



T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI



**EDTA, GLİKOLİK ASİT VE ETANOL'ÜN APİKAL ÜÇLÜDEN
KALSİYUM HİDROKSİTİ UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİKLERİ:
SEM ÇALIŞMASI**

Dt. Tuğba BAZ OKUMUŞ

UZMANLIK TEZİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Sadullah KAYA

DİYARBAKIR

2023

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Uzmanlık Öğrencisi Dt. Tuğba BAZ OKUMUŞ'un "EDTA, GLİKOLİK ASİT VE ETANOL'ÜN APİKAL ÜÇLÜDEN KALSİYUM HİDROKSİTİ UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİKLERİ: SEM ÇALIŞMASI" başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Diş Hekimliği Fakültesi Uzmanlık Bitirme Tezi olarak kabul edilmiştir.

DİYARBAKIR / 12.06.2023

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Sadullah KAYA

Anabilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL

Yukarıdaki tez, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı tarafından 12.06.2023 tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Belgin GÜLSÜN

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir 'Uzmanlık' tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

İmzası

JÜRİ 1

Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL

JÜRİ 2

Prof. Dr. Sadullah KAYA

JÜRİ 3

Dr. Öğr.Üyesi Merve YENİÇERİ ÖZATA

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine eklediğimi, Yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve tezimi Dicle Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu standartlarına uygun bir şekilde hazırladığımı beyan ederim.

12/06/2023

Tuğba BAZ OKUMUŞ

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimde yol gösterici olarak hem klinik tecrübesiyle hem tez sürecimde yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, süreç boyunca her zaman yanımda olan danışman hocam Prof. Dr. Sadullah KAYA' ya,

Eğitim sürem zarfında engin bilgilerinden faydalandığım her zaman desteğini ve yardımlarını hissettiğim hocam Prof. Dr. Özkan ADIGÜZEL' e,

Uzmanlık eğitimi sürem boyunca her durumda desteğini ve tecrübesini gördüğüm ve yanımda olduğunu bildiğim kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Merve YENİÇERİ ÖZATA'ya,

Uzmanlık eğitim sürecinde tecrübesi ve öğreticiliği ile değer katan saygıdeğer hocam Dr.Öğr.Üyesi İbrahim UYSAL'a

Benim bu sürece kadar gelmeme en büyük katkıyı veren bugünlerin mimarı çok kıymetli ve biricik aileme,

Yol arkadaşı olarak hem eş hem arkadaş hem en büyük desteğim değerli eşim Uzm.Dt.Ömer Ferhat OKUMUŞ ve biricik oğlum Çınar OKUMUŞ'a,
Teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

İçindekiler

EDTA, GLİKOLİK ASİT VE ETANOL'ÜN APİKAL ÜÇLÜDEN KALSİYUM HİDROKSİTİ UZAKLAŞTIRMA ETKİNLİKLERİ: SEM ÇALIŞMASI	1
BEYAN	1
TEŞEKKÜR.....	2
İÇİNDEKİLER.....	3
ŞEKİLLER DİZİNİ	6
RESİMLER DİZİNİ.....	7
TABLolar DİZİNİ.....	8
Edta, Glikolik asit ve Etanol'ün apikal üçlüden kalsium hidroksiti uzaklaştırma etkinlikleri:SEM çalışması	1
Danışman: Prof. Dr. Sadullah KAYAEndodonti Anabilim Dalı	1
ÖZET	1
Amaç	1
Gereç ve Yöntem.....	1
Bulgular	2
Sonuç	2
ABSTRACT	3
Aim	3
Material and Method	3
1. GİRİŞ ve AMAÇ	5
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Kök Kanal Tedavisi.....	7
2.2. Çalışmamızda kullanılan İrrigasyon Ajanları.....	7
2.2.1. Sodyum hipoklorit (NaOCl)	7
2.2.2. Etilen diamin tetra asetik asid (EDTA)	8
2.2.3. Glikolik asit(GA).....	9
2.3. Kanal içi medikamentler	10
2.3.1. İdeal medikamentin özellikleri	11
2.3.2. Fenoller.....	12
2.3.3. Aldehitler.....	13
2.3.4. Kortikosteroidler	13

2.3.5.	Antibiyotikler	13
2.3.6.	Kalsiyum hidroksit	14
2.4.	Endodontide kalsiyum Hidroksit	14
2.4.1.	Kalsiyum hidroksitin özellikleri	15
2.4.2.	Kalsiyum hidroksit taşıyıcıları.....	16
2.4.3.	Kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması	17
2.4.3.1.	İrrigasyon aktivasyon yöntemleri	17
2.4.3.1.1.	Manuel aktivasyon yöntemleri	19
2.4.3.1.2.	Mekanik aktivasyon yöntemleri	19
2.5.	Taramalı Elektron Mikroskobu ile Değerlendirme	22
3.	GEREÇ ve YÖNTEM.....	23
3.1.	Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması	23
3.2.	Örneklerin Seçimi.....	23
3.3.	Kök Kanallarının Şekillendirilmesi	24
3.4.	Deney grupların belirlenmesi	26
3.5.	Kanal içi medikamentin uzaklaştırılması	28
3.5.1.	Grup 1. 6 ml %17'lik EDTA + SI	28
3.5.2.	Grup 2. 6 ml %10'luk GA + SI	29
3.5.3.	Grup 3. 6 ml %70'lik Etanol + SI	30
3.6.	Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile görüntülerin değerlendirilmesi.....	30
4.	BULGULAR	40
4.1	İstatistiksel analiz	40
5.	TARTIŞMA	44
7.	KAYNAKLAR.....	52

KISALTMA ve SİMGELER

%: Yüzde

Ark: Arkadaşları

C. Albicans: Candida Albicans

Ca(OH)₂: Kalsiyum Hidroksit

Ca⁺²: Kalsiyum iyonu

CHX: Klorheksidin

dk: Dakika

E. Faecalis: Enterococcus Faecalis

EDTA: Etilen Diamin Tetraasetik Asit

kHz: Kilohertz

ml: Mililitre

NaOCl: Sodyum hipoklorit

°C: Santigrat derece

OH⁻: Hidroksil iyonu

p: İstatistiksel anlamlılık

Ni-Ti: Nikel Titanyum

pH: Power of Hydrogen (Hidrojenin gücü)

PUI: Pasif Ultrasonik İrrigasyon yöntemi

rpm: Revolutions per minute (dakikada devir sayısı)

SEM: Taramalı Elektron Mikroskobu

sn: Saniye

UI: Ultrasonik İrrigasyon yöntemi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin oluşum tepkimesi.	23
Şekil 2. İrrigasyon aktivasyon yöntemleri	26
Şekil 3. Gruplara göre skor dağılımı.....	51



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Dişlerin kök boylarının 15 mm'ye sabitlenmesi.....	32
Resim 2. Dişlerin ölçü maddesi içerisine yerleştirilmesi.....	33
Resim 3. Çalışmamızda kullanılan 27-G irrigasyon iğnesi.....	34
Resim 4. Çalışmamızda kullanılan $\text{Ca}(\text{OH})_2$	35
Resim 5. Çalışmamızda kullanılan etüv cihazı.....	35
Resim 6. EDTA solüsyonu.....	36
Resim 7. EDDY sonik aktivasyon cihazı.....	37
Resim 8. Glikolik asit solüsyonu	37
Resim 9. %70 Etanol.....	38
Resim 10. Dişlerin su soğutması ile ikiye ayrılması.....	39
Resim 11. Çalışmamızda kullanılan SEM cihazı	39
Resim 12-23. EDTA,GA ve Etanol Solüsyonuna ait SEM görüntüleri	41-47
Resim 24. Etanol grubuna ait çatlak hattı gözlenen örneğin SEM görüntüsü	59

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Kanal içi medikamentlerin sınıflandırılması.....	20
Tablo 2. EDTA grubunda gözlemciler arası uyumun incelenmesi.....	48
Tablo 3. GA grubunda gözlemciler arası uyumun incelenmesi	49
Tablo 4. Etanol grubunda gözlemciler arası uyumun incelenmesi.....	49
Tablo 5. Gruplara göre istatistiksel olarak skor dağılımı.....	50



Edta, Glikolik asit ve Etanol'ün apikal üclüden kalsium hidroksiti uzaklaştırma etkinlikleri:SEM çalışması

Tuğba BAZ OKUMUŞ

Danışman: Prof. Dr. Sadullah KAYA

Endodonti Anabilim Dalı

ÖZET

Amaç

Bu tez çalışmasının amacı; kök kanallarında medikament olarak kullanılan Kalsiyum Hidroksitin ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) uzaklaştırılmasında son yıkama solüsyonu olarak kullanılan % 17 Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA), %10 Glikolik asit (GA) ve %70 Etanolün etkinliklerini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem

Çalışmamızda periodontal ya da ortodontik problem nedeniyle çekilmiş 76 adet tek köklü insan mandibular premolar dişleri kullanıldı.

Diş çekimi sonrasında çalışma süresine kadar dişler %0,9 salin içerisinde bekletildi. Standardizasyonu sağlamak için her bir diş boyu 15 mm olacak şekilde dekorale edildi. 15 K-tipi (VDW, Münih, Almanya) el eğesiyle çalışma uzunluğu tespiti yapıldı. Daha sonra kök kanalları, endodontik motor (Eighteeth E Connect S) kullanılarak resiprokasyon sistemiyle çalışan R40 (Reciproc,VDW,Almanya) döner alet eğesiyle prepare edildi. Genişletme işlemi esnasında kök kanalları 10 ml %2.5 NaOCl ve 2 ml %17 EDTA ile irrigate edildi. Seanslar arası kullanılan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ medikamenti kanal içerisine yerleştirilip 7 gün boyunca 37 °C' de ve % 100 nemli ortamda etüvde bekletildi. Sonrasında final irrigasyonu için örnekler rastgele olacak şekilde 3 deney grubuna (n:22) ve 2 kontrol grubuna (n:5) ayrıldı. .Grup 1: 6 ml %70 etanol + Sonik aktivasyon (SI), Grup 2: 6 ml %17 EDTA + SI, Grup 3: 6 ml %10 GA + SI, Negatif kontrol grubu: 5 ml distile su, Pozitif kontrol grubu: 5 ml distile su. Nötralizasyonu sağlamak için tüm deney gruplarındaki örnekler 5 ml distile su ile son bir yıkamaya tabi tutuldu. Solüsyonların uygulama ve aktivasyon süreleri 60 sn olarak belirlendi.

Bucco-lingual yönde ikiye ayrılan dişler apikal üçlü bölgesinden x2000 büyütme ile SEM altında incelendi ve Ca(OH)₂ buzaklaştırma etkinlikleri Salgado'nun 5 dereceli skortlama sistemi kullanılarak değerkendirildi.

Bulgular

Gruplara göre gözlemcilerin Ca(OH)₂'nin kanallardan sökölmesi skorlarının dağılımları Pearson Ki-Kare Testi ile incelendi ve çoklu karşılaştırmalar Bonferroni Düzeltmesi ile yapıldı. Analiz sonuçları frekans (yüzde) şeklinde sunuldu. Önem düzeyi p<0,05 olarak alındı.

Kappa testi sonuçları, iki gözlemci arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını gösterdi (kappa değerkleri= 0,749, 0,737, 0,835). Skor 1, 4 ve 5 için EDTA ve GA grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken (p>0,05), Etanol grubu bu skorlar için EDTA ve GA gruplarından anlamlı derecede daha az Ca(OH)₂ uzaklaştırmıştır (p<0,001). Skor 2 için gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p>0,05). Skor 3 için ise GA ve Etanol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05).

Sonuç

Bu çalışmanın limitasyonları dahilinde son yıkama ajanı olarak kullanılan EDTA ve GA solüsyonları kök kanallarından Ca(OH)₂ uzaklaştırılmasında benzer sonuçlar verdi. Etanol ise Ca(OH)₂ uzaklaştırma etkinliği açısından yetersiz kaldı. Kullanılan üç irrigasyon solüsyonuda kök kanallarından Ca(OH)₂' yi tamamen uzaklaştırma etkinliği gösteremedi.

Anahtar Kelimeler: EDTA, etanol, glikolik asit, kalsiyum hidroksit.

Efficacy of EDTA, Glycolic acid and Ethanol in the removal of Calcium hydroxide from the apical third: A SEM study

Tuğba BAZ OKUMUŞ

Adviser of Thesis: Prof. Dr. Sadullah KAYA

Department of Endodontics

ABSTRACT

Aim

This thesis aims to evaluate the efficacy of 17% EDTA (Ethylene Diamine Tetraacetic Acid), 10% Glycolic acid (GA), and 70% Ethanol as final irrigation solutions for the removal of Calcium Hydroxide (Ca(OH)_2) used as a medicament in root canals.

Material and Method

In our study, 76 single-rooted human mandibular premolars extracted due to periodontal or orthodontic problems were used. The teeth were kept in 0.9% saline after tooth extraction until the study period. For standardization, each tooth length was deconstructed to 15 mm. 15 K-type hand files (VDW, Munich, Germany) were used to determine the working length. The root canals were then prepared with an R40 (Reciproc, VDW, Munich, Germany) rotary instrument file with a reciprocal system using an endodontic motor (Eighteeth E Connect S). The root canals were irrigated with 10 ml of 2.5% NaOCl and 2 ml of 17% EDTA during the preparation procedure. The calcium hydroxide medicament used between sessions was placed in the canal and kept in an oven at 37 °C and 100% humidity for seven days. The samples were then randomly divided into three experimental groups (n:22) and 2 control groups (n:5) for final irrigation. Group 1: 6 ml 70% ethanol + Sonic activation (SA), Group 2: 6 ml 17% EDTA + SA, Group 3: 6 ml 10% Glycolic acid + SA, Negative control group: 5 ml distilled water, Positive control group: 5ml distilled water. Samples from all experimental groups were subjected to a final irrigaton with 5 ml of distilled water to

ensure neutralization. The application and activation times of the solutions were determined as 60 s. Bucco-lingually bisected teeth were examined under SEM at x2000 magnification from the apical triad region and the effectiveness of calcium hydroxide removal was evaluated using Salgado's 5-grade scoring system.

Results

The distributions of observers scores for calcium hydroxide removal from canals were examined using Pearson's chi-square test and multiple comparisons were performed with Bonferroni correction, according to the groups. The analysis results were presented as frequency (percentage). The significance level was taken as $p < 0.05$.

Kappa test results showed that there was no statistically significant difference between the observers who performed the assessment (kappa value= 0.749, 0,737, 0,835). For scores 1, 4, and 5, there was no significant difference between EDTA and Glycolic Acid groups ($p > 0.05$), while the Ethanol group removed significantly less Ca(OH)_2 than EDTA and GA for these scores ($p < 0.001$). No significant difference was found between the groups for score 2 ($p > 0.05$). For score 3, no significant difference was found between the Glycolic Acid and Ethanol groups ($p > 0.05$).

Conclusion

EDTA and GA used as final irrigation agents within the limits of this study gave better results in Ca(OH)_2 removal from root canals. Ethanol was insufficient in terms of Ca(OH)_2 removal efficiency. None of the irrigation solutions used could completely remove Ca(OH)_2 from the root canals.

Keywords: EDTA, ethanol, glycolic acid, calcium hydroxide

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Endodontik tedavi pulpal ve periapikal enfeksiyonların kontrolü ve önlenmesini amaçlar. Tedavinin başarısı ise; kök kanalının yeterli bir şekilde genişletilmesine, enfeksiyonların patogenezinde etkin olan mikroorganizmaların sayıca minimuma indirilmesine ya da ortadan kaldırılmasına ve son olarak da hermetik bir şekilde doldurulmasına bağlıdır (1).

Kanal tedavisinin başarısı için, kök kanal sistemindeki mikroorganizmaların dezenfeksiyonu önemli bir etkidir. Bu doğrultuda kabul edilen ortak görüş ise kök kanal kompleksi içerisindeki mevcut enfeksiyonun, preparasyon ve irrigasyon prosedürüne ek olarak medikament kullanılarak uzaklaştırılmasıdır. Bu işlemlere biyomekanik preparasyon adı verilmektedir. Ancak enfekte kök kanallarında biyomekanik preparasyonla bile tam bir sterilizasyon sağlamak tamamen mümkün olmayabilir (2).

Enfekte kanallarda optimuma yakın bir tedavi amacıyla birden fazla seanslı endodontik tedaviler planlanarak seanslar arası kanal içi medikamentlerin kullanımı gerekli hale gelmiştir. En çok tercih edilen Ca(OH)_2 'dir (3).

Ca(OH)_2 , antimikrobiyal etkinliği ve apeksifikasyonu teşvik etme yeteneğinden dolayı rutinde sıklıkla kullanılan bir seanslar arası medikamandır. Başarısı alkalin pH'ına, hidroksil ve kalsiyum iyonlarına hızlıca ayrışabilme yeteneğine bağlıdır (3, 4).

Kök kanallarının doldurulmasına geçmeden önce Ca(OH)_2 'in kanaldan uzaklaştırılması gerektiği konusunda yaygın bir ortak görüş bulunmaktadır. Kök kanalından uzaklaştırılamayan Ca(OH)_2 'in patların dentin tübüllerine penetrasyonunu engellediği, kullanılan patlarla etkileşime girerek fiziksel özelliklerini bozduğu ve kök kanalının hermetik dolumunu negatif yönde etkilediği bilinmektedir. Bu sebeple Ca(OH)_2 'in kök kanal dolgusundan önce etkin bir şekilde uzaklaştırılması araştırmacılar tarafından önerilmektedir (5). Böylelikle patların dentin tübüllerine yayılımı artacak ve iyi bir tıkanmanın yanında pat ile dentin arasındaki bağlanma da kuvvetlenecektir (6).

Ca(OH)_2 'yi uzaklaştırmada salin, sodyum hipoklorit (NaOCl) ve etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) gibi solüsyonlar ve bu solüsyonların kombinasyonları kullanılmaktadır (7).

Yapılan çalışmalarda sodyum hipoklorite oranla maleik asit, sitrik asit ve EDTA gibi şelasyon ajanlarının Ca(OH)_2 'nin uzaklaştırılmasında daha etkili olduğu belirtilmektedir (7). Ancak, EDTA'nın uzun süreli kullanımında kök kanallarındaki demineralize edici etkisinden dolayı araştırmacılar alternatif ajan arayışı içine girmişlerdir.

GA, alfa hidroksi asit ailesinin bir üyesi olup, biyolojik olarak parçalanabilen, EDTA'ya oranla *Enterococcus faecalis*'e karşı üstün antibakteriyel aktivite gösteren bir irrigasyon çözeltisidir (8-11). Endodontide %5-17 arası konsantrasyonlarda kullanılmaktadır (9, 10). GA ile ilgili smear ve erozyon çalışmaları literatürde mevcutken (12, 13) Ca(OH)_2 'yi kök kanallarından uzaklaştırma etkinliği ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmadı.

Alkollü solüsyon sınıfından olan etanol ile ilgili endodontide sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Bir çalışmaya göre kök kanallarının final irrigasyonu için etanol kullanıldığında kök dentininde daha fazla pat penetrasyonu ve daha düşük yüzey gerilimi gösterdiği belirtilmektedir (14, 15). Başka bir çalışmada ise etanolün NaOCI'nin yüzey gerilimini azalttığı ve yayılma kabiliyetini önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir (16). Mevcut çalışmamız doğrultusunda yapılan literatür taramalarında etanol ile ilgili kök kanallarından Ca(OH)_2 'yi uzaklaştırmayı amaçlayan yalnızca bir adet çalışmaya rastlandı (14).

Ca(OH)_2 uzaklaştırılırken sonik ve ultrasonik cihazlar, döner sistem enstrümanları ve kanal fırçaları gibi farklı metotlar önerilmektedir. Fakat, bu methodların hiçbirisinin, özellikle kök kanalının apikal üçlüsündeki Ca(OH)_2 'yi tamamen uzaklaştıramadığı bir çok araştırmada ortaya konmuştur (5, 17, 18).

Bu çalışma, kök kanal tedavisinde seanslar arasında kullanılan Ca(OH)_2 'nin EDTA, GA ve etanol kullanılarak sonik sistem aktivasyonu altında kanal içerisinden uzaklaştırılma etkinliğini taramalı elektron mikroskopunda (SEM) inceleyerek karşılaştırmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın sıfır hipotezine göre (H_0) irrigasyon solüsyonları arasında Ca(OH)_2 'yi uzaklaştırma açısından anlamlı bir farklılık yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

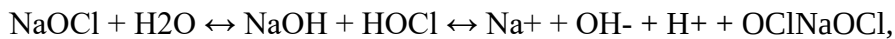
2.1. Kök Kanal Tedavisi

Kök kanal tedavisi; kök kanal sistemindeki pulpa dokusunun çıkarılması, kök kanallarının mekanik olarak genişletilmesi, mekanik ve kimyasal yöntemlerle mikroorganizmalardan arındırılması ve kök ucuna kadar hermetik bir biçimde inert bir maddeyle doldurulması işlemlerinden oluşur (19-21). Endodontik tedavi sonrasında kök kanal sisteminin yeniden enfeksiyonunun önlenmesi ve periapikal doku sağlığının yeniden kazandırılması hedeflenmektedir (22).

2.2. Çalışmamızda Kullanılan İrrigasyon Ajanları

2.2.1. Sodyum hipoklorit (NaOCl)

Sodyum hipoklorit (NaOCl), tıp ve diş hekimliği bölümlerinde uzun yıllardır kullanılan bir solüsyondur. Kimyacı Henry Drysdale Dakin ve cerrah Alexis Carrel, birinci dünya savaşı esnasında %0,5'lik tamponlanmış NaOCl'yi, enfekte yaraların dezenfeksiyonunda kullanmışlardır (23). Üstün antimikrobiyal ve proteolitik özellikleri dolayısıyla sodyum hipoklorit endodontik tedavide en sık kullanılan irrigasyon solüsyonudur (24). Bu özelliklerinin yanı sıra, ucuz ve kolay ulaşılabilir olması, raf ömrünün uygunluğu, benzer konsantrasyonlarda diğer klorin içerikli solüsyonlardan daha etkili olması da yaygın olarak tercih edilmesinde rol oynayan faktörlerdir (25). Sodyum hipoklorit kimyasal olarak oldukça aktif bir solüsyondur. Su ile karşılaştığında aşağıda görülen reaksiyon meydana gelmektedir:



NaOCl güçlü bir bazdır ($\text{pH} > 11$). NaOCl'nin yüksek pH'ına (hidroksil iyon etkisi) bağlı olarak antimikrobiyal etkinliği, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin etki mekanizmasına benzemektedir. NaOCl'in yüksek pH'ı, geri dönüşü olmayan bir enzimatik inhibisyon, hücrel metabolizmada biyosentetik değişiklikler ve lipidik peroksidasyonda gözlenen fosfolipid bozunması ile sitoplazmik membran bütünlüğüne müdahale eder

(26).

NaOCl endodontide irrigasyon solüsyonu olarak % 0,5 ile % 6 arasındaki konsantrasyonlarda kullanılmıştır. Kök kanal tedavisi sırasında NaOCl'nin farklı konsantrasyonlarda kullanımı tartışma konusu olmuştur. Bazı in vitro çalışmalar, NaOCl'in daha yüksek konsantrasyonlarda (% 5,25) Enterococcus faecalis ve Candida albicans'a karşı daha etkili olduğunu göstermiştir (27, 28).

Yapılan çalışmalar, sodyum hipokloritin kullanımı esnasında ısısının artırılmasının, organik doku çözücü özelliğini arttırdığını ve daha düşük konsantrasyondaki solüsyonun ısıtılarak kullanılmasının, daha yüksek konsantrasyonlarda kullanılan, dolayısıyla toksik özellikleri daha fazla olan solüsyonlarla aynı etkiyi sağladığını göstermiştir. Sodyum hipokloritin ısısın artırılarak kullanılması antimikrobiyal etkinliğini de arttırmaktadır (29, 30).

NaOCl'nin negatif yönleri ise toksik yapısı, kötü tadı ve smear tabakasının sadece organik kısmını çözüyor olmasıdır. Ayrıca periapekteki eksudasyon, pulpa dokusu, dentin kolajenleri NaOCl'nin etkinliğini azaltmaktadır (31). Yapılan çalışmalar sodyum hipokloritin, dentinin elastisite modülü, esneme dayanımı, dental materyallerin adeziv özellikleri, dentine bağlanma dayanımı gibi faktörleri etkilediğini göstermektedir (32, 33).

2.2.2. Etilen diamin tetra asetik asit (EDTA)

Kök kanal sistemi organik ve inorganik içerikten oluşmaktadır. Sodyum hipoklorit solüsyonu sadece organik içeriğin uzaklaştırılmasını sağlamakta, inorganik içeriğe etki etmemektedir (31). Etkin bir temizlenme sağlayabilmek için kök kanal sisteminden inorganik içeriğin de uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla EDTA, sitrik asit gibi demineralize edici ajanlar tercih edilmektedir (34).

İlk kez 1951 yılında EDTA'nın diş sert dokuları demineralize edici etkisinden söz edilmiştir. 1957 yılında Nygard&Ostby endodontide kullanımını önermiştir (35). $[CH_2N(CH_2CO_2H)_2]_2$ formülüne sahip olan EDTA, bir poliaminokarboksilik asittir. Günümüzde EDTA, etilendiamin (1,2-diaminoethan), formaldehit (methanal) ve sodyum siyanitten sentezlenmektedir (36). Irrigasyon solüsyonu olarak en sık %15-17

konsantrasyonları tercih edilen EDTA için optimal pH 6-10'dur (37).

EDTA; demineralize edici etkisini en iyi nötral pH'da ve %15-17'lik konsantrasyonlarda gösterir (38, 39). EDTA'nın 1-2 dk gibi kısa bir sürede etkin şekilde smear tabakasını uzaklaştırabileceği belirtilmiştir (40, 41).

EDTA'nın sınırlı antimikrobiyal etkinliği mevcuttur (42). Güçlü bir bakterisid olmayan EDTA gram (-) bakterilerin hücre dengesini bozabilir fakat genellikle gram (+) bakteriler üzerinde etkili değildir. EDTA'nın antimikrobiyal etkinliği pH ve konsantrasyon ile ilişkilidir. EDTA solüsyonunun düşük konsantrasyonlarda kullanılması, bakteriyel büyümeyi engelleyen dar bir inhibisyon alanı oluşturmaktadır (43).

EDTA ve benzeri şelasyon ajanlarının apikal foramenden taşması, apikal bölge kemik dokusunda dekalsifikasyona neden olmakla kalmayıp, birçok fizyolojik süreçte değişikliklere neden olabilmektedir. Çünkü birçok enzimatik reaksiyonda rol alan bu ajanlar; kalsiyum, magnezyum gibi metalik iyonlarla şelasyon oluşturup, bu reaksiyonların değişimine sebep olabilmektedir. Örneğin; kalsiyum iyonları, kan pıhtılaşması, nöromusküler olaylar, damar geçirgenliği mekanizmasında rol almaktadır ve periapikal sahaya taşan EDTA kalsiyumu bağlayacağı için bu mekanizmalar da olumsuz etkilenebilmektedir (44, 45). EDTA'nın apikal foramenden taşması makrofajların fagositoz yeteneklerini de olumsuz etkilediğinden apikal enflamatuvar cevabın da değişmesine neden olabilmektedir (45, 46).

2.2.3. Glikolik asit (GA)

Alfa hidroksi asitlerin (AHA) bir üyesi olan GA; meyve asitleri olarak da bilinir ve farklı meyvelerde doğal olarak bulunur (9). AHA'lar kozmetikte ve dermatolojide sıklıkla kullanılan bir kimyasal bileşikler sınıfıdır (47). Bilinen en küçük yapıdaki AHA GA'dır (11).

Üzüm, şeker pancarı ya da şeker kamışı gibi bitkilerden doğal olarak elde edilen GA renksiz, kokusuz ve suda yüksek oranda çözünebilen bir maddedir (10, 48).

GA kollajen sentezini ve fibroblast proliferasyonunu indükleyebilmektedir (48, 49).

GA'nın aktivitesi serbest radikalleri yok ederek ve fibroblastları indükleyerek kollajen fibrillerin oluşumunu desteklemeye dayanmaktadır (50, 51).

Organik yapıdaki GA'nın düşük pKa ve molekül ağırlığına sahip olması dental işlemler için ideal özelliklerdendir. Mine ve dentinin yüzey pürüzlendirilmesinde GA'nın fosforik asit yerine tercih edilmesi önerilmiştir (11). Bunun yanı sıra GA kök kanal tedavisinde son irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldığında smear tabakasını kaldırabilmektedir (9).

2.2.4. Etanol

Alternatif bir biyoyakıt olan etanol fosil yakıtlardan farklı olarak şeker kamışı, mısır, buğday, sorgum vb. tahıllar ile lignoselülozik hammaddeden fermentasyon yoluyla üretilir (52).

İlk olarak 1897 yılında Nikolas Otto tarafından icat edilen içten yanmalı motorda kullanılmaya başlanan etanol, sonraları yakıt-etanol karışımları şeklinde benzine ihtiyaç duyan tüm araçlar ve motorlarda başarıyla kullanılmıştır. Tahıl, melas, koçan, meyve, kabuk gibi çeşitli ürünlerden üretilebilmektedir (52).

Diş hekimliğinde kullanımıyla ilgili yapılan çalışmalarda, kök kanallarının final irrigasyonu için alkollü solüsyonların kullanımı araştırılmış ve kök kanal dolgu maddesi penetrasyonunu ve son irrigasyondan sonra kök kanalı dentininin ıslanabilirlik özelliğini arttırdığı belirtilmiştir (15, 53).

2.3. Kanal içi medikamentler

Kanal tedavisinde seanslar arasında kök kanalına yerleştirilerek kalan mikroorganizmaları elimine etmesi ve enfeksiyonun yenilenmesini önlemesi amacıyla kullanılan antimikrobiyal ajanlara medikament adı verilir (54).

Kök kanal sisteminde mevcut olan düzensiz alanlardaki debris ve mikroorganizma artıklarının yalnızca preparasyon ve irrigasyon ile uzaklaştırılması mümkün olmadığından dolayı kanal içi medikamentlerin kullanımı önerilmiştir (55).

Tedavi esnasında irrigasyon solüsyonları, preparasyonla erişilemeyen alanlara penetre olmalıdır ancak tedavi sırasındaki bekletildikleri süre bu etkiyi kısıtlamaktadır. İrrigasyon solüsyonları endodontik tedavi işlemi süresince kök kanalı içerisinde yaklaşık 10–30 dk kalırken, kanal içi medikament ise ortalama 7 ila 10 gün

süreyle kök kanal sistemi içerisinde bekletilebilir.

İrrigasyon solüsyonlarından daha uzun süre kök kanal sistemi içerisinde kalan medikamentler, biyomekanik preparasyondan etkilenmeyen alanlardaki mikroorganizmalara yayılması, ulaşılması ve eliminasyonu açısından büyük avantaj oluşturmaktadır (56).

Kök kanal sistemi içerisine yerleştirilen medikamentler aynı zamanda ağrı ve enflamasyonu azaltmak, apikal eksuda ve enflamatuvar kök rezorpsiyonunu durdurmak/önlemek için de kullanılır (57).

Ca(OH)_2 , antibiyotikler, kortikosteroidler, fenolik bileşikler, halojenler, klorheksidin (CHX), sülfonamidler kanal içi medikament olarak kullanılan antiseptik ajanlardır. Endodontik tedavilerde en çok tercih edilen kanal içi medikament Ca(OH)_2 ve türevleridir (57).

2.3.1. İdeal medikamentin özellikleri

Kök kanal sistemi içerisinde kullanılacak ideal bir medikament;

1. Lokalize etkili olmalı, sistemik etki göstermemeli,
2. Kanal içi tüm mikroorganizmalara karşı etkili olmalı,
3. Diş ve çevre yumuşak dokularını renklendirmemeli,
4. Sert doku oluşumunu indüklemeli,
5. Dentin kanalları içerisine nüfuz edebilmeli,
6. Hızlı ve uzun süreli etki göstermelidir (58).

Tablo 1. Kanal içi medikamentlerin sınıflandırılması

ANTİSEPTİKLER	ANTİBİYOTİKLER	KORTİKOSTEROİDLER
Halojenler • Klorlu bileşikler <i>NaOCl</i> • İyotlu bileşikler • İyodoforlar <i>Povidon iyodin</i> Fenollü bileşikler <i>Klorheksidin</i> Kalsiyum hidroksit	Karışım halindeki • Septomixin B • Ledermix • Üçlü pat <i>Metronidazol</i> <i>Siprofloksasin</i> <i>Minosiklin</i> Metronidazol Klindamisin	Karışım halindeki patlar • Ledermix • Pulpomixine • Terra cortil Glukokortikoidler

2.3.2. Fenoller

Fenol veya karbolik asit tıpta kullanılan en eski antimikrobiyal ajanlardan biridir. Güçlü toksik özellik göstermesine rağmen fenolik preparatların, paramonoklorofenol, timol, krezol gibi türevleri halen kullanılmaktadır (59) .

Fenolik preparatlar piyasada kafurlanmış olarak kullanıma uygun şekilde bulunmaktadır. Daha az toksik bir fenol bileşiği oluşturan kafurlama işlemi çevre dokulara toksin salgılanmasını yavaşlatır (60). Yapılan çalışmalar fenol ve fenol türevlerinin memeli hücrelerinde antimikrobiyal etkinliği dengeleyemeyecek kadar çok toksik olduğunu göstermiştir (57). Günümüzde endodontide artık kullanılmamaktadır.

2.3.3. Aldehitler

Yüksek toksisite, yüksek mutajeniteye sahip ve karsinojenik potansiyel yapıdadırlar. Formokrezol (%19-37 formaldehit içerir), trikezol formalin (%10 trikesol-%90 formaldehit) kullanımda olan bazı formaldehit içerikli materyallerdir. Formaldehit içeriği %10'un üzerinde olan bu preparatlar patolojik örneklerin fiksasyonu için kullanılmaktadır (60). Karsinojenik olmalarına karşın kullanım kolaylıkları ve antimikrobiyal etkileri sayesinde endodontik tedavide kullanılmıştır (61).

Bu preparatlar kök kanalının içine yerleştirildiği zaman periapikal dokulara ve sistemik dolaşıma da katılırlar. Günümüzde bu yapısından dolayı aldehitlerin kullanımları önerilmemektedir (61).

2.3.4. Kortikosteroidler

Endodontide antienflamatuar etkisinden dolayı, pulpanın vitalitesinin korunmasında, kök kanal tedavisinden sonra postoperatif ağrının azaltılması gibi amaçlarla kullanılmaktadır (25, 61). Klinik kullanımda etkin sonuçlar verdiği durumlar, akut apikal periodontitis ve irreversible pulpitistir (25).

Ledermix patı kortikosteroid içermektedir. Bu pat, dentin tübülleri vasıtasıyla sement seviyesine ulaşır ve periodontal dokulara zarar vermeden etki eder. Bundan dolayı travma yaralanmaları olan dişlerde kullanımı önerilmiştir (62).

2.3.5. Antibiyotikler

Endodontik enfeksiyonda birçok bakterinin bir arada bulunması kök kanal tedavisinde antibiyotik patlarının medikament olarak kullanılmasını gündeme getirmiştir. İlk olarak Hoshino'nun yaptığı üç farklı antibiyotiğin kombinasyonunu karşılaştıran çalışma sonrası üçlü antibiyotik patı (TAP) nın kullanımı rapor edilmiştir. TAP siprofloksasin, metronidazol ve minosiklinden oluşur (63, 64).

Metronidazol ve siprofloksasin, DNA sentezini inhibe ederek çalışır. Minosiklin protein sentezini hedefler (65). Ancak, TAP kullanımının dentin renginde bozulma, demineralizasyon ve kök hücrelere sitotoksik etkisi olduğu bilinmektedir (66). 1 mg/ml'nin üzerindeki konsantrasyonlarda kullanımı apikal papilla kök hücrelerinde

(SCAP) hasara neden olmaktadır (67).

İkili antibiyotikli patı (DAP), kök kanallarında kullanılan bir başka antibiyotik karışımıdır (metronidazol ve siprofloksasin) (68). Üçlü antibiyotik patındaki minosiklinin neden olduğu renklenmeyi önlenmek amacıyla ikili antibiyotik patı kullanımı önerilmiştir (69).

Son çalışmalarda yüksek konsantrasyondaki antibiyotik patların doğrudan toksik olduğu gösterilmiştir fakat modifiye düşük konsantrasyon (0,1-2 mg/ml) TAP veya DAP'ın pulpa hücreleri üzerinde herhangi bir sitotoksik etkiye sahip olmadığı kanıtlanmıştır (67, 70).

Antibiyotikler, kanal tedavisi prosedüründe sıklıkla lokal olmak üzere sistemik olarak da kullanılabilen ilaçlardır. Antibiyotiklerin sistemik kullanımında alerji gelişimi, toksisite, gibi olumsuz durumlar gelişebilmektedir (71).

2.3.6. Kalsiyum hidroksit

Fenol ve aldehit içerikli kanal içi medikamentlerin vücudun çeşitli dokularına yayılımı, ayrıca mutajenik ve karsinojenik etkilerinin olması nedeniyle endodontik tedavilerde kullanılmamaktadır (72).

Ca(OH)_2 'nin kontrollü salınım uygulamaları ile medikamentlerin uzun süreli ve sabit plazma konsantrasyonunu sağlaması ve aşırı doza ulaşması engellenmekte, böylece yan etkileri azaltılmaktadır (73). Bundan dolayı Ca(OH)_2 endodontide güvenle kullanılabilir.

2.4. Endodontide Kalsiyum Hidroksit

Hermann'ın 1920 yılında Ca(OH)_2 'i diş hekimliğine tanıtmasından itibaren bu preperat endodonti alanında vazgeçilmez hale gelmiştir. Bununla birlikte Ca(OH)_2 'nin diş hekimliği literatüründe ilk kullanımı 1838 yılında Nygren tarafından “fistula dentalis” tedavisi amacıyla (74). 1951 yılında Codman Ca(OH)_2 'i ilk kez dental pulpa ile ilişkili olarak kullanmıştır (75).

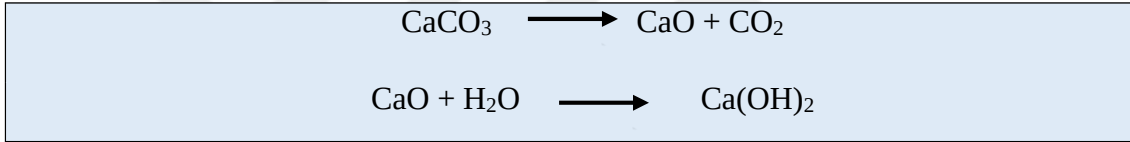
Cvek'e göre Hermann'ın 1936 yılında materyali Amerika'da kullanması ile 1930'lu yıllarda Ca(OH)_2 yaygın olarak bilinir hale gelmiştir (76). Literatürde, Ca(OH)_2 ile ilgili başarılı pulpa iyileşmesi bildiren ilk çalışmalara 1934 ve 1941 yılları arasında rastlanmaktadır. Özellikle 2.Dünya Savaşından sonra klinik kullanım alanları genişlemiş, vital pulpa ve periapikal doku iyileşmesinde önemli rol oynayan en iyi

medikament haline gelmiştir (77).

Hermann tarafından pulpa kuafajı materyali olarak tanıtılan Ca(OH)_2 'nin antimikrobiyal aktivitesi ve doku çözücü etkinliği olduğu, diş dokusunda rezorpsiyonu inhibe ettiği ve enfekte kök kanallı dişlerin periapikal sert doku oluşumunu indüklediği belirtilmiştir (78, 79). Ca(OH)_2 kök rezorpsiyonunu durdurur ve travma sonrası periapikal iyileşmeyi uyarır (78, 80).

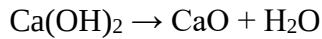
2.4.1. Kalsiyum hidroksitin özellikleri

Ca(OH)_2 , halk dilinde sönmüş kireç olarak bilinir. Ca(OH)_2 formülüyle ifade edilen kimyasal bileşiktir. Kalsiyum oksit, su ile karıştırıldığında oluşur, renksiz kristal veya beyaz toz şeklindedir. Düşük toksisiteye sahip olup sanayide birçok kullanım alanı vardır (81).



Şekil 1. Ca(OH)_2 'nin oluşum tepkimesi.

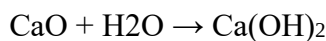
101 kPa Basınç altında 512°C 'e kadar ısıtıldığında, Ca(OH)_2 , kalsiyum oksit tozu ve suya ayrışır.



Su içinde Ca(OH)_2 partikülleri süspansiyon halinde bulunduğunda buna kireç süspansiyonu denir. Solüsyon asitlerle ve birçok metalle reaksiyona girme eğilimindedir (73). Karbondioksit varlığında solüsyon süte benzer bir görünüme kavuşur kalsiyum karbonat halini alır.



Ticari olarak kireç ve su ile hazırlanır.



Laboratuvarda kalsiyum klorid ve sodyum hidroksitin aköz solüsyonlarının karıştırılması ile elde edilebilir. Çok fazla miktarda üretilip, kolay taşınabildiğinden ve çok ucuz olduğundan Ca(OH)_2 günümüzde birçok alanda kullanılabilmektedir (81).

Ca(OH)_2 etkisini Ca^{2+} ve OH^- iyonlarına ayrışarak oluşturur. OH^- iyonları bakterilerin membranlarına ve DNA'larına hasar vererek ve bakteri hücresinde mineralizasyon yaparak antibakteriyel etki oluşturur (81). Ca(OH)_2 kimyasal olarak güçlü bazıktır ve pH değeri 12,5-12,8 arasındadır. Bu yüksek pH, gram (-) bakterilerin hücre duvarında bulunan bakteriyel lipopolisakkaritin (LPS) biyolojik özelliklerini değiştirir ve mikroorganizmanın yok edilmesinde önemli bir rol oynar (82).

2.4.2. Kalsiyum hidroksit taşıyıcıları

Ca(OH)_2 ' in tüm biyolojik etkilerinin, kalsiyum ve hidroksil iyonlarının iyonik çözülmesine bağlı olduğu bildirilmektedir. Ca(OH)_2 taşıyıcıları, medikamanın periapikal dokular ve kök kanalı içerisinde çeşitli oranlarda çözünmesine ve rezorbe olmasına yol açan iyonik çözülmenin hızını belirleyerek işlemin bütünü üzerinde çok önemli bir rol oynamaktadırlar (83). Taşıyıcının derişimi azaldıkça, iyonik ayrışma artar (83). Bundan dolayı Ca(OH)_2 ile karıştırılacak taşıyıcı oldukça önem arz eder ve patlar kullanılan taşıyıcının tipine göre sınıflandırılır (2). Genel olarak Ca(OH)_2 ; aköz (sulu), visköz ve yağlı taşıyıcı olmak üzere üç tip taşıyıcı ile kullanılır.

Aköz taşıyıcılar; su, salin, vazokonstrüktörlü ya da vazokonstrüktörsüz dental anestezikler, Ringer's çözeltisi, metil selüloz, karboksimetil selülozün aköz süspansiyonları ve anyonik deterjanlar bu grupta yer alan solüsyonlardır (84). Bu taşıyıcılar, dokularla veya doku sıvılarıyla temas ettiğinde hemen çözünürler ve makrofajlar tarafından rezorbe edilirler. Bu yüzden kök kanal sistemi kısa süre içerisinde boş kalarak iyileşme sürecini olumsuz etkileyebilir.

Visköz taşıyıcıların bazıları da suda çözünme özelliğine sahiptir. Gliserin, polietilenglikol, propilen glikol örnek gösterilebilir. Yüksek molekül ağırlıkları sayesinde, Ca(OH)_2 ' in dokuyla temasında iyonizasyon daha uzun sürede ve daha düşük hızda olur (85). Kök kanalında 2-4 ay kadar kalabilmeleri sayesinde bazı endodontik tedavi türlerinde seans sayısını ve pansuman değıştirme sıklığını azaltabilirler (83).

Yağlı taşıyıcıların; dokulardaki çözünürlüğü ve difüzyon yetenekleri daha düşüktür. Bu sayede, diğerlerine göre kök kanalında daha uzun süre kalabilirler. Endodonti pratiğinde; pulpa kaplamalarında, kök rezorpsiyonlarında ve apeksifikasyonda kullanılmaktadırlar (86). Yağlı taşıyıcılara zeytin yağı, silikonyağı, kafur (kafurlu paraklorofenol yağı), metakresilasetat ve oleik, linoleik ve isostearik

asit örnek verilebilir (83).

2.4.3. Kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması

Ca(OH)_2 'in antimikrobiyal özelliklerinin yanısıra, kök kanalından tam olarak uzaklaştırılamadığı, artık ürünlerinin kök kanal dolgusu yapıldıktan sonra apikal sızıntıya neden olabilecek boşluklara sebep olabileceği düşünülmektedir (1). Literatürde apikal sızıntıyı kök kanalında kalan Ca(OH)_2 'nin patı ile ilişkilendiren birçok çalışma vardır (1). Ca(OH)_2 , çinko oksit öjenol içerikli kanal dolgu patlarındaki öjenol ile etkileşime girerek, simanın sertleşme reaksiyonunu engeller, gözenekli ve kırılgan bir yapıya dönüşmesine neden olur (87).

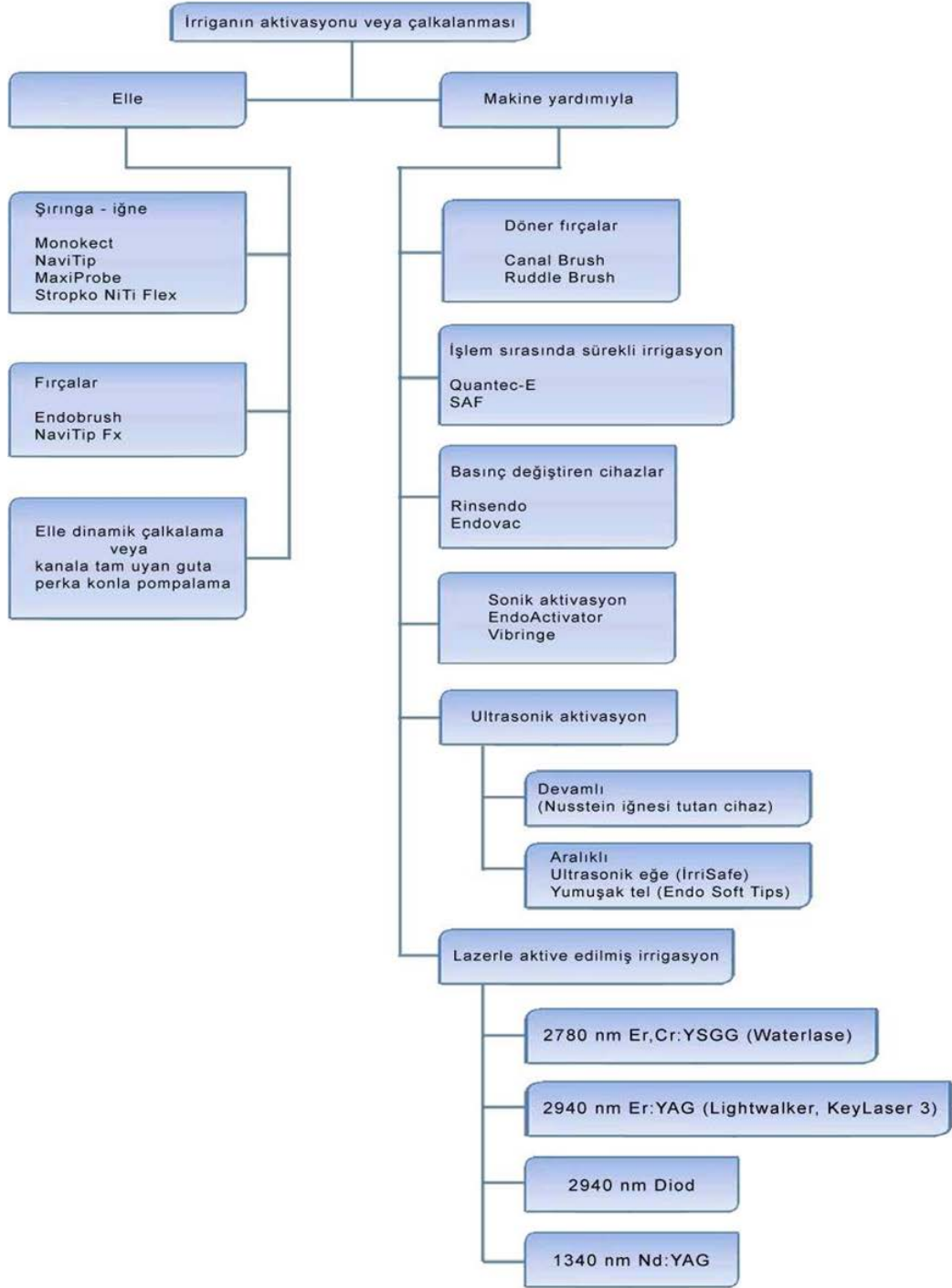
Kök kanallarında kalan Ca(OH)_2 , kanal patının tübüllere adaptasyonunu olumsuz etkiler, rezin kökenli patların dentine bağlanmasını azaltır, boyutsal stabilitesi düşük olduğu için mikrosızıntıyı arttırabilir (87, 88). Aynı zamanda Ca(OH)_2 'in kanal patları ile reaksiyona girebileceği, donma ve çalışma sürelerini etkilediği düşünülmektedir (88).

Ca(OH)_2 'in kanaldan uzaklaştırılmasında önemli olan parametrenin taşıyıcının cinsi olduğu bilinmektedir (89, 90). Örnek olarak yağlı taşıyıcılar, su bazlı taşıyıcılara göre daha zor temizlenir (90). Ca(OH)_2 'in kanaldan uzaklaştırılmasını olumsuz etkileyen diğer faktörlere ise kanal kurvatürü, irrigasyon ajanı türü ve penetrasyon derinliği örnek verilebilir.

Ca(OH)_2 kanal duvarından mekanik enstrümanlarla çıkarılsa bile, kanal içi düzensizliklerden ve girintilerden temizlenememektedir. Bu alanlara ancak irrigasyon solüsyonları ulaşabilmektedir (91). İrrigasyon solüsyonu olan EDTA'nın Ca(OH)_2 'yi uzaklaştırma işlemini kolaylaştırdığı, şelatör özelliğiyle Ca(OH)_2 kalıntılarını nötralize etme yeteneğine sahip olduğu ve bu sayede medikamentin ileride patla olası bir reaksiyona girmesini önleyebileceği düşünülmektedir (88).

2.4.3.1. İrrigasyon aktivasyon yöntemleri

Kanal tedavisi esnasında kullanılan irrigasyon solüsyonları farklı yöntemler kullanılarak aktive edilirler. Bu sayede mikroorganizma ve ürünlerinin, vital ve nekrotik doku artıklarının, kanal içi kullanılan medikamentlerin uzaklaştırılması sağlanır. Bu yöntemler Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. İrrigasyon aktivasyon yöntemleri (92).

2.4.3.1.1. Manuel aktivasyon yöntemleri

Şırınga ile yapılan irrigasyon, kanülün kanal içerisine yerleştirildikten sonra, iğnenin kanal içerisinde aşağı ve yukarı yönlerde hareketi ile yapılmaktadır. İğne ile yapılan geleneksel irrigasyon yöntemi kolay uygulanabilmesinden dolayı sık tercih edilen bir yöntemdir (93). Diş hekimliğinde anestezi amacıyla kullanılan iğneler uçtan perfore olduğundan ötürü solüsyonun periapikal bölgeden taşma riski mevcuttur (94). Bu sebeple ucu kapalı yandan delikli iğneler üretilmiştir.

Fırça ile yapılan aktivasyon kök kanal sistemi içerisindeki pulpa ve nekrotik artıkların uzaklaştırılması ve irrigasyon solüsyonunun aktivasyonu için kullanılmaktadır. Kanal içerisinde bulunan düzensiz alanlar fırça kıllarının kopmasına sebep olabilir ayrıca radyolüsent olan bu kıllar radyografide ayırt edilemezler (95).

Manuel dinamik aktivasyon kanal preparasyonundan sonra kök kanal sistemi içerisinde solüsyon mevcutken son preparasyon çapına uygun bir güta perkanın ileri geri hareket ettirilmesi ile hidrodinamik etki sağlanmasına dayanan bir yöntemdir (96).

2.4.3.1.2. Mekanik aktivasyon yöntemleri

Döner aletler ile kullanılan mikro fırçalar dentin debris ve smearı uzaklaştırmak için tasarlanmışlardır. Bu fırçalar, kanal içerisindeki artıkların apikalden koronal kısma doğru uzaklaştırılmasını sağlar (97).

Döner eğe ile preparasyon esnasında eş zamanlı irrigasyon uygulaması; kullanılan solüsyonun miktarının artmasını, irrigasyon ajanıyla kök kanalı arasındaki temas süresinin uzamasını ve solüsyonun dentin duvarlarına daha fazla penetre olmasını sağlar. Güncel sistemlerden örnek verilecek olursa Self Adjusting File (SAF) (Re-Dent-Nova, Ra'nana, İsrail) söylenebilir. SAF; prepare ettiği kanalın formunu alarak kanallarda üç boyutlu ve eş zamanlı hem şekillendirme hem de irrigasyon yapabilen eğe sistemidir. Eğenin mekanik formu incelendiğinde iç kısımları 120 µm inceliğinde nikel-titanyum yapıda örgü ile desteklenmiş elastik bir nikel-titanyum kafesten oluşmaktadır. Eğenin içinin boş olması ile şekillendirme yapılırken kök kanalının sürekli olarak irrigasyon solüsyonuyla dolması sağlanır. Böylece preparasyon ve irrigasyon aynı anda uygulanarak debrisin kanaldan uzaklaştırılması hedeflenmektedir (98).

Kök kanal sistemi içerisindeki isthmus gibi düzensizliklere geleneksel yöntemler ile erişilemeyeceğinden dolayı ve bu bölgelerde Ca(OH)_2 artıklarının kalabileceği düşüncesi ile sonik aktivasyon sistemleri geliştirilmiştir (99). 1 ila 6 kHz seviyesinde salınım yapmaktadır (100). Ultrasonik aktivasyon ile kıyaslandığında daha düşük kesme gerilimi oluştururken döngüsel hareket yapmaz, üretilen sinüzoidal salınım ise cihazdan aletin ucuna doğru iletilir (101) .

Eddy (VDW, Münih, Almanya) sonik sistemi 0.2 mm apikal çapa ve poliamid uca sahip bir sistemdir. Metal uçlu olmaması sayesinde hem kanal içerisinde çalışmaktayken kırılma riski minimize edilmekte hem de metal olmayan ucun dentine zarar vermesinin engellenmesi amaçlanmaktadır. Sonik dalgalar üreten ve 5000 ila 6000 Hz frekansla salınım yapan sistem, yüksek frekanslı titreşimle uca aktarıldığında uç yüksek amplitüdlü salınım hareketi yapar. Etki ettiği solüsyonda oluşturduğu kavitasyon etkisi ve akustik dalgalar, 0.2 mm lik uç kısma kadar girdaplar oluşturur (99). Eddy sisteminin eğimli ve düz kanallardaki antibakteriyel etkinliği pasif ultrasonik irrigasyona eşdeğer bulunmuştur (102). Kanal içerisindeki düzensizliklerden organik doku çözücü etkinin kıyaslandığı başka bir çalışmada ise pasif ultrasonik irrigasyon ve EndoActivator ile benzer sonuçlar vermiştir (103).

Ultrasonik sisteminin kök kanal tedavisinde kullanımını Richmann 1957 yılında önermiştir (104). Sonik sistemlerle kıyaslandığında daha yüksek frekans (20-40 kHz), fakat daha düşük salınım genliği oluşturmaktadır (101). Ultrasonik uç çalıştığı esnada longitudinal hattı boyunca horizontal titreşimler oluşturur. İrrigasyonun ultrasonik aktivasyonu sırasında, serbestçe salınan eğelerin enerjisi kök kanalı içindeki irrigasyon solüsyonuna aktarılır ve akustik dalgalanma hareketi oluşur.

İki tip ultrasonik irrigasyon yöntemi bulunmaktadır. Bunlar Ultrasonik enstrümantasyonla eş zamanlı kullanılan ultrasonik irrigasyon (UI) ve enstrümantasyon sonrasında sadece solüsyon aktivasyonu için yapılan pasif ultrasonik irrigasyon (PUI) sistemleridir.

UI esnasında kullanılan ege dentin duvarına temas eder (105). PUI sisteminde ultrasonik cihazlarla irrigasyon solüsyonun aktivasyonu sağlanır. PUI sisteminde kesici özelliği olmayan bir ege kullanılmaktadır (106). Bu işlemde irrigasyon solüsyonun aktivasyonu titreşim hareketi yapan bir ege ile kök kanalı içerisinde bulunan sıvıya enerji iletimi ile sağlanmaktadır (107).

Multisonik aktivasyon Gentle Wave (Sonendo Inc, Laguna Hills, CA, ABD) ismi ile piyasaya sunulan ve kök kanallarının temizlenmesi amacı ile geniş bir dalga aralığında enerji oluşturarak solüsyon aktivasyonunda kullanan sistemdir (108). Kontrol paneli ve başlıktan oluşan sistemin başlık kısmının ucu pulpa odasının tabanına temas etmeden konumlandırılır ve fotonla indüklenmiş fotoakustik dalgalanma (PIPS) tekniğinde olduğu gibi kanal sistemi içerisine ilerletilmez. Sistemdeki kontrol panelinden solüsyonun iletim hızı (yaklaşık olarak 45 ml/dk) ve solüsyon sıcaklığı (40°C) ayarlanarak kanal içerisine iletilir. Sistemle eşzamanlı olarak solüsyon koronalden yüksek emiş gücüyle geri çekilir. Ayrıca bu olay esnasında yıkama solüsyonunda kavitasyon gerçekleşmekte ve buna bağlı olarak da sistemin etkinliği artmaktadır (109).

Lazerler endodontide; kök kanal sistemi içerisindeki isthmus, lateral kanal gibi ulaşılması güç alanların dezenfeksiyonu için irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini arttırmak amaçlı kullanımı önerilmektedir (108).Lazer ışını, oluşan enerjinin yüksek güçle emilimiyle ışınsal bozunum meydana getirir ve solüsyonda hızlı ve kısa zamanlı kavitasyonlara neden olur (110).

Irrigasyon aktivasyonunda kullanılan lazerler iki farklı şekilde uygulanmaktadır. Birinci uygulama yönteminde kuru bir kanalda apikale kadar yerleştirilen fiber uç dairesel hareketlerle kanal içerisine uygulanarak doğrusal ışınların dentin duvarına etki etmesi sağlanır. Diğer yöntemdeki etkisi ise kanal içerisinde irrigasyon solüsyonu varken kanal içinden veya kanal girişinden lazer uygulamasıyla solüsyonda baloncuklar oluşturmaktır (111).

PIPS prensibi ile çalışan ve ışınsal ve şerit şeklinde dizayn edilmiş bir uçla kullanılan Er:YAG lazer sistemi mevcuttur. Bu teknikteki parametreler ışık enerjisi sıvıya çarptığında ısısal etkiye ek olarak fotomekanik bir etki de oluşturur. Ardışık içsel enerji patlamaları sayesinde yüksek güçtedalgaların üretilmesi sağlanır (112). Bu teknikte oluşturulan güç ile solüsyonun hareketini sağlayan şok dalgaları üretilir. Bu dalgalar su molekülleriyle etkileşerek irrigasyon solüsyonunun üç boyutlu hareketini sağlar. Bu sayede dentin debrisleri ve smear tabakasının uzaklaştırılması sağlanır (113).

2.5. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Değerlendirme

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) diş hekimliğinde 1962 yılından beri kullanılmaktadır. Bu görüntüleme tekniği ile yüksek büyütmede (50x-10.000x ve fazlası) görüntüler elde edilebilmektedir (114). Çalışma prensibi maddenin yüzeyine bir elektron ışınının farklı sinyal ve enerji ile ulaşarak çarpması sonucu dedektörün maddeden cevap toplayarak görüntü oluşturmaları şeklinde tanımlanmaktadır (115). SEM cihazı sayesinde dentin tübüllerinde kalan kanal dolgu patı, smear tabakası ve kök kanal duvarında oluşan yüzey değişiklikleri detaylı bir biçimde analiz edilebilmektedir (116, 117). Kök kanal sisteminden kanal dolgusunun uzaklaştırılmasının incelendiği bir çalışmada; kanal duvarlarının geleneksel radyografi ve stereo mikroskop ile incelendiğinde temiz olduğu gözlenirken, SEM incelemesinde artık dolgu maddesi kaldığı belirtilmiştir (118). Bu sistemin olumsuz özelliği ise düşük büyütme seçeneklerinde tüm yüzeyin görüntüsünün elde edilememesidir. İlaveeten yüksek maliyetli olması ve bir operatör ihtiyacı olduğundan dolayı uygulaması zor olmaktadır (119).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu in vitro tez çalışması 76 adet insan mandibular premolar dişleri kullanarak, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi.

%17 EDTA, %10 GA ve %70 etanol kullanılarak kök kanalından Ca(OH)_2 uzaklaştırma etkinliklerinin değerlendirilmesi amaçlandı ve Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulu tarafından 30.03.2022 tarihi 2022/15 sayılı etik kurulu onay raporu alınarak başlandı.

3.1. Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması

Çalışmada kullanılacak örnek sayısını belirleyebilmek amacı ile G*Power paket programı ile tek yönlü anova analizi kullanılmıştır. Bu çalışma için analizlere alınacak örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında etki büyüklüğü %95 güven ($1-\alpha$), %95 test gücü ($1-\beta$) ve $f=0,502$ etki büyüklüğü ile her bir grupta 22 vaka olmak üzere çalışmaya dahil edilmesi gereken toplam vaka sayısı 3 deney grubu için 66 olarak bulunmuştur.

3.2. Örneklerin Seçimi

Ortodontik ve periodontal sebeplerden dolayı çekimi yapılan daha önce kök kanal tedavisi yapılmamış, kök ucu kapalı, çürüksüz, tek köklü insan premolar dişleri % 0.9 salin solüsyonunda kullanılacakları güne kadar bekletildi. Örnekler; periapikal filmler ve stereo mikroskop yardımı ile kalsifiye kanal, eksternal veya internal rezorpsiyon, kırık, çatlak mevcudiyeti açısından incelendi ve kusurlu olanlar çalışmadan çıkarıldı.

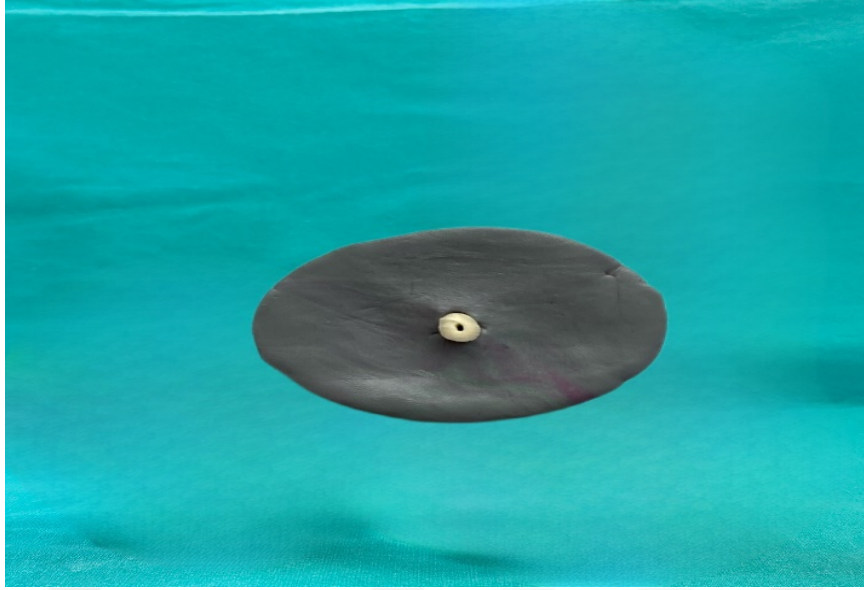
Standardizasyonu sağlamak amacıyla dişlerin kuronları mine-sement sınırından itibaren kök boyu 15 mm olacak şekilde su soğutmalı elmas separe yardımıyla kesilerek ayrıldı (Resim 1). Kalan köklerin çalışma boyu, apikal foramenden #15 nolu K tipi eğenin (VDW, Münih, Almanya) uç kısmı gözlendikten sonra 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi. #20 K tipi kanal eğesinden (Diadent, Burnaby, Kanada) daha büyük boyutlu eğelerin apikalden görüldüğü kökler çalışma dışı bırakıldı.



Resim 1. Dişlerin kök boylarının 15 mm'ye sabitlenmesi.

3.3. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

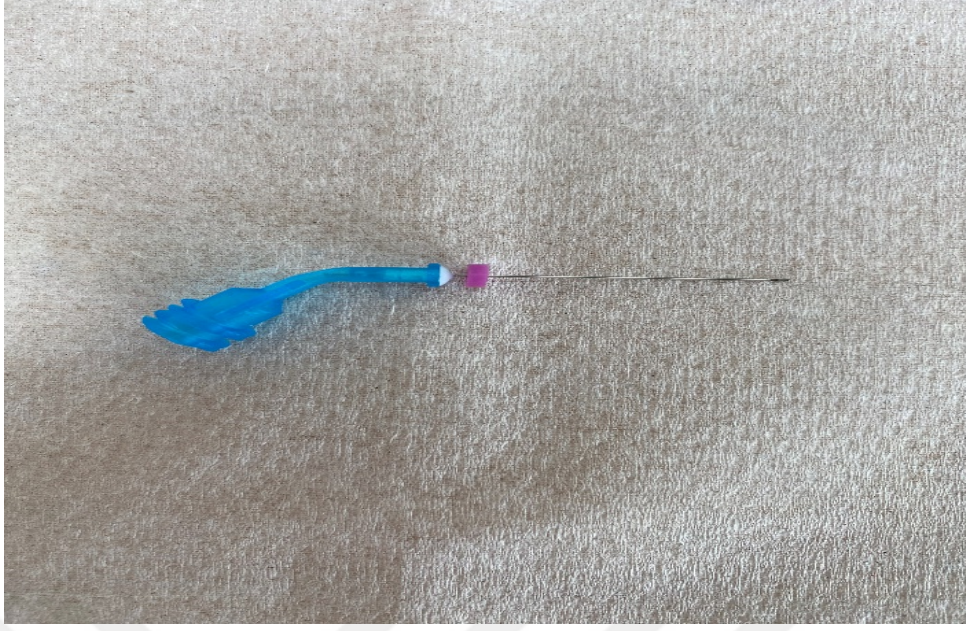
Örneklerin preperasyon aşamasına başlanmadan önce klinik koşullara benzerlik sağlamak için apikal bölümleri pembe mum ile kapatılarak kapalı kanal sistemi oluşturulması hedeflendi. Preparasyon ve irrigasyon işlemlerinin rahat uygulanabilmesi amacıyla polivinil siloksan ölçü maddesi (Zetaplus, Zhermack Spa, Badia Polesine, Rovigo, İtalya) içerisine yerleştirilen örnekler rahat çalışılabilmesi ve işlem bitiminde ölçü maddesi içerisinden kolaylıkla çıkarılabilmesi için koronal kısmının 2-3 mm'si ölçü maddesi dışında kalacak şekilde konumlandırıldı (Resim 2).



Resim 2. Dişlerin ölçü maddesi içerisine yerleştirilmesi.

Kök kanalları; tek bir operatör tarafından üretici firmanın tavsiyelerine göre endodontik motor olarak E Connect S (Eighteeth, Changzhou, Çin) kullanılarak Reciproc R40 (VDW, Münih,Almanya) NiTi eğe ile prepare edildi. Her örnek için bir adet R40 döner eğesi kullanıldı. Preparasyon yapılırken her eğeden sonra 10 nolu eğe ile apikal patensi kontrolü sağlandı. Genişletme işlemleri esnasında kanallar 10 mL %2,5'lik NaOCl ile yıkandı ve yıkama işlemi için 30-G yandan perfore irrigasyon iğnesi kullanıldı (Resim 3). İğne ucu çalışma boyunun 1 mm gerisine konumlandırıldı.

%17'lik 2 ml EDTA final irrigasyondan önce smear tabakasını uzaklaştırmak amacıyla (Wizard, Rehber Kimya San.ve Tic., İstanbul, Türkiye) kök kanallarında 1 dk bekletildi. Son olarak nötralizasyon sağlamak amacıyla distile su ile irriga edilen örnekler kâğıt konlar (Dentsply Maillefer, Ballagiues, İsviçre) ile kurulandı.



Resim 3. Çalışmamızda kullanılan 30-G yandan perforate irrigasyon iğnesi.

3.4. Deney grupların belirlenmesi

Çalışmada 3 deney grubunda 66 (n=22), pozitif ve negatif kontrol grubunda 10 (n=5) adet olmak üzere toplamda 76 diş kullanıldı. İrrigasyon işlemi biten örneklerin kanalları kurutulduktan sonra bütün kanallara homojen olması amacıyla enjekte formda bulunan Ca(OH)_2 (Dentsply,Maillefer,Ballagiues,İsviçre) materyali üretici firmanın kullanım talimatlarına uygun biçimde kök kanalının tamamına tek kullanımlık plastik uçlarla yerleştirildi (Resim 4). Tüm örneklerden iki yönlü periapikal radyografi alınarak kök kanallarındaki Ca(OH)_2 materyalinin yeterliliği kontrol edildi. Örneklerin koronal kısımları steril teflon bant ve 3 mm kalınlığında geçici olarak Cavit-G (3M-ESPE, Minnesota, ABD) ile kapatıldı. Her bir örnek sırasıyla eppendorf tüplerine yerleştirildi ve 7 gün süreyle 37°C sıcaklık ve %100 nemli ortamda etüvde bekletildi.

Ca(OH)_2 uzaklaştırılmadan önce, Cavit-G ve teflon bant dişlerden uzaklaştırılıp su soğutması altında elmas separe ile bukkal-lingual yönde oluklar açıldı. Sonrasında kökte oluşturulan oluklardan birine yerleştirilen ince bir siman spatülü yardımı ile hafif bir basınç uygulanarak köklerin iki parçaya ayrılması sağlandı.



Resim 4. Çalışmamızda kullanılan $\text{Ca}(\text{OH})_2$



Resim 5. Çalışmamızda kullanılan etüv cihazı.

Çalışmadaki deney grupları aşağıdaki gibi oluşturulmuştur;

Grup 1. 6 ml %17'lik EDTA + SI (Sonik İrrigasyon) (n=22)

Grup 2. 6 ml %10'luk GA + SI. (n=22)

Grup 3. 6 ml %70'lik Etanol + SI. (n=22)

Pozitif kontrol grubu (n=5)

Negatif kontrol grubu (n=5)

3.5. Kanal İçi Medikamentin Uzaklaştırılması

3.5.1. Grup 1. 6 ml %17'lik EDTA + SI

Final irrigasyon aşamasına geçilmeden önce örnekler 10 ml salin solüsyonuyla irrigate edildi ve bu aşamada master apikal eğe ile çalışma boyuna erişim sağlandı. Sonrasında final irrigasyon solüsyonu olarak kanallara 6 ml %17'lik EDTA 1 dk süre ile uygulandı (Resim 6). W&H synea havalı scaler ZA55 (W&H, Bürmoos, Avusturya) cihazı ile VDW EDDY sonik uç (VDW GmbH, Münih, Almanya) kullanıldı. İrrigasyon ucu, kanaldan 1 mm kısa olacak şekilde kök kanalına yerleştirildi ve üretici firmanın talimatları doğrultusunda sonik irrigasyon yöntemi ile 1 dk boyunca aktivasyon sağlandı (Resim 7). Final irrigasyon solüsyonunun nötralizasyonu için kanallar 5 ml distile su ile irrigate edildi ve kâğıt konlar yardımıyla kurutuldu. İrrigasyon aktivasyon yöntemi ve kanalların kurutulması diğer deney grupları için de benzer şekilde yapıldı.



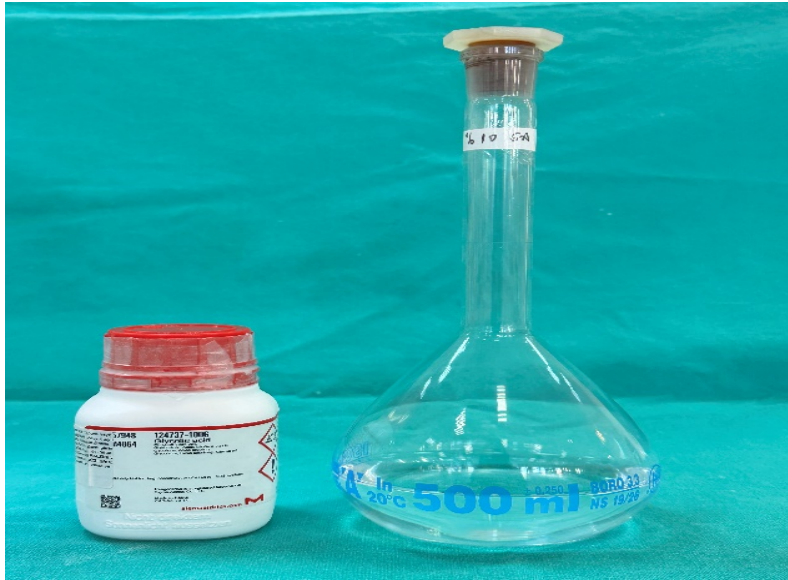
Resim 6. EDTA solüsyonu



Resim 7. EDDY sonik aktivasyon cihazı

3.5.2. Grup 2. 6 ml %10'luk GA + SI

Tüm irrigasyon ve aktivasyon aşamaları Grup 1'deki gibi gerçekleştirilmiştir. Final irrigasyon solüsyonu olarak 6 ml %10'luk GA uygulandı (Resim 8).



Resim 8. GA solüsyonu

3.5.3. Grup 3. 6 ml %70'lik Etanol + SI

Tüm irrigasyon ve aktivasyon aşamaları Grup 1'deki gibi gerçekleştirilmiştir. Final irrigasyon solüsyonu olarak 6 ml %70'lik etanol uygulandı (Resim 9).



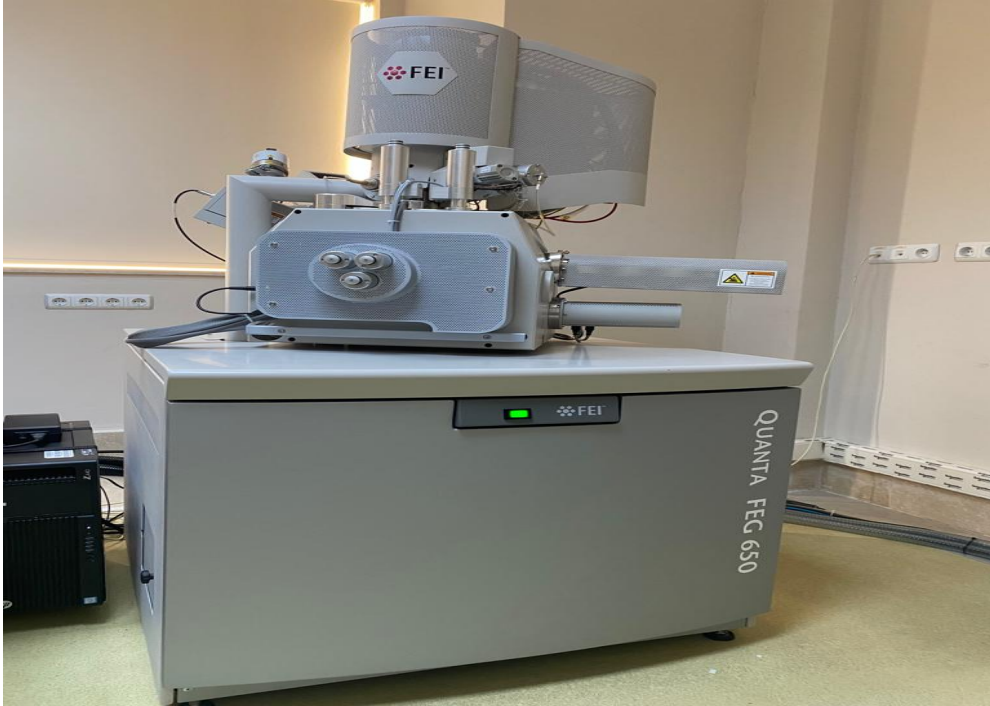
Resim 9. % 70 Etanol solüsyonu

3.6. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile Görüntülerin Değerlendirilmesi

SEM (Quanta FEG 250, Oregon, ABD) çalışması, Çukurova Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (ÇÜMERLAB), SEM Laboratuvarında yapıldı. Çalışmada dişler ağız spatülü yardımıyla iki parçaya ayrılarak SEM cihazına yerleştirildi (Resim 10,11). 76 adet dişin kök kanalının apikal bölümünde x2000 büyütme ve 20.000 kV altında toplam 76 adet görüntü alındı.



Resim 10. Dişlerin su soğutması ile ikiye ayrılması



Resim 11. Çalışmamızda kullanılan SEM cihazı.

Ca(OH)_2 medikamentinin uzaklaştırılma derecesini ve dentin duvarı temizliğini belirlemek için Salgado'nun beşli skorlama sistemi kullanıldı (7).

Skor-1: Ca(OH)_2 'nin %80–100 uzaklaştırılması (tamamen temiz)

Skor-2: Ca(OH)_2 'nin %60-80 uzaklaştırılması (çok iyi temizlik)

Skor-3: Ca(OH)_2 'nin %40-60 oranında uzaklaştırılması (kısmi temizlik)

Skor-4: Ca(OH)_2 'nin %20–40 oranında uzaklaştırılması (hafif temizlik)

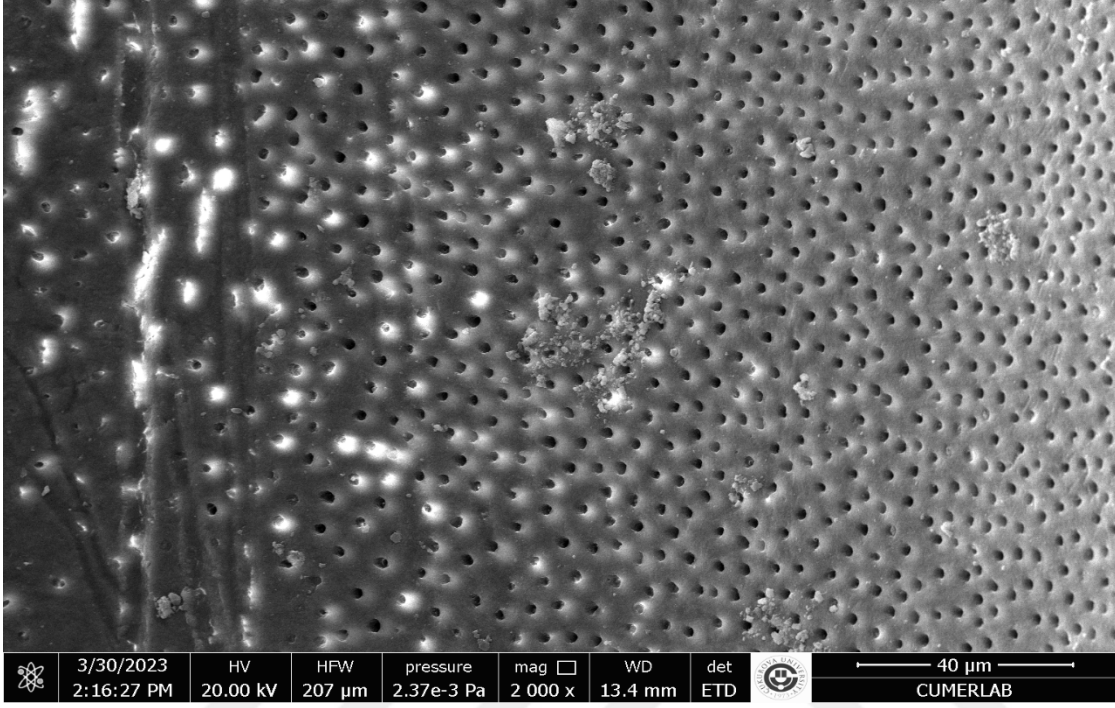
Skor-5: Ca(OH)_2 'nin %0-20 arası uzaklaştırılması (temizlik yok).

Ca(OH)_2 'nin varlığı iki farklı gözlemci tarafından gözlemsel olarak skorlandı. SEM cihazında alınan örneklerin skor değerlerine göre sınıflandırılması ise aşağıda belirtilmiştir (Resim 12-23).

Skor Değerlerine Göre Örnek SEM Fotoğrafları

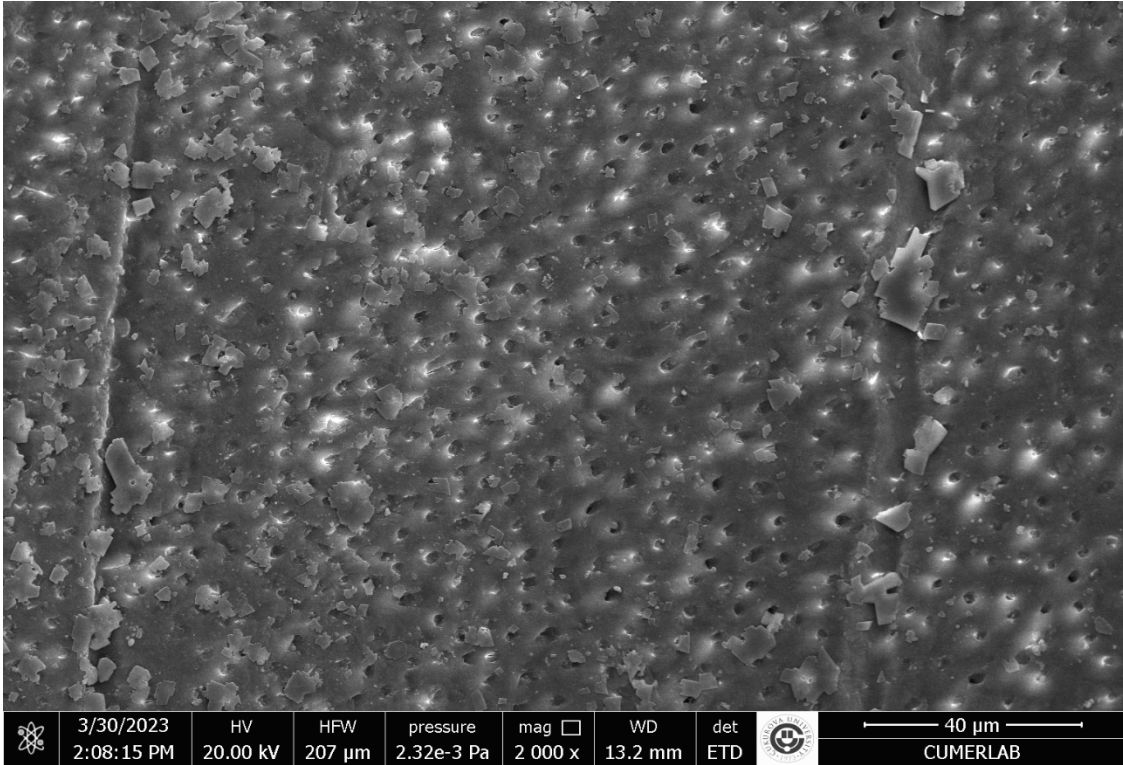
EDTA grubuna ait sem görüntüleri

SKOR 1



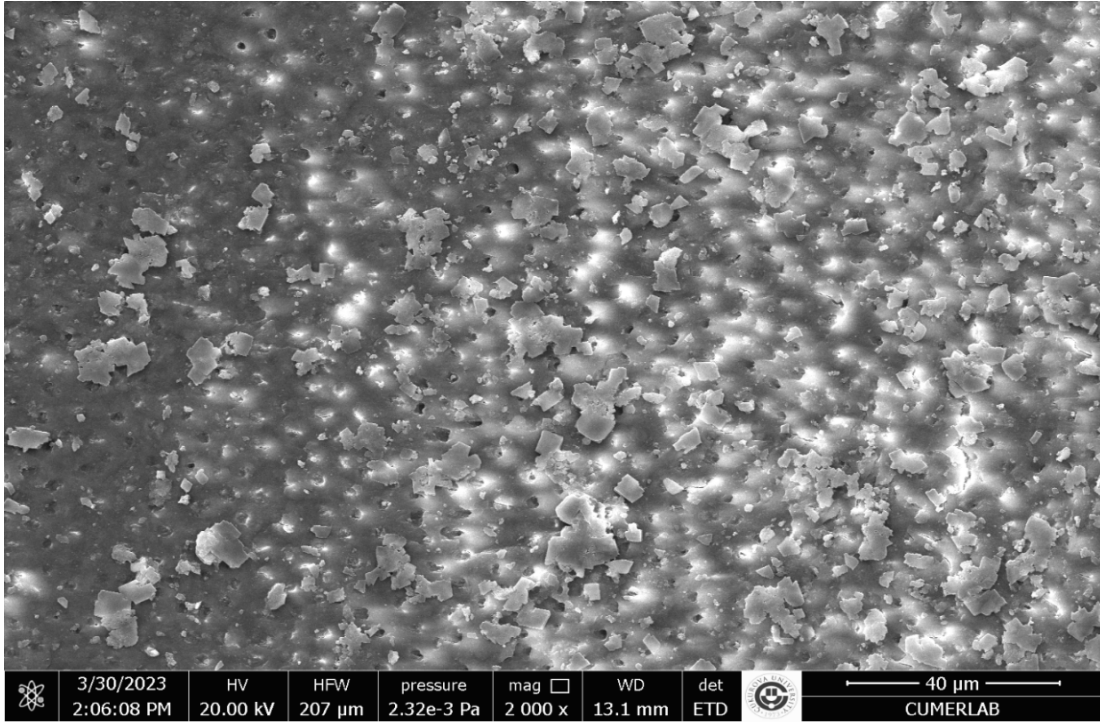
Resim 12. EDTA grubuna ait örneğin skor 1 SEM görüntüsü

SKOR 2



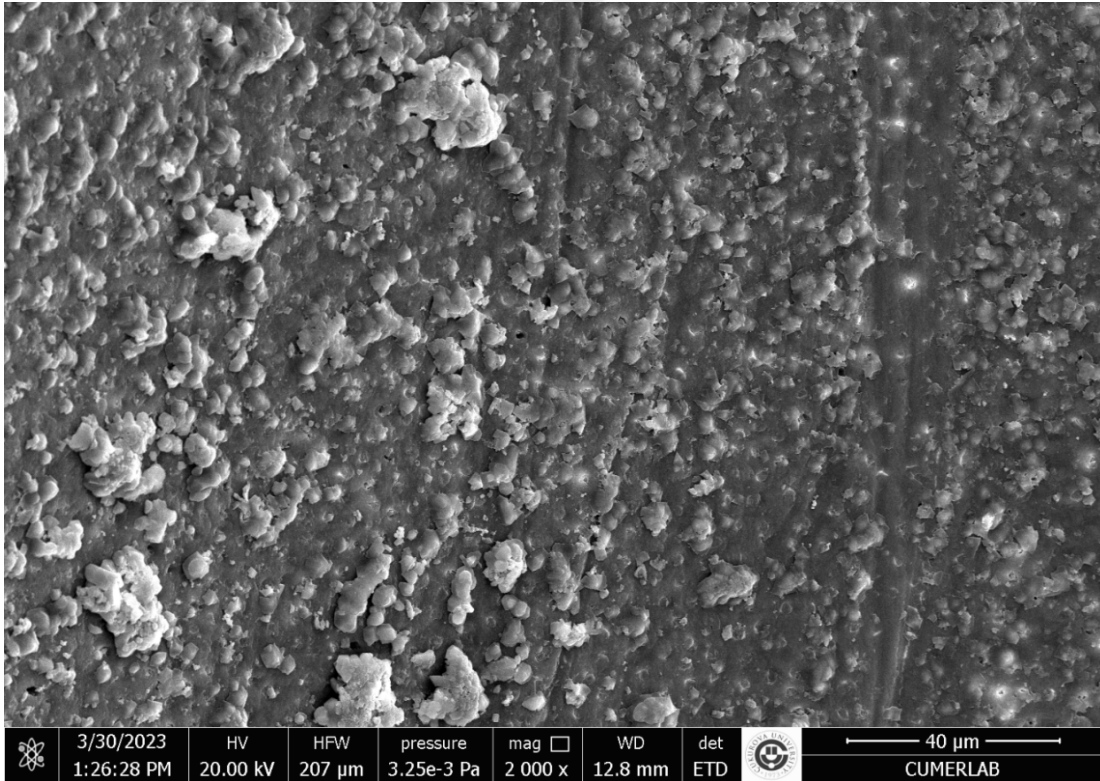
Resim 13. EDTA grubuna ait örneğin skor 2 SEM görüntüsü

SKOR 3



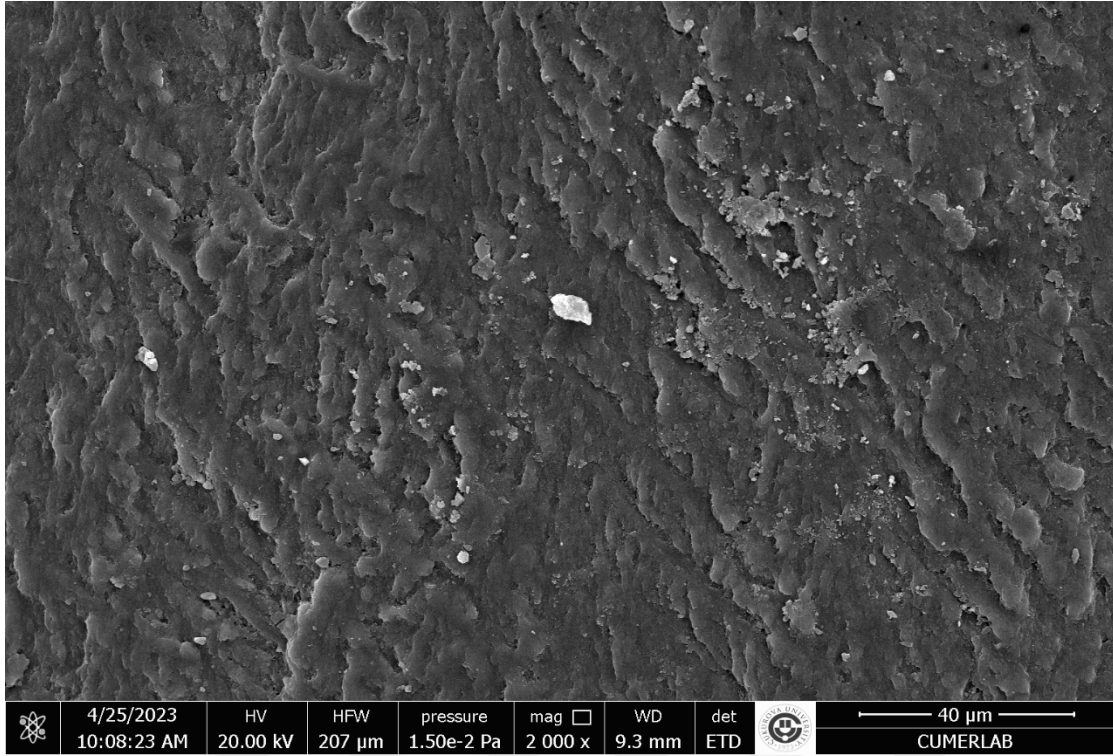
Resim 14. EDTA grubuna ait örneğin skor 3 SEM görüntüsü

SKOR 4



Resim 15. EDTA grubuna ait örneğin skor 4 SEM görüntüsü

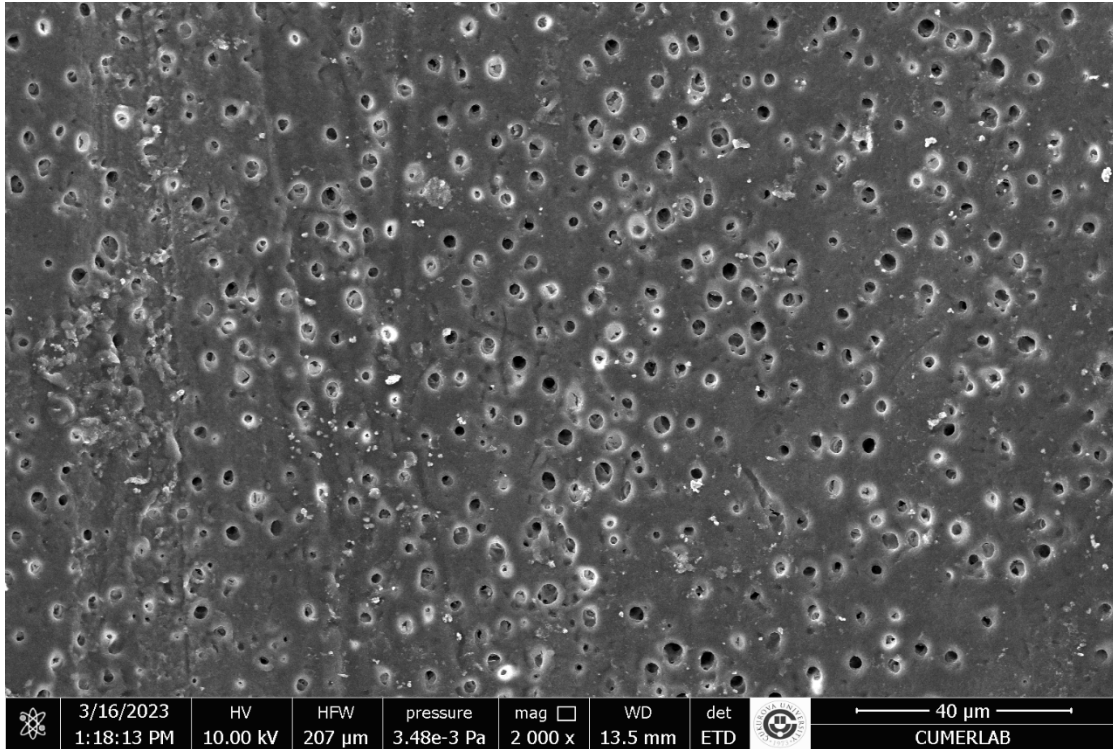
SKOR 5



Resim 16. EDTA grubuna ait örneğin skor 5 SEM görüntüsü

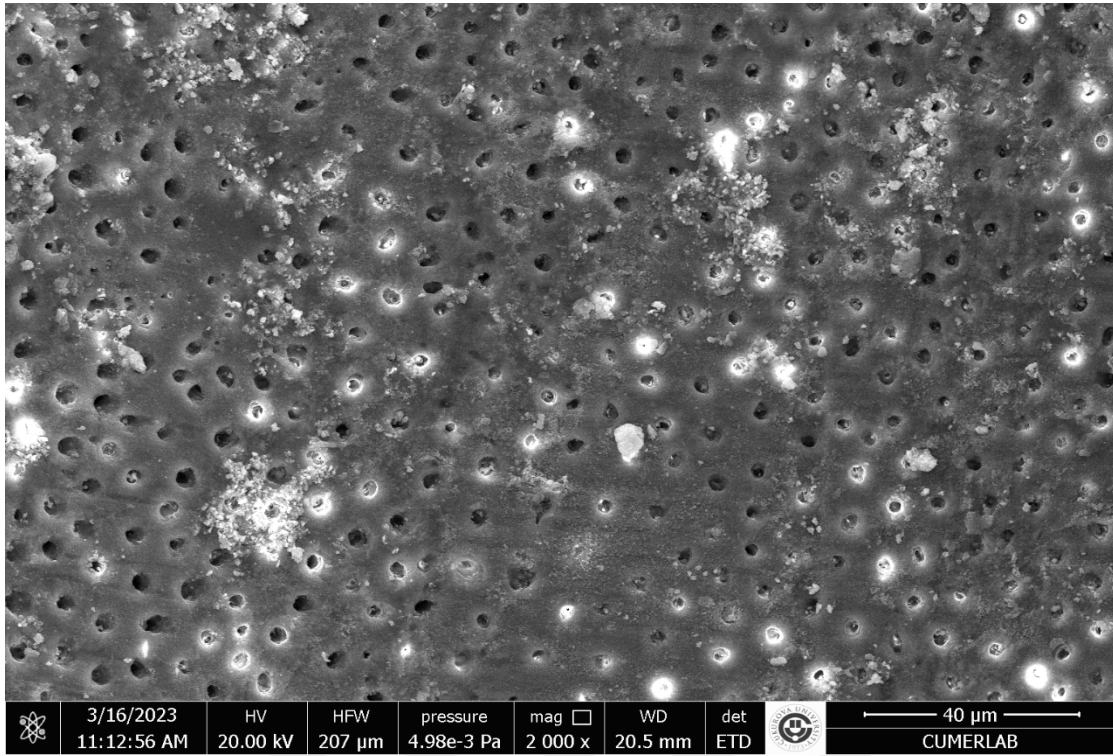
GA grubuna ait sem görüntüleri

SKOR 1



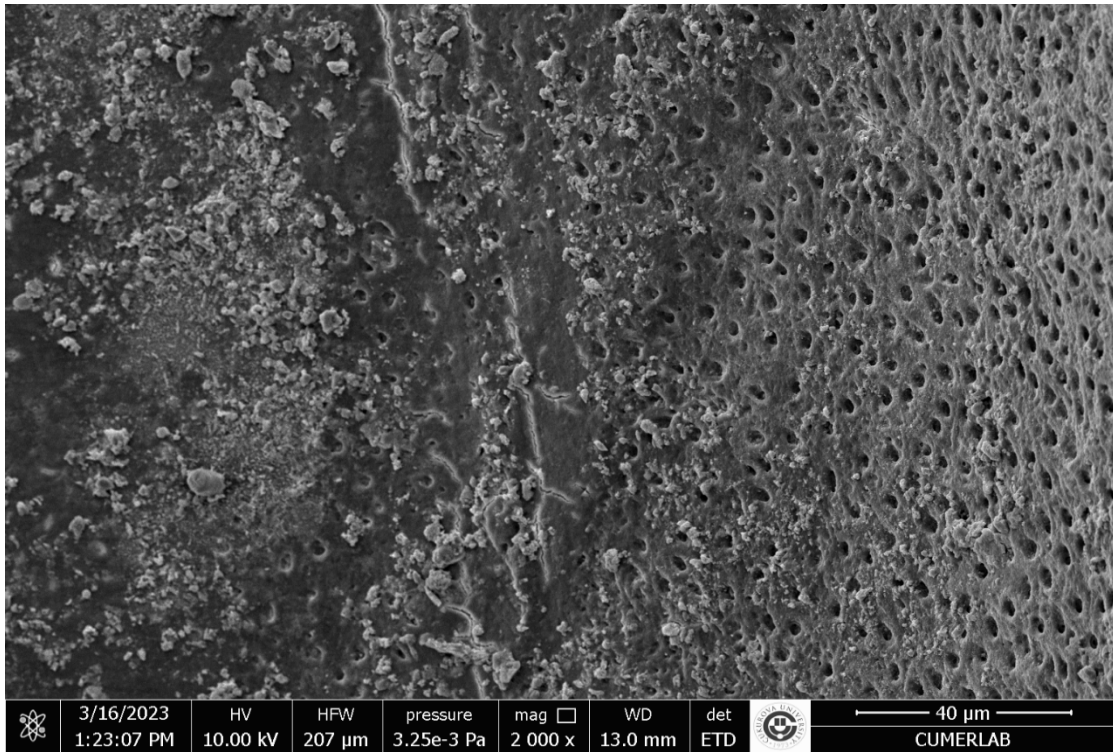
Resim 17. GA grubuna ait örneğin skor 1 SEM görüntüsü

SKOR 2



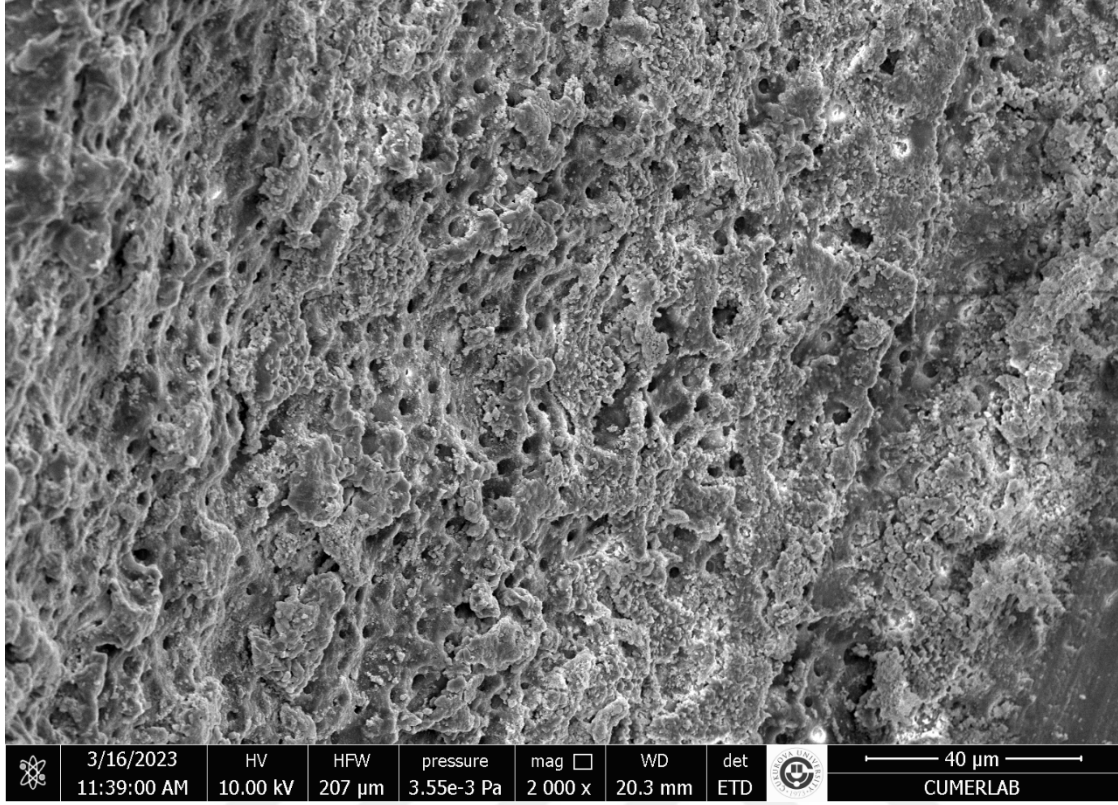
Resim 18. GA grubuna ait örneğin skor 2 SEM görüntüsü

SKOR 3



Resim 19. GA grubuna ait örneğin skor 3 SEM görüntüsü

SKOR 4



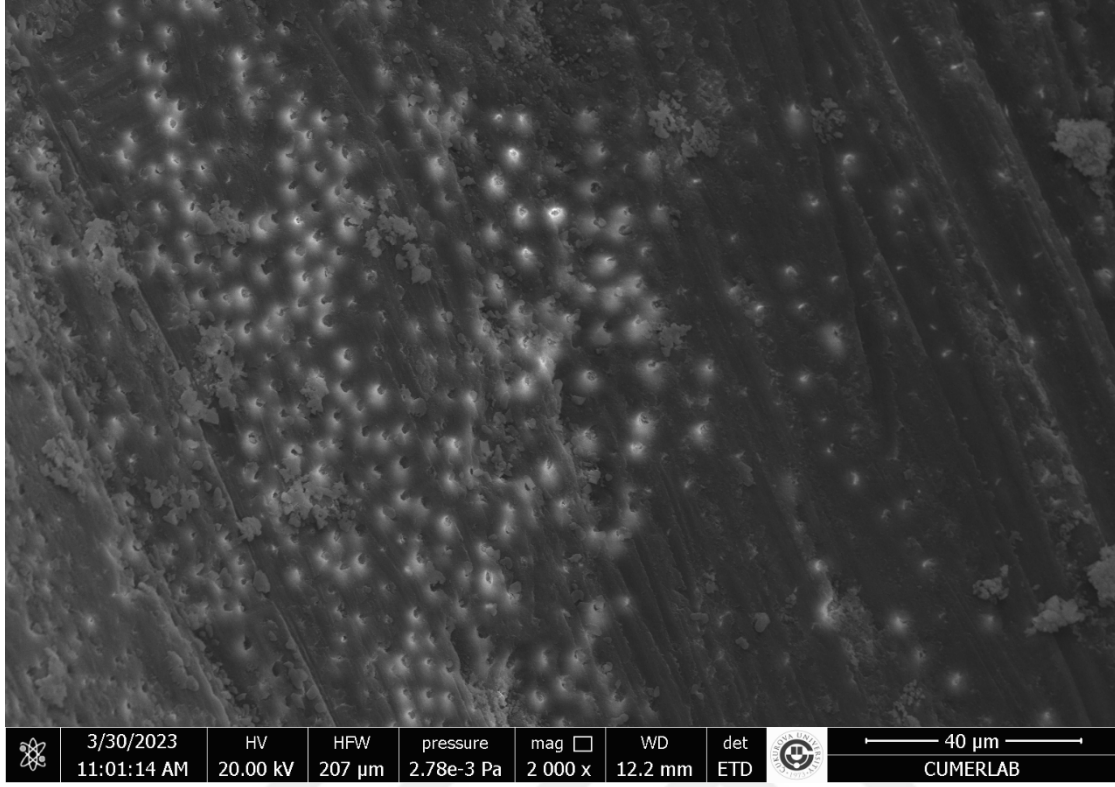
Resim 20. GA grubuna ait örneğin skor 4 SEM görüntüsü

GA grubuna ait hiçbir örnek skor 5 değerini almamıştır.

Etanol grubuna ait sem görüntüleri

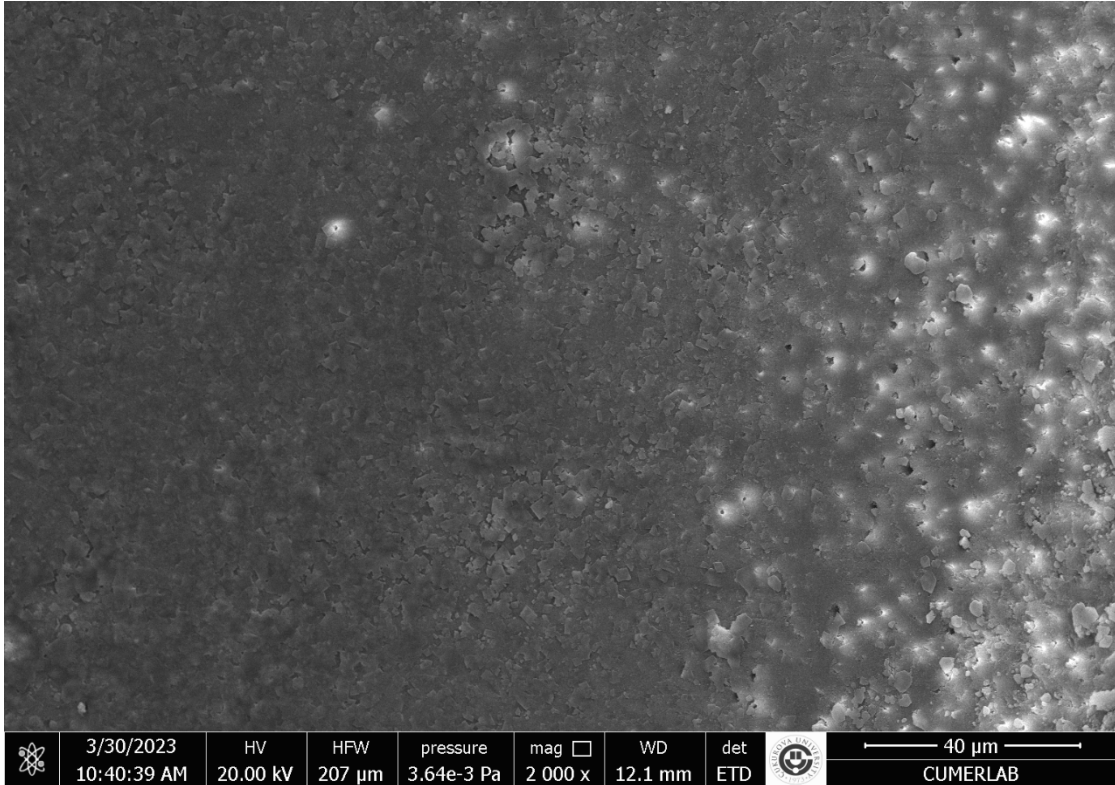
Etanol grubuna ait hiçbir örnek skor 1 ve 2 değerini almamıştır.

SKOR 3



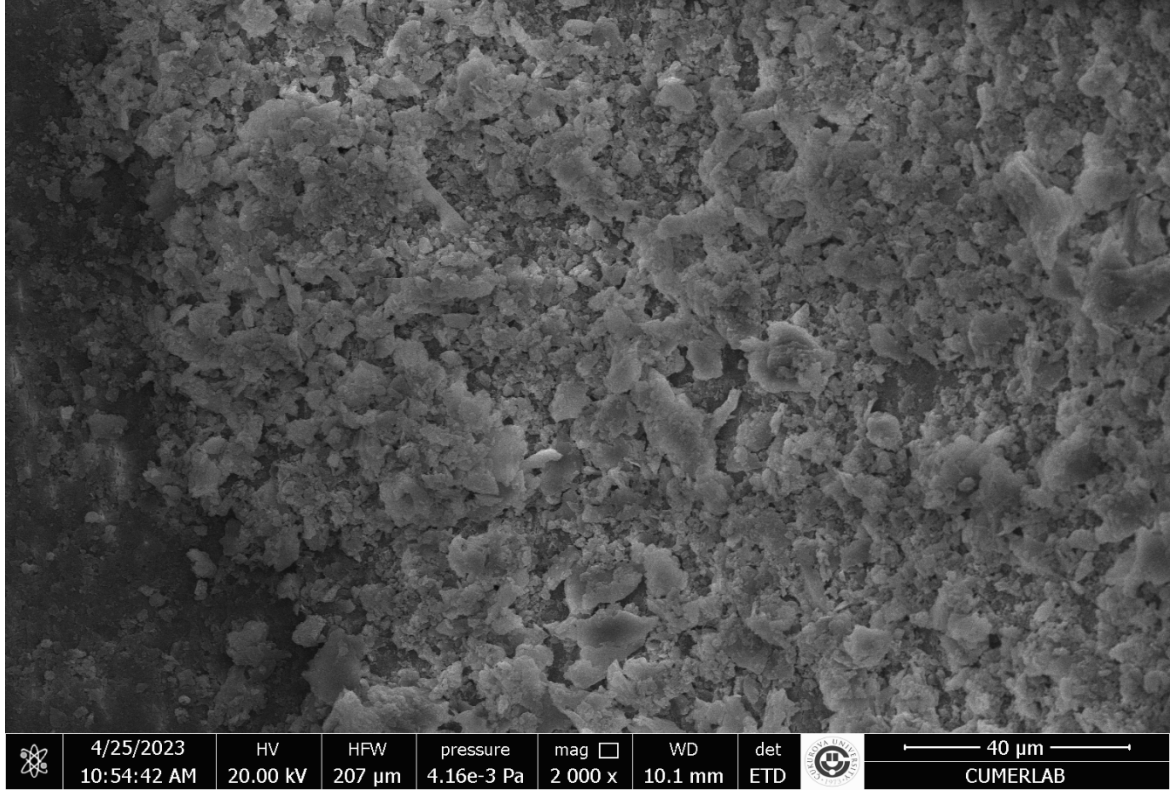
Resim 21. Etanol grubuna ait örneğin skor 3 SEM görüntüsü

SKOR 4



Resim 22. Etanol grubuna ait örneğin skor 4 SEM görüntüsü

SKOR 5



Resim 23. Etanol grubuna ait örneğin skor 5 SEM görüntüsü

4. BULGULAR

4.1 İstatistiksel analiz

Bu çalışmada elde edilen veriler IBM SPSS V23 (IBM Inc., Chicago, ABD) analiz programı ile elde edilmiştir.

Gözlemciler arasındaki uyumun incelenmesinde Kappa testi kullanıldı. Gruplara göre gözlemcilerin $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin kanallardan uzaklaştırma oranlarının incelendiği skorların dağılımı Pearson Ki-Kare testi ile incelenmiştir.

Çoklu karşılaştırmalar Bonferroni Düzeltmesi ile yapılmıştır. Analiz sonuçları frekans(yüzde) şeklinde sunuldu.

Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kullanılmış olup; $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı bir farklılığın/ ilişkisinin olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda ise anlamlı bir farklılığın/ ilişkisinin olmadığı belirtilmiştir.

Tablo 2. EDTA grubunda gözlemciler arası uyumun incelenmesi

		Gözlemci 1					Kappa	p
		1	2	3	4	5		
Gözlemci 2	1	6 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,749	<0,001
	2	0 (0)	3 (100)	1 (10)	0 (0)	0 (0)		
	3	0 (0)	0 (0)	7 (70)	0 (0)	1 (50)		
	4	0 (0)	0 (0)	2 (20)	1 (100)	0 (0)		
	5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (50)		

Frekans (yüzde)

EDTA grubunda;

Gözlemciler arasında istatistiksel olarak iyi düzeyde uyum elde edilmiştir ($K=0,749$; $p < 0,001$). 1.gözlemcinin 1 skoru verdiği yerde 2.gözlemcinin 1 skoru verme oranı %100'dür. 1.gözlemcinin 2 skoru verdiği yerde 2.gözlemcinin 2 skoru verme oranı %100'dür. 1.gözlemcinin 3 skoru verdiği yerde 2.gözlemcinin 3 skoru verme oranı %70'dir. 1.gözlemcinin 4 skoru verdiği yerde 2.gözlemcinin 4 skoru verme oranı %100'dür. 1.gözlemcinin 5 skoru verdiği yerde 2.gözlemcinin 5 skoru verme oranı %50'dir.

Tablo 3. GA grubunda gözlemciler arası uyumun incelenmesi

		Gözlemci 1				Kappa	p
		1	2	3	4		
Gözlemci 2	1	9 (90)	1 (20)	0 (0)	0 (0)	0,737	<0,001
	2	1 (10)	3 (60)	1 (25)	0 (0)		
	3	0 (0)	1 (20)	3 (75)	0 (0)		
	4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (100)		

Frekans (yüzde)

GA grubunda;

Gözlemciler arasında istatistiksel olarak iyi düzeyde uyum elde edilmiştir ($K=0,737$; $p<0,001$).

- 1.gözlemcinin 1 skoru verdiği yerde 2.gözlemcinin 1 skoru verme oranı %90'dır.
1.gözlemcinin 2 skoru verdiği yerde 2.gözlemcinin 2 skoru verme oranı %60'dır.
1.gözlemcinin 3 skoru verdiği yerde 2.gözlemcinin 3 skoru verme oranı %75'dir.
1.gözlemcinin 4 skoru verdiği yerde 2.gözlemcinin 4 skoru verme oranı %100'dür.

Tablo 4. Etanol grubunda gözlemciler arası uyumun incelenmesi

		Gözlemci 1			Kappa	p
		3	4	5		
Gözlemci 2	3	1 (100)	1 (8,3)	0 (0)	0,835	<0,001
	4	0 (0)	11 (91,7)	1 (11,1)		
	5	0 (0)	0 (0)	8 (88,9)		

Frekans (Yüzde)

Etanol grubunda;

Gözlemciler arasında istatistiksel olarak çok iyi düzeyde uyum elde edilmiştir ($K=0,835$; $p<0,001$).

1. gözlemcinin 3 skoru verdiği yerde 2.gözlemcinin 3 skoru verme oranı %100'dür.
1.gözlemcinin 4 skoru verdiği yerde 2.gözlemcinin 4 skoru verme oranı %91,7'dir.
1.gözlemcinin 5 skoru verdiği yerde 2.gözlemcinin 5 skoru verme oranı %88,9'dur.

Tablo 4. Gruplara göre skor dağılım tablosu

	Grup			Test ist.	p
	Edta	Glikolik Asit	Etanol		
Skorlama					
1	6 (27,3) ^a	10 (45,5) ^a	0 (0) ^b	47,707	<0,001
2	3 (13,6)	5 (22,7)	0 (0)		
3	10 (45,5) ^a	4 (18,2) ^{ab}	1 (4,5) ^b		
4	1 (4,5) ^a	3 (13,6) ^a	12 (54,5) ^b		
5	2 (9,1) ^a	0 (0) ^a	9 (40,9) ^b		

Pearson Ki-Kare Testi; frekans (yüzde); a-b: Aynı harfe sahip gruplar arasında bir fark yoktur

Gruplara göre skorların dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,001$). Burada skor 1, 3, 4 ve 5'in dağılımlarında farklılık görülmüştür.

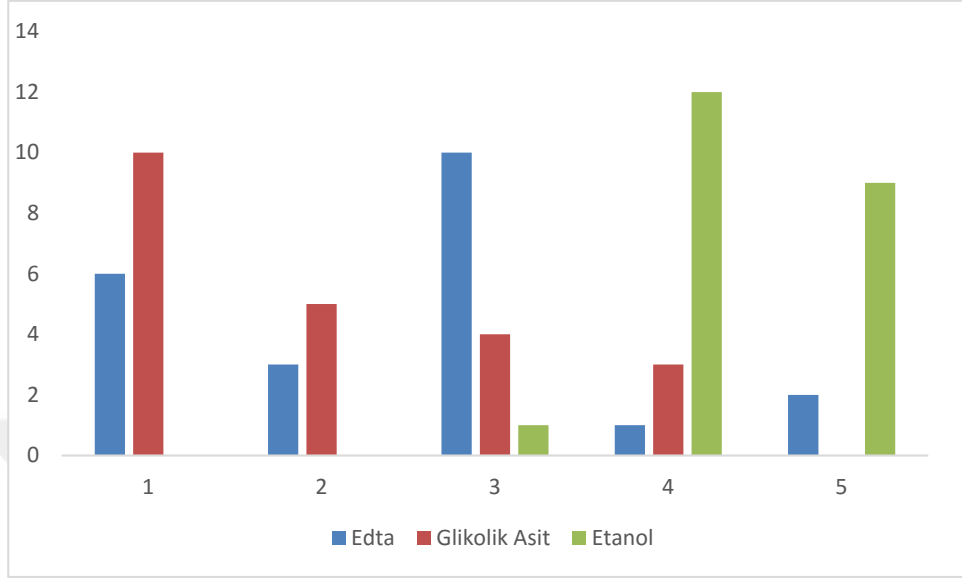
EDTA grubunda skor 1 oranı %27,3, GA grubunda %45,5'dir.

EDTA grubunda skor 2 oranı %13,6, GA grubunda %22,7'dir.

EDTA grubunda skor 3 oranı %45,5, GA grubunda %18,2 ve etanol grubunda bu değer %4,5'dir.

EDTA grubunda skor 4 oranı %4,5, GA grubunda %13,6 ve Etanol grubunda bu değer %54,5'dir.

EDTA grubunda skor 5 oranı %9,1 ve Etanol grubunda bu değer %40,9'dur.



Şekil 3. Gruplara göre skor dağılımları

Yukarıdaki grafiksel analize göre;

skor 1 değerini en fazla alan grup GA olmuştur. Etanol ise skor 1 değerini hiç göstermemiştir.

Skor 2 değerini ise yine en fazla GA grubu göstermiştir.

Skor 3 incelendiğinde ise EDTA en fazla bu değeri alan, etanol ise en az gösteren grup olmuştur.

Skor 4 ve 5'e bakıldığında ise etanol en fazla bu değeri taşıyan grup olma özelliğindedir.

5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisi ile hedeflenen esas kriterlerin başında kanal kompleksi içerisindeki bakteri ve yan ürünlerinin eliminasyonu gelmektedir. Fakat kanal anatomisi gereği var olan düzensizlikler, isthmus ve lateral kanallar; mikroorganizmalar için biyomekanik işlemlerden etkilenmedikleri alanlar oluşturmaktadır. Bu bölgelerde etkin temizlik sağlanabilmesi için kanal medikamentlerinin kullanımı gerekmektedir. Bu amaçla en sık kullanılan medikament olan $\text{Ca}(\text{OH})_2$; endodontik enfeksiyonlara yol açan pek çok bakteri türüne karşı antibakteriyel etki göstermesi, osteoklastik aktiviteyi inhibe etmesi ve sert doku onarımını teşvik etmesi gibi oldukça önemli özelliklere sahiptir (89).

Behnen ve ark (2001), yaptıkları çalışmada preparasyon ve irrigasyonu işlemi takiben kök kanallarına $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yerleştirip 24 saat sonunda medikament uygulanan dişlerde diğer dişlere oranla daha başarılı bir kök kanal dezenfeksiyonu elde edildiğini rapor etmiştir (120).

Nekrotik pulpaya sahip dişlerde $\text{Ca}(\text{OH})_2$ medikamentinin dezenfeksiyon sağlamak için kök kanalında en az bir hafta bekletilmesinin bakteri eliminasyonunda etkin olduğu çalışmalarca gösterilmektedir (89, 121). Sjögren ve ark. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ uygulamasının vakaların %100'ünde 1 hafta içinde etkili bir şekilde bakterileri yok ettiğini bildirmiştir (122). Bu bilgilere dayanarak mevcut çalışmamızdaki örneklerde $\text{Ca}(\text{OH})_2$ materyali 1 hafta süre ile kök kanallarında bekletildi.

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin uzaklaştırılmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda kullanılan örnek diş seçiminde anatomik varyasyonların fazla olması ve standardizasyonun sağlanamaması molar dişlerin değerlendirilmesini güç kılmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar genellikle çalışmalarında tek köklü dişleri tercih etmektedir (14, 123). Biz de çalışmamızda tek kök ve tek kanal yapısına sahip mandibular premolar dişleri tercih ettik.

Kök kanal boyunun preparasyon aşamasından önce belirlenmesi daha sonra yapılacak dolumun sızdırmazlığı ve kalitesi açısından önemli bir faktördür (124, 125). Machado ve ark, Furtado ve ark. çalışma boyunu majör apikal foramenden 1 mm yukarıda olacak şekilde belirlemişlerdir (126, 127). Khademi ve ark. 30 gauge irrigasyon iğnesinin çalışma boyuna 2 mm yaklaşabilmesi için, preparasyon işleminin #40 numaralı eğeye kadar yapılmış olması gerektiğini bildirmiştir (128). Tez çalışmamızda; benzer çalışmalar doğrultusunda 15 numaralı K file eğenin apikal foramenden çıktığı seviyenin 1 mm yukarısı çalışma boyu olarak belirlendi. Oval mandibular kök kanallarının tüm duvarlarının preparasyonu için apikal genişletme R40 döner eğesiyle bitirildi. Kök kanalında çatlak ve basamak oluşumunun önlenmesi için ön genişletme el eğeleriyle sağlandı.

Endodontik tedavinin daimi restorasyon aşamasına gelindiğinde $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin kanaldan tamamen uzaklaştırılması gerekir çünkü kalıntı varlığında kanal dolgusunun sızdırmazlığı olumsuz bir biçimde etkilenebilir (88, 129).

Dolum aşamasından önce kanallardan uzaklaştırılamayan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin; dentin tübüllerini tıkayarak penetrasyonunu engellediği, apikal kısımda sızıntıya neden olabileceği ve kanal patlarının içeriğini ve etki mekanizmasını olumsuz etkilediği gösterilmiştir (87, 88, 130). Diğer yandan, geleneksel irrigasyon methoduyla kök kanallarından $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'yi tamamen uzaklaştırmak mümkün olmamaktadır (89, 131). Bu nedenle daha etkili bir irrigasyon için solüsyonların aktive edilerek kullanılması gerekir.

Güncel endodontik tedavilerde pek çok irrigasyon aktivasyon yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlere ultrasonik, sonik, multisonik ve lazerle aktivasyon örnek olarak gösterilebilir.

Donnermeyer ve ark. tarafından EDDY, PUI ve XP Endo Finisher sistemlerinin $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'i apikal üçlüde açılan standardize yapay oluklardan uzaklaştırma etkinlikleri karşılaştırılmış ve EDDY'nin, PUI ile benzer XP Endo Finisher'dan ise üstün sonuç gösterdiği bildirilmiştir (132).

Güven ve ark.'nın yaptığı bir başka çalışmada ise Endosonic Blue, EDDY, Ultra

X ve EndoActivator kullanılmış ve sonuçlara göre EDDY ve Ultra X diğer sistemlerden daha iyi Ca(OH)_2 uzaklaştırma etkinliği göstermiştir (133).

Shi ve ark. aktivasyon yöntemleriyle hem solüsyonların etkinliğini hem de aynı solüsyonla farklı aktivasyon methodu kullanılarak Ca(OH)_2 uzaklaştırılmasını karşılaştırmıştır. Bu çalışma sonuçları da Ca(OH)_2 uzaklaştırılması açısından kullanılan EDDY ve PUI'nın XP Endo Finisher'a göre daha yeterli bir uzaklaştırma etkinliği olduğunu bildirmiştir (134). Tüm bu araştırmalara dayanarak çalışmamızda kullanılan solüsyonların aktivasyonunda sonik aktivasyon sistemi olan EDDY tercih edildi.

Literatürde mevcut olan çalışmalarda kök kanal sisteminde kalan Ca(OH)_2 miktarının belirlenmesi amacıyla kanal duvarları ve kalan artıkların yüzey alanının mm^2 cinsinden hesaplanması (135), skrolama yöntemi (5), SEM analizi (136) ve bilgisayarlı tomografi (90) ile hacimsel analiz gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır.

İlgili alanın hesaplandığı yöntemde Ca(OH)_2 'nin sadece yüzeysel tabakasının görüntülenebilmesinden ötürü kalan gerçek miktar net şekilde tespit edilememektedir. Bilgisayarlı tomografiyle kanal içerisindeki Ca(OH)_2 'nin bölgesel yayılımının değil, miktarının ölçülmesi ve Ca(OH)_2 'nin tam hacminin görüntülenmesi için yeterli oranda kesit alınamaması bu yöntemin olumsuz özelliklerindendir. Bundan dolayı çalışmamızda kolay ulaşılabilir olması, ek materyallere ihtiyaç duyulmaması dentin tübüllerinin net şekilde gözlemlenebilmesi sayesinde dentin yüzeyinde kalan Ca(OH)_2 miktarını belirlemek amacıyla taramalı elektron mikroskopu (SEM) tercih edilmiştir. Kök dentin yüzeyinde kalan Ca(OH)_2 miktarını kıyaslamak amacıyla Salgado ve ark. tarafından belirlenen beş aşamalı skrolama yöntemi kullanıldı (7).

Yapılan birçok çalışma göstermiştir ki Ca(OH)_2 materyalinin uzaklaştırılmasının en zor olduğu bölge kök kanalının apikal üçte birlik kısmıdır (17, 18, 137, 138). Bu yüzden çalışmamızda; %17'lik EDTA, %10'luk GA ve %70'lik etanol kullanılarak farklı kimyasal yapıdaki irrigasyon solüsyonlarının sonik aktivasyon tekniği ile kök kanalının 1/3'lük apikal kısmından Ca(OH)_2 materyalini uzaklaştırma etkinliklerinin değerlendirilmesi düşünüldü.

Endodontide ilk kullanımı 1950'li yıllarda gerçekleşen EDTA, demineralizasyon etkisinde bulunarak dişin sert dokularına çözücü etki göstermektedir. Sert dokulara

etki etmesi, tübüllere ulaşım sağlaması dışında EDTA, kök kanal preparasyonu sırasında oluşan çeşitli artıkları, enfekte dokuları, dentin talaşları gibi yapıları içeren smear tabakasını kaldırabilme özelliğine sahiptir (139).

EDTA'nın, kanal içi medikament olarak kullanılan Ca(OH)_2 'yi uzaklaştırmada oldukça etkin olduğu da çalışmalarca gösterilmiştir. Ayrıca EDTA; GA, sitrik asit, maleik asit gibi şelatörlerle de kombine kullanılarak Ca(OH)_2 uzaklaştırılmasında etkin sonuçlar vermiştir (7, 135, 140). Ca(OH)_2 'nin uzaklaştırılmasında bir diğer parametre ise kullanılan solüsyonun miktarı ve biyokimyasal yapısıdır.

Margelos ve ark. %15'lik EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanılmasını karşılaştırdıkları çalışmalarında bu solüsyonların kombine kullanımının Ca(OH)_2 uzaklaştırma etkinliğini arttırdığını bildirmiştir (89).

Calt ve ark. tarafından yapılan bir diğer çalışmaya göre; NaOCl'nin tek başına kullanımının Ca(OH)_2 'yi uzaklaştıramayacağı, bu yüzden NaOCl ile birlikte EDTA kullanılması gerektiği belirtilmiştir (40).

Rödig ve ark. EDTA ve sitrik asit irrigasyonunun Ca(OH)_2 uzaklaştırmada sodyum hipokloritten daha etkili olduğunu söyleseler de, şelasyon ajanlarıyla beraber kullanılan sodyum hipokloritin Ca(OH)_2 uzaklaştırılmasında belirgin bir katkısının olmadığını iddia etmiştir (141).

Chocckattu ve ark tarafından yapılan bir çalışma, %17 EDTA, %10 sitrik asit ve %17 etidronik asiti Ca(OH)_2 uzaklaştırma etkinliği açısından değerlendirmiştir. Örneklerin apikal kısımları incelendiğinde EDTA; diğer iki şelasyon ajanına göre daha etkin bir uzaklaştırma sağlamıştır (142).

120 adet tek köklü dişin kullanıldığı başka bir çalışmada; Anitha ve ark. %17 EDTA, %10 sitrik asit, %5 EDTA, %3 NaOCl solüsyonlarını Ca(OH)_2 uzaklaştırma etkinliği açısından karşılaştırmışlardır. Apikal bölgede %17 EDTA diğer tüm solüsyonlara göre yüksek oranda Ca(OH)_2 uzaklaştırmıştır (143).

Naaman ve ark.'nın yaptığı bir başka çalışmada ise; %17 EDTA, %50 sitrik asit irrigantlarının %5.25 NaOCl kombine kullanarak Ca(OH)_2 uzaklaştırma etkinliği açısından araştırmışlardır. SEM cihazı kullanılarak yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre %5.25 NaOCl +%17 EDTA grubu , %50 sitrik asit grubuna göre daha üstün

sonuçlar vermiştir (144). Bu bulgular EDTA grubu için çalışmamızın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Diş hekimliğinde ilk kez yüzey pürüzlendirme maksadıyla restoratif tedavilerde kullanılan GA'nın, son zamanlarda yapılan çalışmalarda smear tabakasını da etkili bir şekilde kaldırdığı bildirilmiştir (13). Yapılan in vitro ve in vivo çalışmalar, GA'nın kollajen sentezini ve fibroblast proliferasyonunu indüklemeye yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir (48, 49, 145). GA; düşük pKa ve düşük moleküler ağırlığa sahip organik yapıda bir bileşendir. Bu yüzden dentin gibi yüksek mineral içerikli yüzeylerde tercih edilebilir (11).

EDTA ve sitrik asit ile benzer yüzey gerilimine sahip olan GA, EDTA'ya göre biyolojik olarak kolayca yıkılabilen bir solüsyon olup daha az sitotoksiktir ve *Enterococcus faecalis*'e karşı yüksek antibakteriyel etkilidir (8, 10, 146).

Porsch ve ark. GA'nın %5, %10 ve %17'lik derişimlerinin dentinin yüzey mikrosertliğine etkisini karşılaştırdıkları bir çalışmada en iyi sonucu %10 GA grubunun verdiğini rapor etmiştir (9). Bu nedenle çalışmamızda %10 GA kullanımı tercih edildi.

Sonuçlarının SEM ile değerlendirildiği; Keskin ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada Ca(OH)_2 'nin farklı solüsyonlar kullanılarak uzaklaştırılması, kök kanallarının apikal üçlüsünde yapay rezorpsiyonlar oluşturularak araştırılmıştır. % 10 ve % 5 GA, sitrik asit ve EDTA solüsyonlarının aktive edilerek kullanıldığı gruplar arasında ise en iyi sonucu % 10 GA' nın gösterdiği bildirilmiştir (123). Literatürde Ca(OH)_2 uzaklaştırılmasında GA'nın kullanıldığı tek olan bu çalışmanın sonuçları; mevcut tez çalışmamızda en düşük skor değerini (skor 1) en fazla alan GA grubunun sonuçlarıyla paralellik seyretnmektedir ve birbirini destekler niteliktedir.

İlk olarak 1982 yılında Cunningham ve ark. etanol'ün NaOCl' nin yüzey gerilimi üzerine olan etkisini araştırmıştır. Bu çalışma sonuçlarına göre etanol yüzey gerilimini azaltmış ve irrigantın in vitro yayılma kabiliyetini önemli ölçüde iyileştirmiştir (16).

Aynı yıl içerisinde, Abou-Rass ve Patoni; NaOCl'nin yüzey gerilimini etanol kullanarak araştırmış ve kök kanallarında yıkanabilirlik özelliğini önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir (53, 147).

Dainezi ve ark tarafından yapılan başka bir çalışmada etanol ve fosforik asitin süt dişi kök dentininin moleküler ve yüzey özelliklerine olan etkisi değerlendirilmiş ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında etanolün etkin bir temizleme göstermediği bildirilmiştir. Kanal dolgu patının uzaklaştırılmasının da incelendiği bu çalışmada etanol dentin yüzeyinde kalan dolgu patı kalıntılarıyla kirli bir yüzey göstermiştir (148). Bu durum çalışmamızda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ uzaklaştırılmasında kullanılan etanol'ün yüzeyden medikamenti uzaklaştıramamasıyla benzerlik göstermektedir.

Literatürde ilk kez De Lima ve ark. tarafından % 70 etanolün $\text{Ca}(\text{OH})_2$ uzaklaştırmadaki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada etanol; NaOCl, fosforik asit ve EDTA-T ile karşılaştırılmıştır. Sonik sistemle aktive edilen gruplar arasında etanol'ün dentin duvarlarındaki $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'yi uzaklaştırma ve temizlenebilirlik etkisinin diğer gruplara göre anlamlı düzeyde iyi olduğunu rapor etmişlerdir (14).

Bizim çalışmamızda ise etanol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kalıntılarını uzaklaştırma açısından en kötü skor değerlerine sahip grup olarak belirlendi.

Etanolün, kötü skora sahip SEM görüntüsü vermesinin nedenleri arasında uygulama süresi örnek olarak verilebilir. Çünkü Dainezi ve ark tarafından yapılan etanol çalışmasında uygulama süresi 10 sn olarak belirlenmiş (148) ve uzun süre yüksek hacimde etanolik solüsyona maruz kaldığında dokudaki proteinleri kurutup pıhtılaştırdığı bildirilmiştir (149). De lima ve ark tarafından yapılan çalışmada ise etanolün uygulama süresi bildirilmemiştir (14).

Çalışmamızda diğer gruplarla standardizasyonu sağlamak için uygulama süresi 1 dk olarak belirlendi. Tüm bu veriler göz önüne alındığında etanolle ilgili çalışma süresinin netleşmesi için daha çok araştırma gerektiği düşünülmektedir.

Farklılığa neden olabilecek bir diğer faktör ise etanolün konfokal (CLSM) görüntüleme tekniğindeki rodaminin flüoresansını nötralize etmiş olabileceği ve bu nedenle bazı alanlarda hala $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kalıntıları bulunabileceği ancak rodaminle boyanmış $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kalıntılarının flüoresans özellik gösteremeyeceği ve sonuçları bozabileceği tartışılabilir (150). Buna karşın De Lima (14) alkollü solüsyonların

yüksek konsantrasyonlarda bile, rodaminin ayarlanabilirliğini ve CLSM görüntülemenin etkinliğini etkilemek için sınırlı potansiyele sahip olduğunu literatüre dayandırmaktadır (150).

Etanolün gösterdiği sonuçlarda değişikliğe sebep olabilecek duruma Ca(OH)_2 taşıyıcısının türünün farklı olması da örnek olarak verilebilir.

Balvedi ve ark. yapmış oldukları bir çalışmada Ca(OH)_2 medikamentini; salin, polietilen glikol ve polietilen glikol-kâfurlu paramonoklorofenol ile karıştırarak veya doğrudan toz şeklinde uygulamışlardır. Sonrasında, kök kanalından Ca(OH)_2 kalıntılarını uzaklaştırdıklarında, taşıyıcı türleri arasında belirgin bir fark olmadığını ortaya koymuşlardır (151).

Buna karşın aksi yönde sonuçlar bildiren çalışmalar da mevcuttur. Örnek olarak, Ballal ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada, yağlı taşıyıcılardan silikon yağı-iyodofom ve visköz taşıyıcılardan ise propilen glikol kullanıldıktan sonra ultrasonik sistemle Ca(OH)_2 kanaldan uzaklaştırılmıştır (152). Çalışmanın sonucunda yağlı taşıyıcıları temsil eden silikon yağı-iyodoform aracılı Ca(OH)_2 'nin kök kanalında daha fazla artık bıraktığı bildirilmektedir. Bu durum; silikon yağının yoğunluğunun fazla olması ve çözünmeye daha fazla direnç göstermesi olarak açıklanmaktadır.

Diğer bir çalışmada, Lambrianidis ve ark., Ca(OH)_2 -salin, aköz tipteki Calxyl ve Pulpdent'i kök kanalından uzaklaştırmışlar ve metil selüloz içerikli Pulpdent'in daha fazla kalıntı bıraktığını tespit etmişlerdir. Bu durum; metil selülozun retantif özelliğinin fazla oluşuyla açıklanmıştır (89).

Nandini ve ark. ise, distile su ile karıştırılan Ca(OH)_2 ile silikon yağı ve iyodoform içeren Metapex'i karşılaştırdıkları çalışmalarında Metapex kullanılan örneklerde daha fazla Ca(OH)_2 artığının kaldığını bildirmişlerdir. Silikon yağı ve iyodoformun distile suya oranla kanallardan daha zor temizlendiğini iddia etmişlerdir (90). Yapılan diğer çalışmalar da, Ca(OH)_2 türünün, kanaldan pat artıklarının uzaklaştırılmasında etkili olduğunu göstermektedir (153).

Tez çalışmamızda, piyasada sıklıkla bulunabilen ve rutinde yaygın olarak kullanılan AH Temp Kalsiyum Hidroksit medikamenti tercih edilmiştir. Ürünün kullanma kılavuzunda; kullanıma hazır tek pat halinde olduğu ve gerektiğinde kök kanalından kolayca çıkarılabileceği belirtilse de önceden karıştırılmış ürünlerde

kullanılan katkı maddeleri, materyalin tutulumunu arttırılabilirler. De Lima ve ark.'nın çalışmasında ise Ca(OH)_2 taşıyıcısı olarak visküz özelliğe sahip propilen glikol kullanılmıştır. Bu nedenden dolayı; çalışmamızda distile su ile Ca(OH)_2 karışımı kullanılmış olsaydı, elde ettiğimiz sonuçlar farklılık gösterebilirdi.

Çalışmamızda iki farklı gözlemci tarafından skorlanan örnekler kappma testi uygulanarak iyi düzeyde uyum gösterdi. Skorlara göre yapılan karşılaştırmalarda skor 1, 4 ve 5 için EDTA ve GA grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ancak etanol grubu bu skorlar için EDTA ve GA gruplarından anlamlı derecede daha az Ca(OH)_2 uzaklaştırdı. Skor 2 için gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı. Skor 3 için ise hem EDTA - GA grupları arasında hem de GA - etanol grupları arasında anlamlı bir fark bulunmadı. Bu sonuçlara göre çalışmamızın sıfır hipotezi (H_0) reddedildi.

Çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde; en temiz alanı belirten skor 1 değerine en fazla sahip grup %45.5 ile GA oldu. Bu oran EDTA grubunda %27.3 iken etanol grubunda hiçbir örnek bu skoru göstermedi. Bu değerler göz önüne alındığında Ca(OH)_2 uzaklaştırılmasında en az EDTA kadar etkin sonuçlar ortaya koyan GA solüsyonu; yapısı gereği düşük sitotoksistide bir ajan olması ve biyolojik olarak yıkım ürünlerinin uzaklaştırılmasında sorun teşkil etmemesi gibi olumlu özellikleri de göz önüne alınarak EDTA solüsyonuna iyi bir alternatif olabileceğini göstermektedir.

Etkin bir temizleme sağlanamadığını gösteren skor 4 ve 5 seviyesinde gruplar karşılaştırıldığında; Skor 4'te EDTA grubunun oranı %4,5, GA grubunun %13,6 ve etanol grubunun ise %54,5 olarak görüldü. Skor 5 değeri EDTA grubunda %9,1, etanol grubunda %40,9 ve GA grubunda ise %0 olarak gözlemlendi.

Etanol grubunun en az temizlemeyi gösteren sonuçlara sahip olması ve daha önceki kısımlarda bahsedilen uygulama süresi farklılıkları, Ca(OH)_2 taşıyıcısının ve içeriğindeki değişiklerin, incelenme yöntemi (SEM, CLSM) gibi durumlar göz önüne alındığında etanolün klinik rutininde irrigasyon ajanı olarak kullanımı ile ilgili daha fazla araştırma yapılması gerektiği kanaatindeyiz.

6. SONUÇLAR

Çalışmamızın limitasyonları dahilinde kök kanallarının apikal kısmından Ca(OH)_2 'nin uzaklaştırılmasında final irrigasyon ajanı olarak kullanılan EDTA, GA ve etanolün etkinlikleri ile ilgili aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Ca(OH)_2 medikamentinin sonik aktivasyon cihazı kullanılarak 3 farklı solüsyonla kanal içerisinden uzaklaştırılmasının kıyaslandığı bu çalışma skorlar açısından değerlendirildiğinde genel olarak EDTA ve GA grupları benzer sonuçlar verdi.
2. Bu çalışmada istatistiksel olarak EDTA ve GA arasında anlamlı bir farklılık olmasa da en etkin temizlemeyi gösteren skor 1 ve skor 2 yüzdesi en fazla GA grubunda görüldü.
3. Ca(OH)_2 uzaklaştırma etkinliğinin en düşük düzeyde olduğu skor 4 ve skor 5 yüzdesi en fazla etanol grubunda görüldü.
4. Kullanılan solüsyonların hiç biri apikal bölgeden Ca(OH)_2 'yi tamamıyla uzaklaştıramadı.
5. EDTA ile benzerlik gösterdiği için GA'nın kök kanal tedavilerinde irrigasyon solüsyonu olarak kullanımının etkili bir yöntem olabileceği ve alternatif bir irrigasyon solüsyonu olarak kullanılabileceği kanaatindeyiz.
6. Çalışma sonuçlarımıza göre kök kanallarından Ca(OH)_2 uzaklaştırılmasında etanolün irrigasyon solüsyonu olarak kullanımının uygun olamayacağı düşüncesindeyiz.
7. Etanolün biyoyumluluğunun dentin yapısına etkisi ve kök kanallarından Ca(OH)_2 uzaklaştırılmasındaki etkinliği ile ilgili daha fazla araştırma yapılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

1. Holland R, Alexandre A, Murata S, Dos Santos C, Junior ED. Apical leakage following root canal dressing with calcium hydroxide. *Dental Traumatology* 1995;11(6):261-263.
2. Siqueira Jr JF, de Uzeda M. Influence of different vehicles on the antibacterial effects of calcium hydroxide. *Journal of endodontics* 1998;24(10):663-665.
3. Peters L, Van Winkelhoff AJ, Buijs J, Wesselink P. Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions. *International endodontic journal* 2002;35(1):13-21.
4. Siqueira Jr JF, Rôças IN, Santos SR, Lima KC, Magalhães FA, de Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *Journal of endodontics* 2002;28(3):181-184.
5. Van der Sluis L, Wu M, Wesselink P. 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* 2007;40(1):52-57.
6. Bodrumlu E, Avsar A, Hazar Bodrumlu E, Cicek E. The effects of calcium hydroxide removal methods on bond strength of Epiphany SE with two irrigation protocols. *Acta Odontologica Scandinavica* 2013;71(3-4):989-993.
7. Salgado RJC, Moura-Netto C, Yamazaki AK, Cardoso LN, de Moura AAM, Prokopowitsch I. Comparison of different irrigants on calcium hydroxide medication removal: microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2009;107(4):580-584.
8. Hua X, Cao R, Zhou X, Xu Y. One-step continuous/semi-continuous whole-cell catalysis production of glycolic acid by a combining bioprocess with in-situ cell recycling and electro dialysis. *Bioresource technology* 2019;273:515-520.
9. Dal Bello Y, Porsch HF, Farina AP, Souza MA, Silva EJNL, Bedran-Russo AK, et al. Glycolic acid as the final irrigant in endodontics: Mechanical and cytotoxic effects. *Materials Science and Engineering: C* 2019;100:323-329.
10. Dal Bello Y, Farina AP, Souza MA, Cecchin D. Glycolic acid: Characterization of a new final irrigant and effects on flexural strength and structural integrity of dentin. *Materials Science and Engineering: C* 2020;106:110283.
11. Cecchin D, Farina AP, Vidal CM, Bedran-Russo AK. A novel enamel and dentin etching protocol using α -hydroxy glycolic acid: surface property, etching pattern, and bond strength studies. *Operative dentistry* 2018;43(1):101-110.
12. Okumuş ÖF, Kaya S, Adıgüzel Ö, Özata MY. Evaluation of time exposure of different irrigation agents on radicular dentin erosion. *Journal of Medical and Dental Investigations* 2022;3:e221170-e221170.
13. Barcellos DPDC, Farina AP, Barcellos R, Souza MA, Borba M, Bedran-Russo AK, et al. Effect of a new irrigant solution containing glycolic acid on smear layer removal and chemical/mechanical properties of dentin. *Scientific Reports* 2020;10(1):1-8.
14. de Lima Dias-Junior LC, Castro RF, Fernandes AD, Guerreiro MYR, Silva EJ, da Silva Brandão JM. Final endodontic irrigation with 70% ethanol enhanced calcium hydroxide removal from the apical third. *Journal of Endodontics* 2021;47(1):105-111.
15. Pantoja CAdMS, Silva DHd, Soares AdJ, Ferraz CCR, Gomes BPFdA, Zaia AA, et al. Influence of ethanol on dentin roughness, surface free energy, and interaction between AH Plus and root dentin. *Brazilian oral research* 2018;32.
16. Cunningham WT, Cole III JS, Balekjian AY. Effect of alcohol on the spreading ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1982;54(3):333-335.
17. Alturaiki S, Lamphon H, Edrees H, Ahlquist M. Efficacy of 3 different irrigation systems on removal of calcium hydroxide from the root canal: a scanning electron microscopic study. *Journal of*

endodontics 2015;41(1):97-101.

18. Kourti E, Pantelidou O. Comparison of different agitation methods for the removal of calcium hydroxide from the root canal: Scanning electron microscopy study. *Journal of conservative dentistry: JCD* 2017;20(6):439.
19. Ford HP, Ford TP, Rhodes JS. *Endodontics: problem-solving in clinical practice*. CRC Press; 2002.
20. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature—Part 2. Influence of clinical factors. *International endodontic journal* 2008;41(1):6-31.
21. Jostes J, Johnson W. *Endodontic Surgery*. Johnson, W. *Color Atlas of Endodontics*. 1ª Edição, Filadélfia, Elsevier 2002:147-162.
22. Brito PR, Souza LC, de Oliveira JCM, Alves FR, De-Deus G, Lopes HP, et al. Comparison of the effectiveness of three irrigation techniques in reducing intracanal *Enterococcus faecalis* populations: an in vitro study. *Journal of endodontics* 2009;35(10):1422-1427.
23. Kandaswamy D, Venkateshbabu N. Root canal irrigants. *Journal of conservative dentistry: JCD* 2010;13(4):256.
24. Byström A, Sunqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International endodontic journal* 1985;18(1):35-40.
25. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *International dental journal* 2008;58(6):329-341.
26. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian dental journal* 2002;13:113-117.
27. Gomes B, Ferraz C, ME V, Berber V, Teixeira F, Souza-Filho F. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *International endodontic journal* 2001;34(6):424-428.
28. Radcliffe C, Potouridou L, Qureshi R, Hababeh N, Qualtrough A, Worthington H, et al. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *International endodontic journal* 2004;37(7):438-446.
29. Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *Journal of endodontics* 2005;31(9):669-671.
30. Dumitriu D, Dobre T. Effects of temperature and hypochlorite concentration on the rate of collagen dissolution. *Journal of endodontics* 2015;41(6):903-906.
31. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dental Clinics* 2010;54(2):291-312.
32. Marending M, Luder H, Brunner T, Knecht S, Stark WJ, Zehnder M. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine—mechanical, chemical and structural evaluation. *International endodontic journal* 2007;40(10):786-793.
33. Pascon FM, Kantovitz KR, Sacramento PA, Nobre-dos-Santos M, Puppini-Rontani RM. Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review. *Journal of dentistry* 2009;37(12):903-908.
34. Zehnder M. Root canal irrigants. *Journal of endodontics* 2006;32(5):389-398.
35. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International endodontic journal* 2003;36(12):810-830.
36. Doumani M, Habib A, Doumani A, Kinan M. A review: the applications of EDTA in endodontics (Part I). *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences* 2017;16(9):83-85.
37. O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *Journal of Endodontics* 2000;26(12):739-743.
38. Teixeira C, Felipe M, Felipe W. The effect of application time of EDTA and NaOCl on

- intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *International endodontic journal* 2005;38(5):285-290.
39. Kuah H-G, Lui J-N, Tseng PS, Chen N-N. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer. *Journal of endodontics* 2009;35(3):393-396.
 40. Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *Journal of endodontics* 2002;28(1):17-19.
 41. Yamada RS, Armos A, Goldman M. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating. *J Endodon* 1983;9:137-142.
 42. Patterson SS. In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1963;16(1):83-103.
 43. Russell S. The effect of electrolyzed oxidative water applied using electrostatic spraying on pathogenic and indicator bacteria on the surface of eggs. *Poultry Science* 2003;82(1):158-162.
 44. Sousa SMGd, Bramante CM, Taga EM. Biocompatibility of EDTA, EGTA and citric acid. *Brazilian dental journal* 2005;16:3-8.
 45. Segura JJ, Calvo JR, Guerrero JM, Sampedro C, Jimenez A, Llamas R. The disodium salt of EDTA inhibits the binding of vasoactive intestinal peptide to macrophage membranes: endodontic implications. *Journal of endodontics* 1996;22(7):337-340.
 46. Segura J, Calvo J, Guerrero J, Jimenez-Planas A, Sampedro C, Llamas R. EDTA inhibits in vitro substrate adherence capacity of macrophages: endodontic implications. *Journal of endodontics* 1997;23(4):205-208.
 47. Babilas P, Knie U, Abels C. Cosmetic and dermatologic use of alpha hydroxy acids. *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft* 2012;10(7):488-491.
 48. Thibault PK, Wlodarczyk J, Wenck A. A double-blind randomized clinical trial on the effectiveness of a daily glycolic acid 5% formulation in the treatment of photoaging. *Dermatologic surgery* 1998;24(5):573-578.
 49. Bernstein EF, Lee J, Brown DB, Yu R, Van Scott E. Glycolic acid treatment increases type I collagen mRNA and hyaluronic acid content of human skin. *Dermatologic Surgery* 2001;27(5):429-433.
 50. Kakudo N, Kushida S, Suzuki K, Kusumoto K. Effects of glycolic acid chemical peeling on facial pigment deposition: Evaluation using novel computer analysis of digital-camera-captured images. *Journal of cosmetic dermatology* 2013;12(4):281-286.
 51. Hashim P. The effect of Centella asiatica, vitamins, glycolic acid and their mixtures preparations in stimulating collagen and fibronectin synthesis in cultured human skin fibroblast. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences* 2014;27(2).
 52. Balat M, Balat H, Öz C. Progress in bioethanol processing. *Progress in energy and combustion science* 2008;34(5):551-573.
 53. Stevens RW, Strother JM, McClanahan SB. Leakage and sealer penetration in smear-free dentin after a final rinse with 95% ethanol. *Journal of endodontics* 2006;32(8):785-788.
 54. Messer H, Feigal R. A Comparison of the Antibacterial and Cytotoxic Effects of Parachlorophenoll. *Journal of dental research* 1985;64(5):818-821.
 55. Nair P, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit” endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2005;99(2):231-252.
 56. Basrani B. Endodontic irrigation. *Chemical Disinfection of the root canal system*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG 2015.
 57. Spångberg LS, Haapasalo M. Rationale and efficacy of root canal medicaments and root filling materials with emphasis on treatment outcome. *Endodontic Topics* 2002;2(1):35-58.
 58. Martin D. Irrigation and medication of the root canal. *International Endodontic Journal* 1979;12:55-62.

59. Buckley JP. The chemistry of pulp decomposition, with a rational treatment for this condition and its sequelae. *Amer. Dent. J.* 1904;3:764-771.
60. Cohen S, Burns R. *Pathways of the Pulp*, 8th edn. St Louis, MO. In.: USA: Mosby Inc; 2002.
61. Lewis BB, Chestner SB. Formaldehyde in dentistry: a review of mutagenic and carcinogenic potential. *The Journal of the American Dental Association* 1981;103(3):429-434.
62. Abbott PV. Medicaments: aids to success in endodontics. Part 1. A review of the literature. *Australian dental journal* 1990;35(5):438-448.
63. Athanassiadis B, Abbott P, Walsh LJ. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Australian dental journal* 2007;52:S64-S82.
64. Sato I, Ando-Kurihara N, Kota K, Iwaku M, Hoshino E. Sterilization of infected root-canal dentine by topical application of a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline in situ. *International endodontic journal* 1996;29(2):118-124.
65. Sato T, Hoshino E, Uematsu H, Noda T. In vitro antimicrobial susceptibility to combinations of drugs of bacteria from carious and endodontic lesions of human deciduous teeth. *Oral microbiology and immunology* 1993;8(3):172-176.
66. Petrino JA, Boda KK, Shambarger S, Bowles WR, McClanahan SB. Challenges in regenerative endodontics: a case series. *Journal of endodontics* 2010;36(3):536-541.
67. Ruparel NB, Teixeira FB, Ferraz CC, Diogenes A. Direct effect of intracanal medicaments on survival of stem cells of the apical papilla. *Journal of endodontics* 2012;38(10):1372-1375.
68. Iwaya Si, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. *Dental Traumatology* 2001;17(4):185-187.
69. Trope M. Treatment of the immature tooth with a non-vital pulp and apical periodontitis. *Dental clinics* 2010;54(2):313-324.
70. Phumpatrakom P, Srisuwan T. Regenerative capacity of human dental pulp and apical papilla cells after treatment with a 3-antibiotic mixture. *Journal of endodontics* 2014;40(3):399-405.
71. Gilad JZ, Teles R, Goodson M, White RR, Stashenko P. Development of a clindamycin-impregnated fiber as an intracanal medication in endodontic therapy. *Journal of endodontics* 1999;25(11):722-727.
72. Kasugai S, Hasegawa N, Ogura H. Application of the MTT colorimetric assay to measure cytotoxic effects of phenolic compounds on established rat dental pulp cells. *Journal of dental research* 1991;70(2):127-130.
73. Tronstad L, Andreasen J, Hasselgren G, Kristerson L, Riis I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *Journal of endodontics* 1981;7(1):17-21.
74. Nygren JA. Rådgivare angående bästa sättet att vårda och bevara tändernas friskhet. In.: Stockholm; 1838.
75. Codman W. Ossification of the pulp of a tooth. *Newsletter* 1851;4:90.
76. Cvek M. Calcium hydroxide in the treatment of traumatized teeth. *Revue francaise d'endodontie: publication officielle de la Societe francaise d'endodontie* 1989;8(3):11-27.
77. Teuscher GW, Zander HA. A preliminary report on pulpotomy. *Northwestern Univ Dent Bull* 1938;39:4-8.
78. Siqueira Jr J, Lopes H. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *International endodontic journal* 1999;32(5):361-369.
79. Tronstad L, Barnett F, Londono A, Drozd E, Sloan W, Russo E. Clinical efficacy of an endodontic antiseptic in a controlled release delivery system. *Dental Traumatology* 1988;4(2):79-81.
80. Tang G, Samaranayake L, Yip HK. Molecular evaluation of residual endodontic microorganisms after instrumentation, irrigation and medication with either calcium hydroxide or Septomixine. *Oral diseases* 2004;10(6):389-397.
81. Burke F, Watts D. Weight loss of three resin-based lining materials containing calcium following a phosphoric acid-etching and washing cycle. *Journal of Dentistry* 1989;17(1):38-40.
82. Padan E, Bibi E, Ito M, Krulwich TA. Alkaline pH homeostasis in bacteria: new insights.

Biochimica et biophysica acta (BBA)-biomembranes 2005;1717(2):67-88.

83. Fava L, Saunders W. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *International endodontic journal* 1999;32(4):257-282.

84. Schäfer E, Bössmann K. Antimicrobial efficacy of chlorhexidine and two calcium hydroxide formulations against *Enterococcus faecalis*. *Journal of endodontics* 2005;31(1):53-56.

85. Alaçam T, Uzel İ, Alaçam A, Aydın M, Tınaz C, Ömürlü H. Endodonti, II. Baskı, Barış Yayınları, Ankara 2000:451-495.

86. Tenca J. Continued root end development: apexogenesis and apexification. *J Pedon* 1978;2:144-157.

87. Çalt S, Serper A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *Journal of endodontics* 1999;25(6):431-433.

88. Margelos J, Eliades G, Verdelis C, Palaghias G. Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *Journal of Endodontics* 1997;23(1):43-48.

89. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *Journal of Endodontics* 1999;25(2):85-88.

90. Nandini S, Velmurugan N, Kandaswamy D. Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT, an in vitro study. *Journal of Endodontics* 2006;32(11):1097-1101.

91. Wu M, Sluis L, Wesselink P. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *International endodontic journal* 2003;36(3):218-224.

92. Çulha E. Farklı irrigasyon yöntemlerinin kalsiyum hidroksit uzaklaştırma etkinliklerinin değerlendirilmesi.

93. Van der Sluis L, Gambarini G, Wu M, Wesselink P. 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* 2006;39(6):472-476.

94. Hauser V, Braun A, Frentzen M. Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo®). *International endodontic journal* 2007;40(8):644-652.

95. ÇİÇEK AGDE, BODRUMLU E. Endodontide ultrasonikler: derleme. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2012;2012(Supplement 6).

96. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo®) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *International endodontic journal* 2008;41(7):602-608.

97. Avcı E. 3 farklı sonik aktivasyon sisteminin kök kanallarında standardize yapay oluklardan debris ve kalsiyum hidroksit uzaklaştırma etkinliklerinin karşılaştırılması.

98. Metzger Z, Teperovich E, Cohen R, Zary R, Paqué F, Hülsmann M. The self-adjusting file (SAF). Part 3: removal of debris and smear layer—a scanning electron microscope study. *Journal of Endodontics* 2010;36(4):697-702.

99. Neuhaus KW, Liebi M, Stauffacher S, Eick S, Lussi A. Antibacterial efficacy of a new sonic irrigation device for root canal disinfection. *Journal of endodontics* 2016;42(12):1799-1803.

100. Merino A, Estevez R, de Gregorio C, Cohenca N. The effect of different taper preparations on the ability of sonic and passive ultrasonic irrigation to reach the working length in curved canals. *International endodontic journal* 2013;46(5):427-433.

101. Walmsley A, Lumley P, Laird W. The oscillatory pattern of sonically powered endodontic files. *International endodontic journal* 1989;22(3):125-132.

102. Conde A, Estevez R, Loroño G, Valencia de Pablo O, Rossi-Fedele G, Cisneros R. Effect of sonic and ultrasonic activation on organic tissue dissolution from simulated grooves in root canals using sodium hypochlorite and EDTA. *International endodontic journal* 2017;50(10):976-982.

103. Urban K, Donnermeyer D, Schäfer E, Bürklein S. Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. *Clinical oral investigations* 2017;21(9):2681-2687.

104. Richman MJ. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *J Dent Med* 1957;12:12-18.
105. Ahmad M. Effect of ultrasonic instrumentation on *Bacteroides intermedius*. *Dental Traumatology* 1989;5(2):83-86.
106. Ahmad M, Ford TRP, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *Journal of Endodontics* 1987;13(3):93-101.
107. Lumley P, Walmsley A, Walton R, Rippin J. Effect of precurving endosonic files on the amount of debris and smear layer remaining in curved root canals. *Journal of Endodontics* 1992;18(12):616-619.
108. Karlovic Z, Pezelj-Ribaric S, Miletic I, Jukic S, Grgurevic J, Anic I. Erbium: YAG laser versus ultrasonic in preparation of root-end cavities. *Journal of endodontics* 2005;31(11):821-823.
109. Haapasalo M, Wang Z, Shen Y, Curtis A, Patel P, Khakpour M. Tissue dissolution by a novel multisonic ultracleaning system and sodium hypochlorite. *Journal of endodontics* 2014;40(8):1178-1181.
110. Blank-Gonçalves LM, Nabeshima CK, Martins GHR, de Lima Machado ME. Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. *Journal of endodontics* 2011;37(9):1268-1271.
111. Lee B-S, Lin C-P, Hung Y-L, Lan W-H. Structural changes of Er: YAG laser-irradiated human dentin. *Photomedicine and Laser Therapy* 2004;22(4):330-334.
112. Coluzzi DJ. An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dental Clinics of North America* 2000;44(4):753-765.
113. DiVito E, Peters OA, Olivi G. Effectiveness of the erbium: YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Lasers in medical science* 2012;27(2):273-280.
114. Stewart A, Boyde A. Ion etching of dental tissues in a scanning electron microscope. *Nature* 1962;196(4849):81-82.
115. Saghiri MA, Asgar K, Lotfi M, Karamifar K, Saghiri AM, Neelakantan P, et al. Back-scattered and secondary electron images of scanning electron microscopy in dentistry: a new method for surface analysis. *Acta Odontologica Scandinavica* 2012;70(6):603-609.
116. Fenoul G, Meless G, Perez F. The efficacy of R-Endo® rotary NiTi and stainless-steel hand instruments to remove gutta-percha and Resilon. *International endodontic journal* 2010;43(2):135-141.
117. Prati C, Selighini M, Ferrieri P, Mongiorgi R. Scanning electron microscopic evaluation of different endodontic procedures on dentin morphology of human teeth. *Journal of Endodontics* 1994;20(4):174-179.
118. Dadresanfar B, Mehrvarzfar P, Saghiri MA, Ghafari S, Khalilak Z, Vatanpour M. Efficacy of two rotary systems in removing gutta-percha and sealer from the root canal walls. *Iranian endodontic journal* 2011;6(2):69.
119. Xu L-l, Zhang L, Zhou X-d, Wang R, Deng Y-h, Huang D-m. Residual filling material in dentinal tubules after gutta-percha removal observed with scanning electron microscopy. *Journal of endodontics* 2012;38(3):293-296.
120. Behnen MJ, West LA, Liewehr FR, Buxton TB, McPherson III JC. Antimicrobial activity of several calcium hydroxide preparations in root canal dentin. *Journal of endodontics* 2001;27(12):765-767.
121. Noetzel J, Nonhoff J, Bitter K, Wagner J, Neumann K, Kielbassa AM. Efficacy of calcium hydroxide, Er: YAG laser or gaseous ozone against *Enterococcus faecalis* in root canals. *American journal of dentistry* 2009;22(1):14-18.
122. PALTUN Y. Kalsiyum Hidroksitin Kök Kanallarında Dezenfektan Olarak Kullanılması.
123. Keskin C, Keleş A, Sarıyılmaz Ö. Efficacy of glycolic acid for the removal of calcium hydroxide from simulated internal Resorption cavities. *Clinical Oral Investigations* 2021;25(7):4407-

4413.

124. Nekoofar MH. Electronic apex locators. *International endodontic journal* 2005;38(6):417-418; author reply 418.

125. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. *The Journal of the American Dental Association* 1955;50(5):544-552.

126. Machado R, Cruz ATG, de Araujo BMdM, Klemz AA, Klug HP, da Silva Neto UX. Tubular dentin sealer penetration after different final irrigation protocols: A confocal laser scanning microscopy study. *Microscopy research and technique* 2018;81(6):649-654.

127. Furtado TC, de Bem IA, Machado LS, Pereira JR, Sô MVR, da Rosa RA. Intratubular penetration of endodontic sealers depends on the fluorophore used for CLSM assessment. *Microscopy research and technique* 2021;84(2):305-312.

128. Khademi A, Yazdizadeh M, Feizianfard M. Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems. *Journal of endodontics* 2006;32(5):417-420.

129. Hosoya N, Kurayama H, Iino F, Arai T. Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. *International endodontic journal* 2004;37(3):178-184.

130. Kim S, Kim Y. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *International endodontic journal* 2002;35(7):623-628.

131. Kenée D, Allemang J, Johnson J, Hellstein J, Nichol B. CaOH Removal Papers. *J Endod* 2006;32(6):563-565.

132. Donnermeyer D, Wyrsh H, Bürklein S, Schäfer E. Removal of calcium hydroxide from artificial grooves in straight root canals: sonic activation using EDDY versus passive ultrasonic irrigation and XPendo Finisher. *Journal of endodontics* 2019;45(3):322-326.

133. Güven Y, Ali A, Arslan H. Efficiency of Endosonic Blue, Eddy, Ultra X and Endoactivator in the removal of calcium hydroxide paste from root canals. *Australian Endodontic Journal* 2022;48(1):32-36.

134. Shi L, Wu S, Yang Y, Wan J. Efficacy of five irrigation techniques in removing calcium hydroxide from simulated S-shaped root canals. *Journal of Dental Sciences* 2022;17(1):128-134.

135. Kenée DM, Allemang JD, Johnson JD, Hellstein J, Nichol BK. A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. *Journal of endodontics* 2006;32(6):563-565.

136. Kuga MC, Tanomaru-Filho M, Faria G, Sô MVR, Galletti T, Bavello JRS. Calcium hydroxide intracanal dressing removal with different rotary instruments and irrigating solutions: a scanning electron microscopy study. *Brazilian dental journal* 2010;21:310-314.

137. Yücel AÇ, Gürel M, Güler E, Karabucak B. Comparison of final irrigation techniques in removal of calcium hydroxide. *Australian Endodontic Journal* 2013;39(3):116-121.

138. Dadresanfar B, Abbas FM, Bashbaghi H, Miri SS, Ghorbani F. Intra-canal calcium hydroxide removal by two rotary systems: A comparative study. *Journal of Conservative Dentistry: JCD* 2015;18(3):257.

139. Keles A, Koöseoglu M. Dissolution of root canal sealers in EDTA and NaOCl solutions. *The Journal of the American Dental Association* 2009;140(1):74-79.

140. Townsend C, Maki J. An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *Journal of endodontics* 2009;35(7):1040-1043.

141. Rödig T, Döllmann S, Konietschke F, Drebenstedt S, Hülsmann M. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. *Journal of endodontics* 2010;36(12):1983-1987.

142. Chockattu SJ, Deepak B, Goud KM. Comparison of efficiency of ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid, and etidronate in the removal of calcium hydroxide intracanal medicament using scanning electron microscopic analysis: An in-vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD*

2017;20(1):6.

143. Rao SA, Manasa N. Effect of irrigants using ultrasonics on intracanal calcium hydroxide removal—an in vitro comparative evaluation. *Brazilian Journal of Oral Sciences* 2012;11(1):52-55.
144. Naaman A, Kaloustian H, Ounsi HF, Naaman-Bou Abboud N, Ricci C, Medioni E. A scanning electron microscopic evaluation of root canal wall cleanliness after calcium hydroxide removal using three irrigation regimens. *J Contemp Dent Pract* 2007;8(1):11-18.
145. Kim SJ, Won YH. The effect of glycolic acid on cultured human skin fibroblasts: cell proliferative effect and increased collagen synthesis. *The Journal of dermatology* 1998;25(2):85-89.
146. Gambin DJ, Leal LO, Farina AP, Souza MA, Cecchin D. Antimicrobial activity of glycolic acid as a final irrigant solution for root canal preparation. *Gen Dent* 2020;68(1):41-44.
147. Abou-Rass M, Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1982;54(3):323-328.
148. Dainezi VB, Iwamoto AS, Martin AA, Soares LES, Hosoya Y, Pascon FM, et al. Molecular and morphological surface analysis: effect of filling pastes and cleaning agents on root dentin. *Journal of Applied Oral Science* 2017;25:101-111.
149. Ingólfsson HI, Andersen OS. Alcohol's effects on lipid bilayer properties. *Biophysical journal* 2011;101(4):847-855.
150. Zehentbauer FM, Moretto C, Stephen R, Thevar T, Gilchrist JR, Pokrajac D, et al. Fluorescence spectroscopy of Rhodamine 6G: Concentration and solvent effects. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 2014;121:147-151.
151. Balvedi R, Versiani M, Manna F, Biffi J. A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *International endodontic journal* 2010;43(9):763-768.
152. Ballal N, Kumar S, Laxmikanth H, Saraswathi M. Comparative evaluation of different chelators in removal of calcium hydroxide preparations from root canals. *Australian dental journal* 2012;57(3):344-348.
153. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E, Bekiaroglou P. Measurement of pressure and flow rates during irrigation of a root canal ex vivo with three endodontic needles. *International endodontic journal* 2007;40(7):504-513.