(9), 257-260. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(76\)80085-4](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(76)80085-4)
- Grossman, L. I., Langeland, K., & Block, R. M. (1977). A histopathologic and histobacteriologic study of 35 periapical endodontic surgical specimens. *Journal of Endodontics*, 3(1), 8-23. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(77\)80217-3](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(77)80217-3)
- Gu, L. S., Kim, J. R., Ling, J., Choi, K. K., Pashley, D. H., & Tay, F. R. (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of Endodontics*, 35(6), 791-804. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.03.010>
- Haapasalo, M., Qian, W., & Shen, Y. (2012). Irrigation: beyond the smear layer. *Endodontic Topics*, 27(1), 35-53. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/etp.12030>
- Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., & Gao, Y. (2010). Irrigation in endodontics. *Dental Clinics of North America*, 54(2), 291-312. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2009.12.001>
- Haapasalo, M., Shen, Y., Wang, Z., & Gao, Y. (2014). Irrigation in endodontics. *British Dental Journal*, 216(6), 299-303. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.204>
- Halliwell, B. (1987). Oxidants and human disease: some new concepts. *The FASEB Journal*, 1(5), 358-364.
- Harzivartyan, S., Hazar, A. B., Kartal, N., & Cimilli, Z. H. (2021). Evaluation of different irrigation solutions and activation methods on removing calcium hydroxide. *Journal of Dental Sciences*, 16(2), 700-705. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.09.003>

- Hasselgren, G., Olsson, B., & Cvek, M. (1988). Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *Journal of Endodontics*, 14(3), 125-127. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(88\)80212-7](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(88)80212-7)
- Hauser, V., Braun, A., & Frentzen, M. (2007). Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo). *Int Endod J*, 40(8), 644-652. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01264.x>
- Hosoya, N., Kurayama, H., Iino, F., & Arai, T. (2004). Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. *international endodontic journal*, 37(3), 178-184. <https://doi.org/10.1111/j.0143-2885.2004.00781.x>
- Hounsfield, G. N. (1975). *Method of an apparatus for examining a body by radiation such as x or gamma radiation* (United States Patent No. US patent document 3,924,131). http://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:07275958
- Huang, T. Y., Gulabivala, K., & Ng, Y. L. (2008). A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *international endodontic journal*, 41(1), 60-71. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01317.x>
- Hülsmann, M., & Hahn, W. (2000). Complications during root canal irrigation-- literature review and case reports. *international endodontic journal*, 33(3), 186-193. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2000.00303.x>
- Hülsmann, M., Heckendorff, M., & Lennon, A. (2003). Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *international endodontic journal*, 36(12), 810-830. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2003.00754.x>
- Imlay, J. A., & Linn, S. (1988). DNA damage and oxygen radical toxicity. *Science*, 240(4857), 1302-1309. <https://doi.org/10.1126/science.3287616>
- Jensen, S. A., Walker, T. L., Hutter, J. W., & Nicoll, B. K. (1999). Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod*, 25(11), 735-738. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(99\)80120-4](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(99)80120-4)
- Johnson, M., Sidow, S. J., Looney, S. W., Lindsey, K., Niu, L. N., & Tay, F. R. (2012). Canal and isthmus debridement efficacy using a sonic irrigation technique in a closed-canal system. *Journal of Endodontics*, 38(9), 1265-1268. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.05.009>
- Kahn, F. H., Rosenberg, P. A., & Gliksberg, J. (1995). An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *Journal of Endodontics*, 21(5), 277-280. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(06\)80998-2](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(06)80998-2)

- Kandaswamy, D., & Venkateshbabu, N. (2010). Root canal irrigants. *Journal of Conservative Dentistry*, 13(4), 256-264. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.73378>
- Keir, D. M., Senia, E. S., & Montgomery, S. (1990). Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. *Journal of Endodontics*, 16(7), 323-327. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(06\)81942-4](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(06)81942-4)
- Kenee, D. M., Allemang, J. D., Johnson, J. D., Hellstein, J., & Nichol, B. K. (2006). A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. *Journal of Endodontics*, 32(6), 563-565. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.10.065>
- Khaleel, H. Y., Al-Ashaw, A. J., Yang, Y., Pang, A. H., & Ma, J. Z. (2013). Quantitative comparison of calcium hydroxide removal by EndoActivator, ultrasonic and ProTaper file agitation techniques: an in vitro study. *Journal of Huazhong University of Science and Technology*, 33(1), 142-145. <https://doi.org/10.1007/s11596-013-1087-x>
- Kim, S. K., & Kim, Y. O. (2002). Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *international endodontic journal*, 35(7), 623-628. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00539.x>
- Kirar, D. S., Jain, P., & Patni, P. (2017). Comparison of different irrigation and agitation methods for the removal of two types of calcium hydroxide medicaments from the root canal wall: an in-vitro study. *Medicine and Pharmacy Reports*, 90(3), 327-332. <https://doi.org/10.15386/cjmed-737>
- Kojima, N., Yamada, M., Paranjpe, A., Tsukimura, N., Kubo, K., Jewett, A., & Ogawa, T. (2008). Restored viability and function of dental pulp cells on polymethylmethacrylate (PMMA)-based dental resin supplemented with N-acetyl cysteine (NAC). *Dental Materials Journal*, 24(12), 1686-1693. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.04.008>
- Kokkas, A. B., Boutsoukis, A., Vassiliadis, L. P., & Stavrianos, C. K. (2004). The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *Journal of Endodontics*, 30(2), 100-102. <https://doi.org/10.1097/00004770-200402000-00009>
- Kuhn, J. L., Goldstein, S. A., Feldkamp, L. A., Goulet, R. W., & Jesion, G. (1990). Evaluation of a microcomputed tomography system to study trabecular bone structure. *Journal of Orthopaedic Research*, 8(6), 833-842. <https://doi.org/10.1002/jor.1100080608>
- Kuştarıcı, A., Er, K., Siso, S. H., Aydın, H., Harırlı, H., Arslan, D., & Kirmali, O. (2016). Efficacy of Laser-Activated Irrigants in Calcium Hydroxide Removal from the Artificial Grooves in Root Canals: An Ex Vivo Study. *Photomedicine and Laser Surgery*, 34(5), 205-210. <https://doi.org/10.1089/pho.2015.3951>

- Lambrianidis, T., Kosti, E., Boutsoukis, C., & Mazinis, M. (2006). Removal efficacy of various calcium hydroxide/chlorhexidine medicaments from the root canal. *international endodontic journal*, 39(1), 55-61. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.01049.x>
- Lappas, M., Permezal, M., & Rice, G. E. (2003). N-Acetyl-cysteine inhibits phospholipid metabolism, proinflammatory cytokine release, protease activity, and nuclear factor-kappaB deoxyribonucleic acid-binding activity in human fetal membranes in vitro. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 88(4), 1723-1729. <https://doi.org/10.1210/jc.2002-021677>
- Law, A., & Messer, H. (2004). An evidence-based analysis of the antibacterial effectiveness of intracanal medicaments. *Journal of Endodontics*, 30(10), 689-694. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000129959.20011.ee>
- Lean, J. M., Davies, J. T., Fuller, K., Jagger, C. J., Kirstein, B., Partington, G. A., Urry, Z. L., & Chambers, T. J. (2003). A crucial role for thiol antioxidants in estrogen-deficiency bone loss. *Journal of Clinical Investigation*, 112(6), 915-923. <https://doi.org/10.1172/jci18859>
- Lee, O. Y. S., Khan, K., Li, K. Y., Shetty, H., Abiad, R. S., Cheung, G. S. P., & Neelakantan, P. (2019). Influence of apical preparation size and irrigation technique on root canal debridement: a histological analysis of round and oval root canals. *international endodontic journal*, 52(9), 1366-1376. <https://doi.org/10.1111/iej.13127>
- Li, D., Jiang, S., Yin, X., Chang, J. W., Ke, J., & Zhang, C. (2015). Efficacy of Needle, Ultrasonic, and Endoactivator Irrigation and Photon-Induced Photoacoustic Streaming in Removing Calcium Hydroxide from the Main Canal and Isthmus: An In Vitro Micro-Computed Tomography and Scanning Electron Microscopy Study. *Photomedicine and Laser Surgery*, 33(6), 330-337. <https://doi.org/10.1089/pho.2015.3903>
- Lloyd, A., Navarrete, G., Marchesan, M. A., & Clement, D. (2016). Removal of calcium hydroxide from Weine Type II systems using photon-induced photoacoustic streaming, passive ultrasonic, and needle irrigation: a microcomputed tomography study. *Journal of Applied Oral Science*, 24(6), 543-548. <https://doi.org/10.1590/1678-775720160234>
- Lumley, P. J., Walmsley, A. D., Walton, R. E., & Rippin, J. W. (1992). Effect of precurving endosonic files on the amount of debris and smear layer remaining in curved root canals. *Journal of Endodontics*, 18(12), 616-619. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(06\)81333-6](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(06)81333-6)
- Luttrell, B. M. (1993). The biological relevance of the binding of calcium ions by inositol phosphates. *Journal of Biological Chemistry*, 268(3), 1521-1524.

- Ma, J., Wang, Z., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2011). A new noninvasive model to study the effectiveness of dentin disinfection by using confocal laser scanning microscopy. *Journal of Endodontics*, 37(10), 1380-1385. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.06.018>
- Ma, J. Z., Shen, Y., Al-Ashaw, A. J., Khaleel, H. Y., Yang, Y., Wang, Z. J., Peng, B., & Haapasalo, M. (2015). Micro-computed tomography evaluation of the removal of calcium hydroxide medicament from C-shaped root canals of mandibular second molars. *international endodontic journal*, 48(4), 333-341. <https://doi.org/10.1111/iej.12319>
- Mamootil, K., & Messer, H. H. (2007). Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *international endodontic journal*, 40(11), 873-881. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01307.x>
- Marchese, A., Bozzolasco, M., Gualco, L., Debbia, E. A., Schito, G. C., & Schito, A. M. (2003). Effect of fosfomycin alone and in combination with N-acetylcysteine on E. coli biofilms. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 22 Suppl 2, 95-100. [https://doi.org/10.1016/s0924-8579\(03\)00232-2](https://doi.org/10.1016/s0924-8579(03)00232-2)
- Margelos, J., Eliades, G., Verdelis, C., & Palaghias, G. (1997). Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *Journal of Endodontics*, 23(1), 43-48. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(97\)80206-3](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(97)80206-3)
- Marinho, A. C. S., To, T. T., Darveau, R. P., & Gomes, B. (2018). Detection and function of lipopolysaccharide and its purified lipid A after treatment with auxiliary chemical substances and calcium hydroxide dressings used in root canal treatment. *international endodontic journal*, 51(10), 1118-1129. <https://doi.org/10.1111/iej.12920>
- Martin, H., Cunningham, W. T., Norris, J. P., & Cotton, W. R. (1980). Ultrasonic versus hand filing of dentin: a quantitative study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 49(1), 79-81. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(80\)90034-1](https://doi.org/10.1016/0030-4220(80)90034-1)
- McDonnell, G., & Russell, A. D. (1999). Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(1), 147-179. <https://doi.org/10.1128/cmr.12.1.147>
- McGill, S., Gulabivala, K., Mordan, N., & Ng, Y. L. (2008). The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J*, 41(7), 602-608. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01408.x>
- Metzger, Z., Teperovich, E., Cohen, R., Zary, R., Paqué, F., & Hülsmann, M. (2010). The self-adjusting file (SAF). Part 3: removal of debris and smear layer-A scanning electron microscope study. *Journal of Endodontics*, 36(4), 697-702. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.037>

- Metzger, Z., Teperovich, E., Zary, R., Cohen, R., & Hof, R. (2010). The self-adjusting file (SAF). Part 1: respecting the root canal anatomy--a new concept of endodontic files and its implementation. *Journal of Endodontics*, *36*(4), 679-690. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.036>
- Mlejnek, P., Dolezel, P., Kriegova, E., & Pastvova, N. (2021). N-acetylcysteine Can Induce Massive Oxidative Stress, Resulting in Cell Death with Apoptotic Features in Human Leukemia Cells. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(23). <https://doi.org/10.3390/ijms222312635>
- Mohammadi, Z., & Dummer, P. M. (2011). Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J*, *44*(8), 697-730. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01886.x>
- Mohammadi, Z., Shalavi, S., & Yazdizadeh, M. (2012). Antimicrobial activity of calcium hydroxide in endodontics: a review. *Chonnam Medical Journal*, *48*(3), 133-140. <https://doi.org/10.4068/cmj.2012.48.3.133>
- Moon, J. H., Choi, Y. S., Lee, H. W., Heo, J. S., Chang, S. W., & Lee, J. Y. (2016). Antibacterial effects of N-acetylcysteine against endodontic pathogens. *Journal of Microbiology*, *54*(4), 322-329. <https://doi.org/10.1007/s12275-016-5534-9>
- Moon, W., Chung, S. H., & Chang, J. (2022). Sonic irrigation for removal of calcium hydroxide in the apical root canal: A micro-CT and light-coupled tracking analysis. *PLoS One*, *17*(6), e0268791. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268791>
- Möller, A. J. (1966). Microbiological examination of root canals and periapical tissues of human teeth. Methodological studies. *Odontologisk Tidskrift*, *74*(5), Suppl:1-380.
- Nair, P. N., Henry, S., Cano, V., & Vera, J. (2005). 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 and Oral Radiology*, *99*(2), 231-252. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.10.005>
- Nandini, S., Velmurugan, N., & Kandaswamy, D. (2006). Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT, an in vitro study. *Journal of Endodontics*, *32*(11), 1097-1101. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.06.005>
- Nassar, M., Hiraishi, N., Islam, M. S., Romero, M. J., Otsuki, M., & Tagami, J. (2020). Effect of phytic acid as an endodontic chelator on resin adhesion to sodium hypochlorite-treated dentin. *Restorative Dentistry and Endodontics*, *45*(4), e44. <https://doi.org/10.5395/rde.2020.45.e44>
- Nassar, M., Hiraishi, N., Tamura, Y., Otsuki, M., Aoki, K., & Tagami, J. (2015). Phytic acid: an alternative root canal chelating agent. *Journal of Endodontics*, *41*(2), 242-247. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.09.029>

- Nassar, R. (2016). Antimicrobial effect of phytic acid on *Enterococcus faecalis*. *International Arabic Journal of Antimicrobial Agents*.
- Nassar, R., Nassar, M., Vianna, M. E., Naidoo, N., Alqutami, F., Kaklamanos, E. G., Senok, A., & Williams, D. (2021). Antimicrobial Activity of Phytic Acid: An Emerging Agent in Endodontics. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *11*, 753649. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.753649>
- Neelakantan, P., Sriraman, P., & Gutmann, J. L. (2017). Removal of calcium hydroxide intracanal medicament by different irrigants and irrigating techniques: a cone beam computed tomography analysis. *General Dentistry*, *65*(6), 45-49.
- Nelson-Filho, P., Leonardo, M. R., Silva, L. A., & Assed, S. (2002). Radiographic evaluation of the effect of endotoxin (LPS) plus calcium hydroxide on apical and periapical tissues of dogs. *Journal of Endodontics*, *28*(10), 694-696. <https://doi.org/10.1097/00004770-200210000-00004>
- Neves Ade, A., Coutinho, E., De Munck, J., & Van Meerbeek, B. (2011). Caries-removal effectiveness and minimal-invasiveness potential of caries-excitation techniques: a micro-CT investigation. *Journal of Dentistry*, *39*(2), 154-162. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.11.006>
- Nielsen, B. A., & Craig Baumgartner, J. (2007). Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod*, *33*(5), 611-615. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.01.020>
- Nikhil, V., Jaiswal, S., Bansal, P., Arora, R., Raj, S., & Malhotra, P. (2016). Effect of phytic acid, ethylenediaminetetraacetic acid, and chitosan solutions on microhardness of the human radicular dentin. *Journal of Conservative Dentistry*, *19*(2), 179-183. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.178705>
- Ok, E., Altunsoy, M., Tanriver, M., & Çapar İ, D. (2015). Effectiveness of different irrigation protocols on calcium hydroxide removal from simulated immature teeth after apexification. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*, *1*(1), 1-5. <https://doi.org/10.3109/23337931.2015.1015132>
- Olofsson, A. C., Hermansson, M., & Elwing, H. (2003). N-acetyl-L-cysteine affects growth, extracellular polysaccharide production, and bacterial biofilm formation on solid surfaces. *Applied and Environmental Microbiology*, *69*(8), 4814-4822. <https://doi.org/10.1128/aem.69.8.4814-4822.2003>
- Oztan, M. D., Akman, A., & Dalat, D. (2002). Intracanal placement of calcium hydroxide: a comparison of two different mixtures and carriers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, *94*(1), 93-97. <https://doi.org/10.1067/moe.2002.124107>

- Parikh, M., Kishan, K. V., Solanki, N. P., Parikh, M., Savaliya, K., Bindu, V. H., & Devika, T. D. (2019). Efficacy of Removal of Calcium Hydroxide Medicament from Root Canals by Endoactivator and Endovac Irrigation Techniques: A Systematic Review of In vitro Studies. *Contemporary Clinical Dentistry*, 10(1), 135-142. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_335_18
- Park, E., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2012). Irrigation of the apical root canal. *Endodontic Topics*, 27(1), 54-73. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/etp.12028>
- Pérez-Giraldo, C., Rodríguez-Benito, A., Morán, F. J., Hurtado, C., Blanco, M. T., & Gómez-García, A. C. (1997). Influence of N-acetylcysteine on the formation of biofilm by *Staphylococcus epidermidis*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 39(5), 643-646. <https://doi.org/10.1093/jac/39.5.643>
- Pinar Karapinar, S., Ulum, Y. Z., Ozcelik, B., Dogan Buzoglu, H., Ceyhan, D., Balci Peynircioglu, B., & Aksoy, Y. (2016). The effect of N-acetylcysteine and calcium hydroxide on TNF- α and TGF- β 1 in lipopolysaccharide-activated macrophages. *Archives of Oral Biology*, 68, 48-54. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2016.03.017>
- Pitt Ford, T. R., Rhodes, J. S., & Pitt Ford, H. E. (2002). *Endodontics: Problem-Solving in Clinical Practice*.
- Pitt, W. G. (2005). Removal of oral biofilm by sonic phenomena. *American Journal of Dentistry*, 18(5), 345-352.
- Qian, W., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2011). Quantitative analysis of the effect of irrigant solution sequences on dentin erosion. *Journal of Endodontics*, 37(10), 1437-1441. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.06.005>
- Quah, S. Y., Wu, S., Lui, J. N., Sum, C. P., & Tan, K. S. (2012). N-acetylcysteine inhibits growth and eradicates biofilm of *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 38(1), 81-85. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.10.004>
- Rajakumaran, A., Ramesh, H., Ashok, R., Balaji, L., & Ganesh, A. (2019). Smear Layer Removal and Microhardness Alteration Potential of a Naturally Occurring Antioxidant - An In Vitro Study. *The Cureus Journal of Medical Science*, 11(7), e5241. <https://doi.org/10.7759/cureus.5241>
- Ram, Z. (1977). Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 44(2), 306-312. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(77\)90285-7](https://doi.org/10.1016/0030-4220(77)90285-7)
- Rhodes, J. S., Ford, T. R., Lynch, J. A., Liepins, P. J., & Curtis, R. V. (1999). Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *international endodontic journal*, 32(3), 165-170. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1999.00204.x>
- Richman, R. (1957). The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *Meandros Medical And Dental Journal*, 12, 12-18.

- Rietschel, E. T., & Brade, H. (1992). Bacterial endotoxins. *Scientific American*, 267(2), 54-61. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0892-54>
- Ritman, E. L. (2011). Current status of developments and applications of micro-CT. *Annual Review of Biomedical Engineering* 13, 531-552. <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-071910-124717>
- Rôças, I. N., Siqueira, J. F., Jr., & Santos, K. R. (2004). Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *Journal of Endodontics*, 30(5), 315-320. <https://doi.org/10.1097/00004770-200405000-00004>
- Roggendorf, M. J., Kraus, F., Lohbauer, U., Frankenberger, R., Petschelt, A., & Ebert, J. (2015). Apical debris removal of CanalBrushes with different tip modifications. *Quintessence International*, 46(10), 853-860. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a33687>
- Rödig, T., Hirschleb, M., Zapf, A., & Hülsmann, M. (2011). Comparison of ultrasonic irrigation and RinsEndo for the removal of calcium hydroxide and Ledermix paste from root canals. *international endodontic journal*, 44(12), 1155-1161. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01937.x>
- Russell, A. D., & Day, M. J. (1993). Antibacterial activity of chlorhexidine. *Journal of Hospital Infection*, 25(4), 229-238. [https://doi.org/10.1016/0195-6701\(93\)90109-d](https://doi.org/10.1016/0195-6701(93)90109-d)
- Sadowska, A. M., Manuel, Y. K. B., & De Backer, W. A. (2007). Antioxidant and anti-inflammatory efficacy of NAC in the treatment of COPD: discordant in vitro and in vivo dose-effects: a review. *Pulmonary Pharmacology and Therapeutics*, 20(1), 9-22. <https://doi.org/10.1016/j.pupt.2005.12.007>
- Safavi, K. E., & Nichols, F. C. (1993). Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. *Journal of Endodontics*, 19(2), 76-78. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(06\)81199-4](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(06)81199-4)
- Saleh, A. A., & Ettman, W. M. (1999). Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. *Journal of Dentistry*, 27(1), 43-46. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(98\)00018-9](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(98)00018-9)
- Salgado, R. J., Moura-Netto, C., Yamazaki, A. K., Cardoso, L. N., de Moura, A. A., & Prokopowitsch, I. (2009). Comparison of different irrigants on calcium hydroxide medication removal: microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 107(4), 580-584. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.12.008>
- Sasov, A., & Van Dyck, D. (1998). Desktop X-ray microscopy and microtomography. *Journal of Microscopy*, 191(2), 151-158.
- Schein, B., & Schilder, H. (1975). Endotoxin content in endodontically involved teeth. *Journal of Endodontics*, 1(1), 19-21. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(75\)80244-5](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(75)80244-5)

- Schilder, H. (2006). Filling root canals in three dimensions. *Journal of Endodontics*, 32(4), 281-290. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.02.007>
- Schoeffel, G. J. (2008). The EndoVac method of endodontic irrigation, part 2--efficacy. *Dent Today*, 27(1), 82, 84, 86-87.
- Schwandt, L. Q., Van Weissenbruch, R., Stokroos, I., Van der Mei, H. C., Busscher, H. J., & Albers, F. W. (2004). Prevention of biofilm formation by dairy products and N-acetylcysteine on voice prostheses in an artificial throat. *Acta Oto-Laryngologica*, 124(6), 726-731. <https://doi.org/10.1080/00016480410022516>
- Schweikl, H., Spagnuolo, G., & Schmalz, G. (2006). Genetic and cellular toxicology of dental resin monomers. *Journal of Dental Research*, 85(10), 870-877. <https://doi.org/10.1177/154405910608501001>
- Sedgley, C., Applegate, B., Nagel, A., & Hall, D. (2004). Real-time imaging and quantification of bioluminescent bacteria in root canals in vitro. *Journal of Endodontics*, 30(12), 893-898. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000132299.02265.6c>
- Seltzer, S., & Farber, P. A. (1994). Microbiologic factors in endodontology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 78(5), 634-645. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(94\)90178-3](https://doi.org/10.1016/0030-4220(94)90178-3)
- Sen, B. H., Akdeniz, B. G., & Denizci, A. A. (2000). The effect of ethylenediamine-tetraacetic acid on *Candida albicans*. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 90(5), 651-655. <https://doi.org/10.1067/moe.2000.109640>
- Sen, B. H., Wesselink, P. R., & Türkün, M. (1995). The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *international endodontic journal*, 28(3), 141-148. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1995.tb00289.x>
- Senia, E. S., Marshall, F. J., & Rosen, S. (1971). The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 31(1), 96-103. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(71\)90040-5](https://doi.org/10.1016/0030-4220(71)90040-5)
- Shipper, G., Ørstavik, D., Teixeira, F. B., & Trope, M. (2004). An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *Journal of Endodontics*, 30(5), 342-347. <https://doi.org/10.1097/00004770-200405000-00009>
- Sigurdsson, A., Stancill, R., & Madison, S. (1992a). Intracanal placement of Ca(OH)₂: a comparison of techniques. *Journal of Endodontics*, 18(8), 367-370. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(06\)81220-3](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(06)81220-3)
- Silva, E. O., & Bracarense, A. P. (2016). Phytic Acid: From Antinutritional to Multiple Protection Factor of Organic Systems. *Journal of Food Science*, 81(6), R1357-1362. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13320>

- Silva, L. J., Pessoa, O. F., Teixeira, M. B., Gouveia, C. H., & Braga, R. R. (2015). Micro-CT evaluation of calcium hydroxide removal through passive ultrasonic irrigation associated with or without an additional instrument. *international endodontic journal*, 48(8), 768-773. <https://doi.org/10.1111/iej.12374>
- Simcock, R. M., & Hicks, M. L. (2006). Delivery of calcium hydroxide: comparison of four filling techniques. *Journal of Endodontics*, 32(7), 680-682. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.01.009>
- Siqueira, J. F., Jr., Alves, F. R., Almeida, B. M., de Oliveira, J. C., & Rôças, I. N. (2010). Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or self-adjusting file to disinfect oval-shaped root canals. *Journal of Endodontics*, 36(11), 1860-1865. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.001>
- Siqueira, J. F., Jr., De Uzeda, M., & Fonseca, M. E. (1996). A scanning electron microscopic evaluation of in vitro dentinal tubules penetration by selected anaerobic bacteria. *Journal of Endodontics*, 22(6), 308-310. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(96\)80265-2](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(96)80265-2)
- Siqueira, J. F., Jr., & Lopes, H. P. (1999). Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *international endodontic journal*, 32(5), 361-369. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1999.00275.x>
- Siqueira, J. F., Jr., Machado, A. G., Silveira, R. M., Lopes, H. P., & de Uzeda, M. (1997). Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro. *international endodontic journal*, 30(4), 279-282. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1997.00096.x>
- Siqueira, J. F., Jr., & Rôças, I. N. (2003). PCR methodology as a valuable tool for identification of endodontic pathogens. *Journal of Dentistry*, 31(5), 333-339. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(03\)00051-4](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(03)00051-4)
- Siqueira, J. F., Jr., Rôças, I. N., Favieri, A., & Lima, K. C. (2000). Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*, 26(6), 331-334. <https://doi.org/10.1097/00004770-200006000-00006>
- Siqueira, J. F., Jr., & Sen, B. H. (2004). Fungi in endodontic infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 97(5), 632-641. <https://doi.org/10.1016/s1079210404000046>
- Sjögren, U., Figdor, D., Spångberg, L., & Sundqvist, G. (1991). The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *international endodontic journal*, 24(3), 119-125. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1991.tb00117.x>

- Smutkeeree, A., Phajongviriyatorn, P., Komoltri, C., & Jantararat, J. (2015). Calcium hydroxide medication in primary molars using different preparations and placement techniques: an in vitro study. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 16(4), 313-318. <https://doi.org/10.1007/s40368-014-0163-7>
- Spagnuolo, G., D'Antò, V., Cosentino, C., Schmalz, G., Schweikl, H., & Rengo, S. (2006). Effect of N-acetyl-L-cysteine on ROS production and cell death caused by HEMA in human primary gingival fibroblasts. *Biomaterials*, 27(9), 1803-1809. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2005.10.022>
- Spangberg, L., Engström, B., & Langeland, K. (1973). Biologic effects of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 36(6), 856-871. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(73\)90338-1](https://doi.org/10.1016/0030-4220(73)90338-1)
- Spångberg, L. S. W., & Haapasalo, M. (2002). Rationale and efficacy of root canal medicaments and root filling materials with emphasis on treatment outcome. *Endodontic Topics*, 2(1), 35-58. <https://doi.org/https://doi.org/10.1034/j.1601-1546.2002.20104.x>
- Spoletti, P., Siragusa, M., & Spoletti, M. J. (2003). Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation. *Journal of Endodontics*, 29(1), 12-14. <https://doi.org/10.1097/00004770-200301000-00004>
- Staehele, H. J., Thomä, C., & Müller, H. P. (1997). Comparative in vitro investigation of different methods for temporary root canal filling with aqueous suspensions of calcium hydroxide. *Endodontics and Dental Traumatology*, 13(3), 106-112. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1997.tb00022.x>
- Stey, C., Steurer, J., Bachmann, S., Medici, T. C., & Tramèr, M. R. (2000). The effect of oral N-acetylcysteine in chronic bronchitis: a quantitative systematic review. *European Respiratory Society*, 16(2), 253-262. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3003.2000.16b12.x>
- Sumathi, K. (2017). *A Comparative Evaluation of Efficacy of Phytic Acid, Etidronic Acid and EDTA on Smear Layer Removal and Dentin Erosion at Different Time Intervals Using Scanning Electron Microscope: An In Vitro study* [Government Dental College and Hospital]. Chennai.
- Sundqvist, G. (1992). Ecology of the root canal flora. *Journal of Endodontics*, 18(9), 427-430. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(06\)80842-3](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(06)80842-3)
- Sundqvist, G. (1994). Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 78(4), 522-530. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(94\)90047-7](https://doi.org/10.1016/0030-4220(94)90047-7)
- Suresh, N., Varghese, A., Sundar, S., Nagendrababu, V., & Velmurugan, N. (2022). Do Calcium Chelators Play a Role in the Removal of Calcium Hydroxide From Root Canals? A Systematic Review of Laboratory Studies. *European Endodontic Journal*, 7(1), 11-19. <https://doi.org/10.14744/eej.2021.73644>

- Taşdemir, T., Celik, D., Er, K., Yildirim, T., Ceyhanli, K. T., & Yeşilyurt, C. (2011). Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. *international endodontic journal*, 44(6), 505-509. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01854.x>
- Teixeira, F. B., Levin, L. G., & Trope, M. (2005). Investigation of pH at different dentinal sites after placement of calcium hydroxide dressing by two methods. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 99(4), 511-516. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.07.023>
- Tomson, P. L., & Simon, S. R. (2016). Contemporary Cleaning and Shaping of the Root Canal System. *Primary Dental Journal*, 5(2), 46-53. <https://doi.org/10.1308/205016816819304196>
- Topçuoğlu, H. S., Düzgün, S., Ceyhanlı, K. T., Aktı, A., Pala, K., & Kesim, B. (2015). Efficacy of different irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide from a simulated internal root resorption cavity. *international endodontic journal*, 48(4), 309-316. <https://doi.org/10.1111/iej.12316>
- Torres, C. P., Apicella, M. J., Yancich, P. P., & Parker, M. H. (2004). Intracanal placement of calcium hydroxide: a comparison of techniques, revisited. *Journal of Endodontics*, 30(4), 225-227. <https://doi.org/10.1097/00004770-200404000-00010>
- Tronstad, L., Barnett, F., Schwartzben, L., & Frasca, P. (1985). Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endodontics and Dental Traumatology*, 1(2), 69-76. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1985.tb00564.x>
- Türker, S. A. (2013). Comparison of calcium hydroxide removal by self-adjusting file, EndoVac, and CanalBrush agitation techniques: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 16(5), 439-443. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.117523>
- Ulusoy, A. T., Kalyoncuoğlu, E., Reis, A., & Cehreli, Z. C. (2016). Antibacterial effect of N-acetylcysteine and taurolidine on planktonic and biofilm forms of *Enterococcus faecalis*. *Dent Traumatol*, 32(3), 212-218. <https://doi.org/10.1111/edt.12237>
- Ulusoy, Ö., Olcay, K., & Ulusoy, M. (2021). Effect of various calcium hydroxide removal protocols on the dislodgement resistance of biodentine in an experimental apexification model. *Journal of Dental Sciences*, 16(3), 964-970. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.10.010>
- V.Pesse, A. (2005). An experimental study of the gas entrapment process in closed-end microchannels. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 48(25-26), 5150-5165.
- van der Sluis, L., Wu, M. K., & Wesselink, P. (2009). Comparison of 2 flushing methods used during passive ultrasonic irrigation of the root canal. *Quintessence International*, 40(10), 875-879.

- van der Sluis, L. W., Gambarini, G., Wu, M. K., & Wesselink, P. R. (2006). The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*, 39(6), 472-476. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01108.x>
- van der Sluis, L. W., Versluis, M., Wu, M. K., & Wesselink, P. R. (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal*, 40(6), 415-426. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01243.x>
- van der Sluis, L. W., Wu, M. K., & Wesselink, P. R. (2007). The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *international endodontic journal*, 40(1), 52-57. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01182.x>
- Violich, D. R., & Chandler, N. P. (2010). The smear layer in endodontics - a review. *international endodontic journal*, 43(1), 2-15. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01627.x>
- Walmsley, A. D., Lumley, P. J., & Laird, W. R. (1989). Oscillatory pattern of sonically powered endodontic files. *international endodontic journal*, 22(3), 125-132. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1989.tb00910.x>
- Walmsley, A. D., & Williams, A. R. (1989). Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. *Journal of Endodontics*, 15(5), 189-194. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(89\)80233-x](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(89)80233-x)
- Walters, M. J., Baumgartner, J. C., & Marshall, J. G. (2002). Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 28(12), 837-839. <https://doi.org/10.1097/00004770-200212000-00011>
- Waltimo, T. M., Orstavik, D., Sirén, E. K., & Haapasalo, M. P. (1999). In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *international endodontic journal*, 32(6), 421-429. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1999.00237.x>
- Wang, Z., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2012). Effectiveness of endodontic disinfecting solutions against young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. *Journal of Endodontics*, 38(10), 1376-1379. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.06.035>
- Webb, S. (1990). *From the watching of shadows: the origins of radiological tomography*.
- Weber, C. D., McClanahan, S. B., Miller, G. A., Diener-West, M., & Johnson, J. D. (2003). The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. *Journal of Endodontics*, 29(9), 562-564. <https://doi.org/10.1097/00004770-200309000-00005>

- Weise, M. (2007). Four methods for cleaning simulated lateral extensions of curved root canals: a SEM evaluation. *international endodontic journal*, 40, 991-992.
- Westphal, O. (1975). Bacterial endotoxins. The second Carl Prausnitz Memorial Lecture. *International Archives of Allergy and Immunology*, 49(1-2), 1-43.
- Wilkoński, W., Jamróz-Wilkońska, L., Zapotoczny, S., Opila, J., Krupiński, J., & Pytko-Polończyk, J. (2020). The effects of alternate irrigation of root canals with chelating agents and sodium hypochlorite on the effectiveness of smear layer removal. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 29(2), 209-213. <https://doi.org/10.17219/acem/112603>
- Wiseman, A., Cox, T. C., Paranjpe, A., Flake, N. M., Cohenca, N., & Johnson, J. D. (2011a). Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. *Journal of Endodontics*, 37(2), 235-238. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.11.019>
- Wiseman, A., Cox, T. C., Paranjpe, A., Flake, N. M., Cohenca, N., & Johnson, J. D. (2011b). Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. *J Endod*, 37(2), 235-238. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.11.019>
- Wu, M. K., Dummer, P. M., & Wesselink, P. R. (2006). Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. *international endodontic journal*, 39(5), 343-356. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01092.x>
- Xu, Q., Kanthasamy, A. G., & Reddy, M. B. (2008). Neuroprotective effect of the natural iron chelator, phytic acid in a cell culture model of Parkinson's disease. *Toxicology*, 245(1-2), 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2007.12.017>
- Yu, D. C., & Schilder, H. (2001). Cleaning and shaping the apical third of a root canal system. *General Dentistry*, 49(3), 266-270.
- Yücel, A., Gürel, M., Güler, E., & Karabucak, B. (2013). Comparison of final irrigation techniques in removal of calcium hydroxide. *Australian Endodontic Journal*, 39(3), 116-121. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2011.00326.x>
- Zamany, A., Safavi, K., & Spångberg, L. S. (2003). The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 96(5), 578-581. [https://doi.org/10.1016/s1079-2104\(03\)00168-9](https://doi.org/10.1016/s1079-2104(03)00168-9)
- Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), 389-398. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.09.014>
- Zehnder, M., Schmidlin, P., Sener, B., & Waltimo, T. (2005). Chelation in root canal therapy reconsidered. *Journal of Endodontics*, 31(11), 817-820. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000158233.59316.fe>

Zhao, T., & Liu, Y. (2010). N-acetylcysteine inhibit biofilms produced by *Pseudomonas aeruginosa*. *BMC Microbiology*, *10*, 140. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-10-140>





EKLER

EK-1. Etik Kurul Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 19.11.2020-E.28271



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



Sayı : 21071282-050.99-
Konu : Etik Kurul

Sayın Prof. Dr. Bağdagül HELVACIOĞLI KIVANÇ
Endodonti Anabilim Dalı Başkanlığına

Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna, etik açıdan değerlendirmek üzere göndermiş olduğunuz "Sonik Aktivasyonla Birlikte Etilediamin Tetraasetik Asit, Fitik Asit ve N-Asetilsistein Kullanımının Kök Kanallarından Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırma Etkinliklerinin Değerlendirilmesi: Mikro-CT Çalışması" konulu çalışma, Etik Kurulumuz tarafından incelenmiş ve araştırma etiği açısından uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU
Kurul Başkanı

Önemli Not: Sağlık Bakanlığına başvuruda bulunacak çalışmaların, Kurulumuz tarafından incelenmiş ve onaylanmış "**Değerlendirilen Belgeler**" kısmında belirtilmiş olan **Tarih ve Versiyon/Revizyon numaralarının** yazılması gerekmektedir. Aksi takdirde Sağlık Bakanlığına teslim edilen belgelerde Tarih ve Versiyon/Revizyon numaralarında uyumsuzluk yaşanmaktadır ve bu nedenle dosyalar reddedilmektedir. Bu konuya önem verilmesi bilgilerinize sunulur.

Ek: Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Karar Formu (3 Sayfa)/Elden Teslim Edilecektir.



Evrakı Doğrulamak İçin: <https://belgedogrulama.gazi.edu.tr/BelgeDogrulama.aspx>
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Bışkek Cad. No:4 kat 1 Emek/Ankara
Tel:0 (312) 203 40 00 Faks:0 (312) 223 92 26
e-Posta: dhbf@sisim.gazi.edu.tr İnternet Adresi: <http://dent.gazi.edu.tr>

Pin: 50402
Bilgi için :N. Cihan Ünay
Birim Evrak Sorumlusu
Telefon No:(0312) 203 40 69

Bu belge, 5070 Sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır. (PIN:50402)

EK-1. (devam) Etik Kurul Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Prof. Dr. Bağdagül HELVACIOĞLI KIVANÇ tarafından gönderilen "Sonik Aktivasyonla Birlikte Etilediamin Tetraasetik Asit, Fitik Asit ve N-Asetilsistein Kullanımının Kök Kanallarından Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırma Etkinliklerinin Değerlendirilmesi: Mikro-CT Çalışması" konulu çalışmanın kabulüne,						
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU								
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu						
	AÇIK ADRESİ:	Bişkek Caddesi 82. Sokak No:4 E Blok Zemin Kat Çankaya ANKARA						
	TELEFON	0312 203 40 69						
	FAKS	0312 203 41 39						
	E-POSTA	disetikkurul@gazi.edu.tr						
BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Bağdagül HELVACIOĞLI KIVANÇ						
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Endodonti Anabilim Dalı Başkanlığı						
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi						
	VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI							
	DESTEKLEYİCİ							
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)							
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ							
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>					
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>					
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>					
FAZ 4		<input type="checkbox"/>						
Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>						
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input type="checkbox"/>						
In vitro tıbbi tam cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>						
İlaç dışı klinik araştırma	<input checked="" type="checkbox"/>							
Diğer ise belirtiniz								
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ	<input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ	<input type="checkbox"/>	ULUSAL	<input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI	<input type="checkbox"/>

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmamalıdır.

EK-1. (devam) Etik Kurul Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Prof. Dr. Bağdagül HELVACIOĞLI KIVANÇ tarafından gönderilen "Sonik Aktivasyonla Birlikte Etilendiamin Tetraasetik Asit, Fitik Asit ve N-Asetilsistein Kullanımının Kök Kanallarından Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırma Etkinliklerinin Değerlendirilmesi: Mikro-CT Çalışması" konulu çalışmanın kabulüne,
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili			
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	13.11.2020	VERSİYON 1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	13.11.2020	VERSİYON 1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	OLGU RAPOR FORMU	13.11.2020	VERSİYON 1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama					
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>					
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>	13.11.2020 - VERSİYON 1				
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>					
	İLAN	<input type="checkbox"/>					
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>					
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>					
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>					
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>					
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: GÜDHKAEK. 2020.24/6	Tarih: 19.11.2020					
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik Kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.						

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İlişki		Katılım *	
Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM	Endodonti	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU (Etik Kurul Başkanı)	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Hülya ERTEN	Restoratif Diş Tedavisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>
Prof. Dr. Burcu BALOŞ TUNCER	Ortodonti	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Şebnem GÜLEN	Fizyoloji	Ufuk Ü. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ	Çocuk Diş Hekimliği	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Orhan Mecit ULUDAĞ	Farmakoloji	Gazi Ü. Eczacılık Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Doç. Dr. Ferhan EĞİLMEZ (Etik kurulden sorumlu olan üye)	Protetik Diş Tedavisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Doç. Dr. Burcu ÖZDEMİR (Etik kurul başkan yardımcısı)	Periodontoloji	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

EK-1. (devam) Etik Kurul Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Prof. Dr. Bağdagül HELVACIOĞLI KIVANÇ tarafından gönderilen "Sonik Aktivasyonla Birlikte Etüldiamin Tetraasetik Asit, Fitik Asit ve N-Asetilsistein Kullanımının Kök Kanallarından Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırma Etkinliklerinin Değerlendirilmesi: Mikro-CT Çalışması" konulu çalışmanın kabulüne,						
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU								
Doç. Dr. Benay YILDIRIM	Oral Patoloji	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Dr. Öğr. Üyesi Hakan TÖZÜN	Halk Sağlığı	Gazi Ü. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Av. Efe AYZ	Avukat	Serbest Avukat	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
İlker YAVUZ	Fotoğraf Eğitmeni	-	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı TEKDEMİR, Ahmet

Uyruğu T.C.

Doğum Tarihi ve Yeri

Medeni Hali

Telefon

e-mail

Eğitim

Derece

Eğitim Birimi

Mezuniyet Tarihi

Uzmanlık

Gazi Üniversitesi/
Diş Hekimliği Fakültesi/
Endodonti A.B.D.

Devam ediyor

Lisans

Gazi Üniversitesi/
Diş Hekimliği Fakültesi

2017

Lise

Hüseyin Avni Sözen Anadolu
Lisesi

2012

İş Deneyimi

Yıl

Yer

Görev

2019-Halen

Gazi Üniversitesi/
Diş Hekimliği Fakültesi

Araştırma Görevlisi



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..