

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**KÖK KANAL TEDAVİSİNİN YENİLENMESİNDE KULLANILAN
FARKLI İRRİGASYON SOLÜSYONLARININ ANTİMİKROBİYAL
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

İsmail İlker PAMUKÇU

Danışman

Doç.Dr. Pelin TÜFENKÇİ

HATAY – 2021

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**KÖK KANAL TEDAVİSİNİN YENİLENMESİNDE KULLANILAN
FARKLI İRRİGASYON SOLÜSYONLARININ ANTİMİKROBİYAL
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

İsmail İlker PAMUKÇU

Danışman

Doç.Dr. Pelin TÜFENKÇİ

Bu tez, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
19.U.011 nolu proje olarak desteklenmiştir.

HATAY – 2021

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**KÖK KANAL TEDAVİSİNİN YENİLENMESİNDE KULLANILAN
FARKLI İRRİGASYON SOLÜSYONLARININ ANTİMİKROBİYAL
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

İsmail İlker PAMUKÇU

Bu tez aşağıda isimleri yazılı tez jürisi tarafından .../.../2021 günü sözlü olarak yapılan tez savunma sınavında oybirliği ile kabul edilmiştir.

Tez jürisi: Jüri Başkanı:

Üye:

Üye:

Bu tez, Dekanlığımız Endodonti Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

..../..../2021

Prof. Dr. Nizami DURAN
Diş Hekimliği Fakültesi Dekan V.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tez çalışmamın her aşamasında büyük bir sabır ve titizlikle bana yol gösteren ve her konuda desteğini hissettiren tez danışmanım ve çok sevdiğim değerli hocam Doç.Dr. Pelin TÜFENKÇİ'ye

Uzmanlık eğitimim boyunca her zaman içtenlikle tecrübelerini benimle paylaşan, mesleki eğitimime katkıda bulunan bölümümüzün çok değerli hocaları Doç. Dr. Koray YILMAZ ve Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ADIGÜZEL'e,

Tez çalışmamın analiz sonuçlarının kontrolünde bana yardımını esirgemeyen değerli hocam Doç.Dr. Caner ÖZTÜRK'e,

Tez çalışmamın laboratuvar aşamasında bana yol gösteren değerli dekanımız Prof. Dr. Nizami Duran ve Mikrobiyoloji AnaBilim Dalında görev yapan Dr. Funda Çimen AÇIKGÜL ve Uzm. Emrah AY'a,

Bu projenin gerçekleştirilmesinde maddi desteğini esirgemeyen Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne,

Uzmanlık eğitim süresince her zaman yanımda olan, yardım ve desteklerini esirgemeyen, değerli eşkıdemlim İpek İŞKEN'e ve bölümümüze sonradan katılan diğer çalışma arkadaşlarıma,

Uzmanlık eğitimimi yaptığım süreçte bana her türlü desteğini veren tüm aile bireylerime,

Hayatıma girdiği günden beri her zaman büyük bir fedakarlıkla yanımda olan, her türlü sorumluluğu üstlenen ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşim Şebnem EMRE PAMUKÇU'ya ve özlemlerini her an içimde hissettiğim, moral kaynağım olan sevgili çocuklarım Deniz ve Öner'e sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
ÖZET	X
ABSTRACT	XI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Kök Kanal Tedavisinde Başarısızlığa Neden Olan Faktörler	3
2.1.1 Mikrobiyal Faktörler	4
2.1.1.1 İntraradiküler Enfeksiyon	4
2.1.1.2 Ekstraradiküler Enfeksiyon	4
2.1.2 Koronal Sızıntı	5
2.1.3 İatrojenik Faktörler	5
2.1.4 Mikrobiyolojik Olmayan Faktörler	6
2.2 Başarısız Kanal Tedavisi Olgularında Kök Kanalı Mikroflorası	6
2.3 Kök Kanallarının Dezenfeksiyonu	8
2.3.1 Smear Tabakası	8
2.3.2 Kök Kanallarında İrrigasyonun Önemi	9
2.3.3 Kök Kanal Tedavisinde Kullanılan İrrigasyon Solüsyonları	10
2.3.3.1 Sodyum Hipoklorit (NaOCl)	10
2.3.3.1.1 Sodyum Hipoklorit'in Etkinliğinin Artırılması	11
2.3.3.2 Klorheksidin (CHX)	12
2.3.3.3 Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA)	14
2.3.3.4 Etidronik Asit (HEBP)	15
2.3.4 İrrigasyon Solüsyonları Uygulama Yöntemleri	17
2.3.4.1 Konvansiyonel Şırınga ile İrrigasyon	17
2.3.4.2 Sonik Aktivasyon	19
2.4 Çok Seanslı Tedavilerde Ca(OH) ₂ 'nin Antimikrobiyal Etkisi	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM	22
3.1 Hasta Seçimi	22
3.1.1 Dahil Etme Kriterleri	22
3.1.1.1 Sistemik Kriterler	22
3.1.1.2 Diş ve Çevre Dokulara Ait Kriterler	23
3.1.2 Hariç Tutma Kriterleri	23
3.1.2.1 Sistemik Kriterler	23
3.1.2.2 Diş ve Çevre Dokularına Ait Kriterler	23
3.2 Tedavi Öncesi Yapılan Hazırlıklar	24
3.3 Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi	24
3.3.1 Birinci Örneğin (S1) Alınması	25
3.3.2 Kemomekanik Preparasyon	26
3.3.3 Final İrrigasyon ve Aktivasyon Uygulanması ve İkinci	

Örneğin (S2) Alınması	26
3.3.4 Üçüncü Örnek (S3) ve Dördüncü Örneğin (S4) Alınması	28
3.3.5 Kök Kanallarının Doldurulması	28
3.4 Mikrobiyolojik İşlemler ve Toplam Mikroorganizma Sayısının Hesaplanması	29
4. BULGULAR	32
5. TARTIŞMA	41
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	50
7. KAYNAKLAR	51
EKLER	63
EK-1: Endodontik Tedavi Onam Formu	63
EK-2: Çalışmaya Katılan Gönüllülerin Bilgilendirilmiş Olur / (Rıza) Formu	66
EK-3: Etik Kurul Onayı	68
ÖZGEÇMİŞ	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Mikrobiyolojik örneğin alınması	26
Şekil 3.2. Mikrobiyolojik örneğin işleme alım kaydı.....	29
Şekil 3.3. Vorteks cihazı... ..	30
Şekil 3.4. Mikrobiyolojik Analizler; Kanlı Agara Bakteriyel İnokülasyon.....	30
Şekil 3.5. Mikroorganizmaların İnkübasyonu... ..	31
Şekil 4.1. Grup içi mikrobiyolojik ölçüm değerlerinin karşılaştırılmalı grafikleri... ..	36



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Mikrobiyolojik ölçüm değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması	33
Çizelge 4.2. Grup içi mikrobiyolojik ölçüm değerlerinin karşılaştırılması... ..	35
Çizelge 4.3. S1-S2 mikrobiyolojik ölçüm değerleri arasındaki azalma miktarlarının yüzdesel olarak karşılaştırılması	38
Çizelge 4.4. S3-S4 mikrobiyolojik ölçüm değerleri arasındaki azalma miktarlarının gruplar arasında yüzdesel olarak karşılaştırılması	39
Çizelge 4.5. S1-S4 mikrobiyolojik ölçüm değerleri arasındaki azalma miktarlarının gruplar arasında yüzdesel olarak karşılaştırılması	40
Çizelge 4.6. Negatif kültür sayısının gruplara göre dağılımı	40



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AHTD	: Sert doku debris birikimi
ark.	: Arkadaşları
⁰ C	: Derece, Celcius
C.albicans	: Candida albicans
Ca	: Kalsiyum
Ca(OH) ₂	: Kalsiyum Hidroksit
CA-SB	: Columbia agar Sheep blood
CFU	: Koloni oluşturan birim
CHX	: Klorheksidin diglukonat
CLSM	: Lazer taramalı konfokal mikroskop
Dk	: Dakika
DNA	: Deoksiribo nükleik asit
E.aerogenes	: Enterobacter aerogenes
E.coli	: Escherichia coli
E.faecalis	: Enterococcus faecalis
EA	: EndoAktivatör
EDTA	: Etilen diamin tetra asetik asit
HEBP	: Etidronik asit
H ₂ O ₂	: Hidrojen Peroksit
Hz	: Hertz
kHz	: Kilo Hertz
Mikro-CT	: Mikro bilgisayarlı tomografi
Mm	: Milimetre
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
Ni-Ti	: Nikel Titanyum
P	: Fosfor
P.aeruginosa	: Pseudomonas aeruginosa
P.vulgaris	: Proteus vulgaris
pH	: Asitlik-Bazlık değeri

PUI	: Pasif Ultrasonik İrrigasyon
RTQ-PCR	: Real Time Polymerase Chain Reaction
SA	: Sonik Aktivasyon
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu
Sn	: Saniye
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
TGF- β	: Transforming Growth Factor
WL	: Çalışma uzunluğu
%	: Yüzde



ÖZET

Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesinde Kullanılan Farklı İrrigasyon Solüsyonlarının Antimikrobiyal Etkisinin Değerlendirilmesi

Giriş ve Amaç: Bu in vivo çalışma, kök kanal tedavisinin yenilenmesi kararı verilmiş kök kanallarında farklı irrigasyon solüsyonları kullanımının ve bu solüsyonların aktivasyonunun kök kanalı içerisindeki mikrobiyal değişime etkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışma için kök kanal tedavili apikal periodontitisli tek köklü ve tek kanallı mandibular premolar dişlere sahip kırk hasta seçilmiştir. Kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında kullanılan final irrigasyon rejimlerine göre hastalar bir bilgisayar yazılımı ile 4 gruba ayrılmıştır: Grup I: % 17 EDTA+ % 2.5 NaOCl, Grup 2: % 2.5 NaOCl/ % 9 HEBP (Medcem, Viyana, Avusturya), Grup 3: % 17 EDTA + % 2.5 NaOCl + EA, Grup 4: % 2.5 NaOCl / % 9 HEBP + EA. Bakteriyojik örnekler kök kanalından ilk randevuda kemomekanik preparasyondan önce (S1) ve final irrigasyondan sonra (S2) alınmış olup, ikinci randevuda kanal içi medikamentin çıkarılmasından sonra (S3) ve final irrigasyondan sonra (S4) alınmıştır. Alınan numunelerde mikrobiyolojik kültür yöntemi ile toplam bakteri sayıları ölçülmüştür. Kültür yöntemi verilerinden istatistiksel analizlerde gruplar arasındaki farklılıklar Kruskal Wallis testi, grup içi karşılaştırmalar Friedman testi ve gruplar arası ikili karşılaştırmalarda bakteri sayılarının yüzdelik azalım düzeyleri Mann Whitney U testi kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar $p < 0.05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

Bulgular: Grup içi karşılaştırmalarda, tüm gruplarda S1 ve S2 numunelerindeki bakteri sayılarındaki azalma miktarı istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$). S1-S2 numunelerindeki bakteri azalma miktarlarının gruplar arası karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$). Grup içi karşılaştırmalarda S2-S3 numunelerindeki bakteri sayıları arasında Grup II ve Grup IV'te istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken ($p > 0.05$), Grup I ve Grup III'te anlamlı düzeyde farklılık görülmüştür ($p < 0.05$). Grup içi karşılaştırmalarda tüm gruplarda S3-S4 numuneleri arasındaki bakteri sayısı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştır ($p < 0.05$). Gruplar arası kantitatif karşılaştırmada S3-S4 numuneleri arasındaki bakteri sayılarının yüzdelik azalmaları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$).

Sonuç: Apikal periodontitise sahip kök kanallarının dezenfekte edilmesinde kullanılan tüm irrigasyon solüsyonları kanal içi mikrobiyal yükün azaltılmasında etkili bulunmuştur. İrrigasyon solüsyonları, konvansiyonel şırınga irrigasyonu ve EA ile yapılan sonik aktivasyon ana kök kanalında bakteri sayısının azaltılmasında benzer etki göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: EA, HEBP, Konvansiyonel şırınga irrigasyonu, Retreatment.

ABSTRACT

Evaluation of Antimicrobial Effect of Different Irrigation Solutions Used In Root Canal Retreatment

Introduction and Aim: This in vivo study aims to evaluate the effect of the use of different irrigation solutions and the activation of these solutions on microbial change in root canals which are bound for root canal retreatment.

Material and Method: Forty patients with single-root and single-canal, root canal-treated mandibular premolar teeth with apical periodontitis were selected for this study. In line with the final irrigation regimens used during root canal retreatment, patients were divided into 4 groups with a computer software: Group I: 17% EDTA+ 2.5% NaOCl, Group 2: 2.5% NaOCl/ 9% HEBP (Medcem, Vienna, Austria), Group 3: 17% EDTA + 2.5% NaOCl + EA, Group 4: 2.5% NaOCl / 9% HEBP + EA. Bacteriological samples were taken from the root canal before chemomechanical preparation (S1) and after final irrigation (S2) at the first appointment, and after the removal of intracanal medicament (S3) and after final irrigation (S4) at the second appointment. The total number of bacteria was measured by microbiological culture method in the samples taken. Differences between groups in statistical analyses from culture method data were measured by Kruskal Wallis test, intra- group comparisons by Friedman test, and percentile reduction levels of bacterial numbers in bilateral comparisons between groups by Mann Whitney U test. The results were evaluated at $P < 0.05$ significance level

Results: For intra-group comparisons, the amount of decrease in bacteria numbers for S1 and S2 samples in all groups is statistically significant ($p < 0.05$). No statistically significant difference was observed in intergroup comparisons of bacterial reduction amounts in S1-S2 samples ($p > 0.05$). Regarding intra-group comparisons, there were no statistically significant differences between the number of bacteria for S2-S3 samples in Group II and Group IV ($p > 0.05$), while significant differences were observed in Group I and Group III ($p < 0.05$). For intra-group comparisons, the number of bacteria between S3-S4 samples in all groups decreased in a statistically significant way ($p < 0.05$). With regard to quantitative comparison between groups, it was found that there was no statistically significant difference between the percentage decreases in bacteria numbers between S3-S4 samples ($p > 0.05$).

Conclusion:. All irrigation solutions used in the disinfection of teeth diagnosed with apical periodontitis were found to be effective in reducing the microbial load in the canal. Irrigation solutions, conventional syringe irrigation and sonic activation by EA showed a similar effect in reducing the number of bacteria in the main root canal.

Key words: EA, HEBP, Conventional syringe irrigation, Retreatment.

Kök kanal tedavisinde başarı, kök kanallarının orijinal formuna uygun olarak şekillendirilmesine, kök kanal sisteminden mikroorganizmaların uzaklaştırılmasına ve kök kanallarının sızdırmaz bir şekilde üç boyutlu olarak doldurulmasına bağlıdır.^{1,2} Kök kanal tedavisinin başarı oranı, literatürde % 70-95 olarak rapor edilmiştir.³ Kök kanal sisteminde kalan ve kolonize olan mikroorganizmaların sayısındaki artışın, kök kanal tedavisinin başarısını etkileyen ana faktör olduğu gösterilmiştir.^{4,5} Kök kanaltedavisinin başarısızlığının gözlendiği dişlerde, kök kanal tedavisinin yenilenmesi, endodontik cerrahiye göre daha az invaziv bir yöntem olması ve başarı oranının daha yüksek olması sebebiyle uygulanması düşünülen ilk tedavi seçeneğidir.⁶

Kök kanal tedavisinin yenilenmesinde temel hedef, kök kanal sisteminin dekontaminasyonunu sağlayarak sağlıklı periapikal dokular oluşturmaktır.⁷ Bu nedenle kök kanal tedavisi yenilenmesi kararı alınmış apikal periodontitisli dişlerde ana mikrobiyolojik amaç bakteriyel enfeksiyonu ortadan kaldırmaktır.^{2, 8} Kök kanal sisteminin kompleks yapısı ve kök kanal sisteminde bulunan biyofilmlerin dirençli yapıları nedeniyle kök kanal tedavisinde uygun dezenfeksiyonun elde edilmesi oldukça zordur.⁹ Kök kanallarının sadece mekanik olarak şekillendirilmesi, bakterilerin sayısını büyük oranda azalttığı bilinmesine rağmen, apikal periodontitisin önlenmesi için ihtiyaç duyulan şartları sağlamakta yetersiz kalması nedeniyle, kök kanal tedavisinin yenilenmesinde kimyasal dezenfeksiyon önemli bir basamaktır.¹⁰

Kök kanal tedavilerinde kullanılan ideal irrigasyon solüsyonunun, biyofilmlerde organize olan anaerobik ve fakültatif bakterilere karşı yüksek etkinliğe sahip olması, endotoksinlerin aktivasyonunu inhibe etmesi, enstrümantasyon sonrası smear tabakasını çıkarabilmesi ve düşük sistemik toksisiteye sahip olması gibi belirli kriterleri karşılaması gerekmektedir.¹¹ İdeal bir irrigasyon solüsyonundan istenen tüm özelliklerine sahip tek bir irrigasyon solüsyonu olmaması sebebiyle, kök kanal tedavisi yenilenmesi sırasında birden fazla irrigasyon solüsyonu kullanmak gerekmektedir.^{12, 13}

Kök kanal tedavisinde, irrigasyon solüsyonu olarak sodyum hipoklorit (NaOCl), klorheksidin (CHX), etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) ve etidronik asit (HEBP) gibi farklı irrigasyon solüsyonları kullanılmaktadır.^{14, 15} Sodyum hipoklorit, kök kanal tedavisi sırasında kök kanallarında yumuşak dokuyu çözebilmesi ve geniş spektrumlu

antimikrobiyal etkisinin olması nedeniyle kök kanal dezenfeksiyonunda altın standart olarak kabul edilmektedir.¹⁶ Sodyum hipoklorit'in doku çözücü etkisi sadece organik kısımla sınırlı kaldığından inorganik kısmın uzaklaştırılmasında farklı solüsyonlarla kombine kullanımı gerekmektedir.¹⁷ Bu amaçla, şelasyon ajanı olarak EDTA, sitrik asit veya son zamanlarda alternatif bir irrigasyon solüsyonu olarak, biyouyumlu bir şelasyon ajanı olduğu bildirilen HEBP'nin, NaOCl ile birlikte kullanılması önerilmiştir.^{14, 18, 19}

Kök kanallarında standart irrigasyon protokolü ile uygulanan irrigasyon solüsyonlarının kök kanal sisteminde ulaşılması zor olan alanlara ve yan kanallara ulaşamadığı ve enfekte dentin ile yeterli bir süre temasta kalamadığı belirlenmiştir.²⁰ Ayrıca, irrigasyon solüsyonunun, en fazla bakteriyel kolonizasyonun bulunduğu kökün apikal üçlüsünde ve tüm kanal yüzeylerinde doğrudan temasa getirilmesi gereklidir.²⁰ Bu dezavantajları ortadan kaldırmak ve irrigasyon solüsyonlarının antimikrobiyal aktivitesini artırmak amacıyla sonik ve ultrasonik yöntemlerin kullanımını önerilmektedir.²¹

Bu çalışma, kök kanal tedavisinin yenilenmesi kararı verilmiş kök kanallarında farklı irrigasyon solüsyonları kullanımının ve bu solüsyonların aktivasyonunun kök kanalı içerisindeki mikrobiyal değişime etkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

Kök kanal tedavisinin yenilenmesinde başarı, apikal foramene yeniden erişim sağlamak için kök kanal dolgu materyalinin tamamen çıkartılmasına ve böylece kök kanal sisteminin yeterli dezenfeksiyonunun sağlanması ve şekillendirilmesine bağlıdır.²² Kök kanal tedavisinde başarısızlık sonrası meydana gelen apikal periodontitisin tedavisinde kök kanal tedavisinin yenilenmesi endodontik cerrahiye göre daha az invaziv bir tedavi seçeneğidir ve yapılan uzun süreli takip çalışmalarında dişlerin daha uzun süre fonksiyonda kalmasını sağladığı bildirilmiştir.^{6, 23} Kök kanal tedavisinin yenilendiği dişlerde başarı oranı % 62-91 gibi yüksek değerler sergilemiştir.^{9, 24}

Kök kanal tedavisinin yenilenmesi gereken dişlerde; tedavi öncesinde apikal periodontitisin varlığı veya yokluğu, periapikal lezyonun boyutu ve kök kanal tedavisi esnasında meydana gelen komplikasyonlar (basamak, transportasyon ve perforasyon) gibi birçok etmen tedavinin başarısını etkilemektedir.^{6, 25, 26}

2.1 Kök Kanal Tedavisinde Başarısızlığa Neden Olan Faktörler

Kök kanal tedavisinin başarısı ile ilgili mevcut literatür verileri, radyografik olarak iyi tedavi edilmiş vakaların tatmin edici olmayan sonuçlarının, bazı etkenler ile ilişkili olabileceğini göstermiştir.²⁷ Bu etkenler, intraradiküler ve ekstraradiküler enfeksiyonları içeren mikrobiyal faktörleri ve mikrobiyal olmayan faktörleri kapsamaktadır.²⁸

Radyografik olarak kısa veya taşkın doldurulmuş kök kanallarına sahip olan dişler, kök kanal tedavisi esnasında meydana gelebilen iatrojenik hatalar ve koronal sızıntı gibi durumların da kök kanal tedavisinin başarısızlığına neden olabileceği bildirilmiştir.^{27, 29}

2.1.1 Mikrobiyal Faktörler

2.1.1.1 İntraradiküler Enfeksiyon

Kök kanal sisteminde kolonileşmiş mikroorganizmalar periradiküler lezyonların patogeneğinde önemli derecede rol oynar.²⁷ Kök kanallarında bakterilerin bulunabildiği ve çoğunlukla dezenfeksiyon yöntemlerinden etkilenmeyen alanlar; istmuslar, ramifikasyonlar, deltalar ve dentin tübülleri.³⁰ Bu alanlar genellikle dişlerin apikal bölgelerinde bulunmakla birlikte, bu bölgede biyofilm halinde yaşayan mikroorganizmalar, kök kanal preparasyonu, kimyasal dezenfeksiyon ve kök kanaldolgu yöntemleri ile uzaklaştırılamamaktadır.² Yapılan çalışmalar, kemomekanik preparasyon sırasında, özellikle kök kanal sisteminin apikal bölgesinde bakteri ve nekrotik doku içeren dokunulmadan bırakılmış alanların varlığının, radyografik olarak başarılı olduğu düşünülen tedavilerde başarısızlık nedeni olduğunu göstermiştir.^{27, 28, 30}

Radyografik olarak eksik yapılmış kök kanal dolgularında doku sıvılarının sızıntısı bakterilerin büyümesi için iyi bir besin kaynağı oluşturmaktadır.²⁷ Kök kanal tedavisi eksik yapılmış ve periradiküler lezyonu olan dişlerde yapılan mikrobiyolojik kültür çalışmalarında, kök kanallarında tespit edilen mikrobiyal hücre varlığının beslenebilmesi, kök kanal boşluğuna sızan doku sıvısı ile ilişkilendirilmiştir.^{4, 31} Gelişimini tamamlamış olan mikroorganizmaların, yeterli bir sayıya ve patojeniteye sahip olması ile birlikte periradiküler dokulara erişimi, periradiküler dokularda enflamasyonun devam etmesini sağlayarak kök kanal tedavisinin başarısızlığına neden olabilir.²⁷

2.1.1.2 Ekstraradiküler Enfeksiyon

Periradiküler lezyonlar, bakterilerin daha fazla yayılmasını önlemek için bir bariyer oluşturmaktadır.²⁷ Lezyon varlığında, kemik rezorpsiyonu meydana gelir ve vücudun savunma elemanlarını içeren granülasyon dokusu oluşur.³² Apikal foramenden bakterilerin periradiküler dokulara yayılımını, polimorf nükleer lökositlerden oluşan bir

duvar veya epitelyal tıkaç bloke eder.³³ Ancak mikrobiyal ürünler bu savunma bariyerini geçerek periradiküler patojenitenin devamlılığını sağlamaktadırlar.²⁷

Kök kanallarında yapılan dezenfeksiyon işlemleri, kök kanalları içerisinde sınırlı kalması nedeniyle ekstraradiküler enfeksiyon, kök kanal tedavilerinde başarısızlık faktörü olabilmektedir.²⁷ *Actinomyces* ve *Propionibacterium propionicum* gibi spesifik bakteriler, bu konakçı savunma mekanizmalarının üstesinden gelerek ekstraradiküler enfeksiyon oluşmasına neden olurlar.^{27, 34} İntraradiküler enfeksiyondan bağımsız olarak gelişen ekstraradiküler enfeksiyonlarda başarılı bir sonuç almak için endodontik cerrahi gerekmektedir.²⁷

2.1.2 Koronal Sızıntı

Koronal sızıntı kök kanal tedavisinin başarısızlığında önemli bir neden olarak görülmektedir.³⁵ Kök kanal tedavisi ve koronal restorasyonu tamamlanmış dişleri ağız florasında bulunan bakteriler kontamine edebilir.²⁷ Geçici ya da daimi restorasyonun bozulması, kırılması, kaybı veya daimi restorasyonların yerleştirilmesindeki gecikme, koronal sızıntıya sebep olabilir.³⁶ Bu gibi durumlarda, kök kanalının obturasyonu, tükürük sızıntısını engelleyemezse bakteriler kök kanal sistemine yayılabilir ve yeniden kolonize olarak periradiküler hastalığa neden olabilirler.³⁷

Koronal sızıntının, kök kanal tedavisine etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, kök kanal dolgusu *Staphylococcus epidermidis* ve *Proteus vulgaris*'e maruz bırakılmış ve test edilen dişlerin kök kanallarında, 19. günde *Staphylococcusepidermidis*, 42. günde ise *Proteus vulgaris*in izole edildiği gösterilmiştir.³⁷

2.1.3 İatrojenik Faktörler

Kök kanal tedavisinin başarısızlığı ile ilişkili başlıca faktör, kök kanal sisteminde ve periradiküler alanda mikrobiyal enfeksiyonun sürekliliği olduğundan, tedavi sırasında kök kanallarındaki enfeksiyonun kontrolünü ve önlenmesini engelleyen iatrojenik hatalar, kök kanal tedavisinin başarısızlığına neden olabilirler.³⁸

Gözden kaçan ekstra kök kanalları, eğe kırılmaları, perforasyonlar, taşkın veya eksik dolum ve basamak oluşumu gibi iatrojenik hatalar, özellikle enfekte dişlerin tedavilerinde başarı oranını düşürmektedir.²⁷ Başarısız kök kanal tedavisi olgularında iatrojenik faktörlerin etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, kök kanal tedavisinin yenilenmesi gereken dişlerin % 42'sinde gözden kaçan ekstra kök kanallarının varlığı belirlenmiştir.³⁹

2.1.4 Mikrobiyolojik Olmayan Faktörler

Kök kanal tedavisi başarısızlığı, mikrobiyolojik faktörlerle ilişkili olsa da, bazen mikrobiyolojik olmayan faktörler de tedavinin başarısızlığına sebep olabilmektedir.²⁷ Bazı vakalarda periapikal lezyonlar içerisinde bakterilerin belirlenememesine karşın tedavi başarısızlıklarının periapikal doku içerisindeki taşkın dolgu materyallerinden kalan maddelere karşı oluşan yabancı cisim reaksiyonundan oluştuğu bildirilmiştir.⁴⁰

Kolesterol kristalleri içeren gerçek kistlerin de kök kanal tedavisi sonrası lezyonların devam etmesi ve iyileşmemenin nedeni olduğu bildirilmiştir.^{41, 42} Yapılan bir çalışmada, cerrahi olarak çıkarılan ve periradiküler kist olarak teşhis edilen tedaviye dirençli bir lezyonun yapısını inceleyen araştırmacılar, lezyon içerisinde herhangi bir mikroorganizma tespit edemediklerini ve kist epitelinin çevresindeki bağ dokusunda çok sayıda kolesterol kristali gözlediklerini rapor etmişlerdir.⁴¹ Kök kanal tedavisinden sonra periradiküler kistlerin çoğunun iyileştiği bilinmesine rağmen,⁴³ etrafı epitelle çevrelenmiş boşluklar içeren gerçek kistlerin iyileşmediği öne sürülmüştür.⁴¹ Bu durum, gerçek kistlerin, kök kanal sisteminde mikroorganizmaların var olup olmamasından bağımsız kendi yapılarını idame ettirdikleri teorisine dayandırılmaktadır.⁴⁰

2.2 Başarısız Kanal Tedavisi Olgularında Kök Kanalı Mikroflorası

Endodontik enfeksiyonlar birincil ya da ikincil enfeksiyon olarak ortaya çıkabilir.⁴⁴ Genel olarak, birincil enfeksiyon, mikroplar veya mikrobiyal yan ürünlerin

pulpaya invazyonu sonrasında, pulpa iltihabını ve kök kanal enfeksiyonunu içerir, sonuçta destekleyici dokuların enflamasyonuna, yani apikal periodontitise sebep olabilir.⁴⁴ İkincil enfeksiyon, kök kanal tedavisinden sonra ya da daha önce kök kanal tedavisi yapılmış olan dişlerde belirgin iyileşme sağlandıktan sonra tekrarlayan enfeksiyon olarak ortaya çıkabilir.^{44, 45}

Kök kanalının bakteriyel mikroflorası başlangıçta polimikrobiyaldir ve flora zorunlu anaerob bakterilerin hakimiyetindedir.⁴⁶ Bu bakteriler ağırlıklı olarak Bacteroides, Propyromonas, Prevotella, Fusobacterium, Treponema, Peptostreptococcus, Eubacterium ve Camphylobacter türleridir.^{47, 48} Kök kanal sistemindeki bakteriyel flora hastalık ilerledikçe değişmektedir.⁴⁴ Bu tür değişiklikler, kök kanal tedavisi sırasında kök kanalları açıldığında ortaya çıkan oksijen basıncı, kök kanalında kullanılan irrigasyon solüsyonları ve medikamentler nedeniyle kanalı pH'ındaki değişikliklere bağlı olabilir. Bu genetik popülasyon farklılaşması fenotipik değişikliklerle sonuçlanır.⁴⁴

Kök kanallarında ve geri dönüşümsüz pulpa enflamasyonlarında, birden fazla çeşit mikroorganizmanın floraya hakim olduğu bildirilmiştir.⁴⁴ Enflamasyonlu pulpadan izole edilen bakteri türlerinin ağız florasına benzer olduğu ve gram pozitif kokların fazla miktarda bulunduğu bildirilmiştir.⁴⁹ Flare-up'a neden olan bakterilerin ise daha çok kronik apikal periodontitis ile ilişkili bakterilerle benzer bir bileşimi paylaştığı rapor edilmiştir.⁵⁰ Bununla birlikte, enfekte kök kanallarından izole edilen bakterilerin çeşitli invaziv enzimler ürettiği, ancak bu enzimlerin bir patojeniteye neden olup olmayacağı konusunda net bir bilginin mevcut olmadığı bildirilmiştir.⁴⁴

İkincil enfeksiyonların mikrobiyal fenotiplerinde birincil enfeksiyona kıyasla kesin bir zıtlık bulunmaktadır ve ikincil enfeksiyonlarda gram-pozitif bakteriler daha fazla baskındır.⁵¹ Çalışmalar, daha önce kök kanal tedavisi yapılmış olan dişlerde Enterococcus, Streptococcus, Lactobacillus, Actinomyces ve Candida gibi bazı türlerin yaygınlığını göstermiştir.^{52, 53} Özellikle, inatçı apikal periodontitise sahip olan dişlerde yüksek oranda Enterococcus faecalis saptanmıştır.⁵²

Kronik apikal periodontitisli dişlerde ve kök kanal tedavisi başarısız olan dişlerin kök yüzeylerinde büyük biofilm tabakalarının olduğu bilinmektedir.⁵⁴ Biyofilm olarak organize olan bakteriler nekrotik pulpanın erişilemeyen alanlarında, kök yüzeylerinde ve semental lakunalarda görülmektedir.⁵⁴ Biyofilm içindeki bakteri

hücrelerinin birbirlerine yakın olması nedeniyle, DNA değişimi kolayca gerçekleşebilmekte ve bir bakteri diğerine antibiyotik direncini hızla aktarabilmektedir.⁵⁵ Bununla birlikte, biyofilmin yapısı yerleşik bakterilere bağışıklık savunmalarından koruma sağlayabilmektedir.⁵⁴ Biyofilmin bu özellikleri, bazı endodontik enfeksiyonların kronik doğasını ve direncini açıklamaya yardımcı olur.⁵⁵ Bu nedenle ikincil enfeksiyonlarda bulunan mikrobik floradaki mikroorganizmalar, tipik olarak, geniş bir pH aralığı ve sınırlı besin koşullarında bile hayatta kalabilmektedir.⁴⁴

2.3 Kök Kanallarının Dezenfeksiyonu

2.3.1 Smear Tabakası

Kök kanallarının preparasyonu sırasında, mineralize kollajen matriks parçacıklarının yüzeye yayılmasıyla oluşan tabakaya smear tabakası adı verilir.⁵⁶ Smear tabakası, ilk olarak Eick ve ark. tarafından 1970 yılında taramalı elektron mikroskopuna (SEM) eklenmiş bir elektron mikroprobu kullanılarak tanımlanmıştır.⁵⁷ Smear tabakası, bakteri ve bakteri yan ürünlerini içeren organik ve inorganik yapı içeriğine sahiptir.⁵⁶ Taramalı elektron mikroskopu ile bakıldığında, smear tabakası genellikle amorf, düzensiz ve granüler bir görünümündedir.⁵⁸ Smear tabakasının görünümünün, tedavi sırasında dentin duvarlarının yüzeysel bileşenlerinin yer değiştirmesi ile oluştuğu düşünülmektedir.⁵⁹

Smear tabakasının kök kanallarından kaldırılıp kaldırılmaması konusunda tam bir fikir birliğine varılamamıştır.⁵⁶ Smear tabakasının kaldırılmamasının dentin tübüllerini bloke edebileceğini ve dentin geçirgenliğini değiştirerek bakteri veya bakteritoksinlerinin penetrasyonunu sınırlayabileceğini öne süren çalışmalar mevcuttur.^{60, 61} Farklı çalışmalar, gevşek yapışkan bir yapı olan smear tabakasının kök kanal duvarının yüzeyinden tamamen çıkarılması gerektiğini, bakteri barındıran bu tabakanın bakterilerin sızıntısına neden olabileceğini rapor etmişlerdir.⁶²⁻⁶⁴ Ayrıca smear tabakasının çıkarılmaması irrigasyon solüsyonlarının ve medikamentlerin dentin tübüllerine penetrasyonunu önleyerek, dentin tübüllerinin etkili dezenfeksiyonunu sınırlayabileceği rapor edilmiştir.⁵⁶ Çalışmalardan elde edilen veriler, kök kanal dolum

materyallerinin, kanal duvarlarına daha iyi adapte olması için smear tabakasının kaldırılması gerektiğini göstermiştir.^{65, 66}

2.3.2 Kök Kanallarında İrrigasyonun Önemi

Kök kanal tedavisinde kullanılacak ideal irrigasyon solüsyonunun, geniş antimikrobiyal spektruma sahip olması ve biyofilm içinde organize olmuş anaerobik ve fakültatif bakterilere karşı çok etkili olması istenmektedir.²¹ Bununla birlikte, nekrotik doku artıklarını çözme yeteneğine sahip olması, endotoksinleri inaktive edebilmesi ve kök kanallarının enstrumantasyonu sonrası smear tabakasını kök kanallarından çıkarabilmesi gerekmektedir.¹¹ Periodontal dokulara zarar vermemeli, sistemik olarak toksik olmamalı ve anafilaktik reaksiyon oluşturma potansiyeli bulunmamalıdır.^{11, 67}

İrrigasyon solüsyonları, enfekte materyali, yumuşak ve sert doku artıklarını, fiziksel ve kimyasal olarak kök kanalından uzaklaştırarak, bakterilerin dentin duvarında tutunma yeteneğini azaltıp, kök kanalında antimikrobiyal etki sağlar.¹¹ Kanal eğelerinin lubrikasyonla çalışmalarını kolaylaştırıp, işlemsel komplikasyonların azalmasını sağlar ve eğelerin kesme etkinliğini artırır.⁶⁸ Kök kanalında kullanılan antiseptik pansumanların etkinliklerini artırır ve bazı solüsyonlar smear tabakasını uzaklaştırarak dezenfektanların dentin tübülleri içerisine yayılımlarını kolaylaştırıp kök kanal dolgusunun adezyonunun artırılmasını sağlar.⁶⁹

Kök kanal tedavisi sırasında irrigasyon amacıyla pek çok solüsyon kullanılmıştır. Ancak bu solüsyonlardan hiçbiri istenen özelliklerin tümünü sağlayamamaktadır bu nedenle farklı irrigasyon solüsyonlarının kök kanal tedavisinde kombine olarak kullanımı önerilmektedir.⁶⁷

Kök kanal sisteminin karmaşık anatomisi nedeniyle, nekrotik dişlerde ve başarısız kök kanal tedavisi yapılmış olan dişlerde antisepsiye sağlamak hem teknik hem de mikrobiyolojik açıdan vital dişlere yapılan kök kanal tedavilerine göre daha zordur.¹¹ Nekrotik dişlerde ve kök kanal tedavileri başarısız olan dişlerde bakteriler kökün apikal üçlüsünde daha fazla bulunmaktadırlar.⁷⁰ Nonmutans Streptokok, Laktobasil ve Enterokoklar gibi fakültatif dirençli bakterilerin kök kanallarında bulunması önceden yapılmış kök kanal tedavilerinin başarısızlığına sebep olmakta ve

kök kanallarında antiseptinin sağlanmasını zorlaştırmaktadır.⁴⁶ İrrigasyonun etkili bir şekilde yapılması, antimikrobiyal ajanların kök kanal sisteminin ulaşılmayan bölgelerine ulaşmasını, dentin dokusuna nüfuz etmesini, biyofilmleri ve smear tabakasını kaldırıp kök kanallarında kimyasal dezenfeksiyonun elde edilmesini sağlayabilir.^{71, 72}

2.3.3 Kök Kanal Tedavisinde Kullanılan İrrigasyon Solüsyonları

2.3.3.1 Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Sodyum Hipoklorit (NaOCl)'nin tıp ve diş hekimliğinde geçmiş zamanlardan beri geniş bir kullanım alanı vardır. ⁶⁸ Birinci Dünya Savaşı sırasında kimyager Henry Drysdale Dakin ve cerrah Alexis Carrel, enfekte yaraların irrigasyonunda tamponlu % 0.5 NaOCl solüsyonunu kullanmışlardır.⁷³

Sodyum hipoklorit'in geniş spektruma sahip bir antibakteriyel solüsyon olmasının yanı sıra, tüm mikroorganizmalarda spesifik olmayan etkin yapısı, nekrotik dokularda vital dokulara göre çok daha fazla doku çözücü özelliği ve spor ve virüslere karşı etkinliği, günümüzde de popülerliğini korumasının ana sebepleridir.¹¹ Ayrıca, NaOCl solüsyonlarının raf ömrünün uzun olması ile ucuz ve kolay bulunabilirliği günlük kullanımı açısından avantajlarındandır.⁷⁴

Kök kanallarında irrigasyon solüsyonu olarak NaOCl % 0.5, % 1, % 2.5, % 5 ve % 6 konsantrasyonlarda kullanılmaktadır.⁵⁴ Kompleks ve kapalı bir yapıya sahip kök kanal sisteminde NaOCl'nin daha yüksek konsantrasyonlarda kullanılması gerektiği düşünülmüştür.^{11, 75} Bazı in vitro çalışmalar, yüksek konsantrasyonlarda NaOCl'nin *E.faecalis* ve *Candida albicans*'a karşı daha etkili olduğunu göstermiştir.^{76, 77} Bununla birlikte, düşük ve yüksek konsantrasyonlarda, kök kanal sisteminden bakterilerin azaltılmasında eşit derecede etkili olduğunu gösteren klinik çalışmalar da mevcuttur.^{78, 79} Yüksek konsantrasyonlarda NaOCl'nin doku çözme kabiliyetinin arttığı,⁸⁰ ancak yüksek hacimlerde kullanıldığında daha düşük konsantrasyonlarda aynı etkiyi gösterebileceği rapor edilmiştir.^{81, 82} Sodyum hipoklorit solüsyonu toksisitesi göz önüne alınarak düşük konsantrasyonlarda kullanılacaksa, düşük konsantrasyonun

sınırlamalarını telafi etmek için, solüsyonun daha yüksek hacimde ve daha sık aralıklarla kullanılması tavsiye edilmektedir.⁸²

Sodyum hipoklorit gibi antimikrobiyal solüsyonların kök kanallarında etkinliklerini gösterebilmeleri için yeterli bir retansiyon süresine gereksinimleri vardır.⁵⁴ Sodyum hipoklorit'in dentin tübüllerine penetrasyonunu inceleyen bir çalışmada, aynı konsantrasyonda ve aynı sıcaklıkta NaOCl'nin penetrasyon derinliğinin, 2. dakikada 77 µm, 18.dakikada ise 185 µm olduğu rapor edilmiştir.⁸³

Sodyum hipoklorit'in doku çözücü ve antimikrobiyal kapasitesinden sorumlu olan klor kararsızdır ve doku çözünmesinin ilk aşamasında 2 dakika içinde hızla tükenmektedir,⁸¹ bu yüzden kök kanalları içerisinde irrigasyon solüsyonunun sürekli yenilenmesi gerekmektedir.¹¹

2.3.3.1.1 Sodyum Hipoklorit'in Etkinliğinin Artırılması

Sodyum hipoklorit'in etkinliğini arttırmak amacıyla, solüsyonun pH'sını, sıcaklığını, kök kanallarındaki retansiyon süresini arttırmakla beraber, solüsyonun sonik ya da ultrasonik sistemlerle aktive edilmesi önerilmektedir.⁸⁴ Sodyum hipoklorit solüsyonunun farklı sıcaklıklarda (22 °C, 37 °C) doku çözme yeteneğinin araştırıldığı bir çalışmada, sıcaklık artışı ile NaOCl solüsyonunun doku çözme yeteneğinin arttığı rapor edilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada, 37 °C'ye kadar ısıtılmış % 2.6 konsantrasyona sahip NaOCl solüsyonunun kollajen doku çözme yeteneğinin, hem 22 °C'de hem de 37 °C'de bulunan % 5.25'lik bir NaOCl solüsyonu kadar etkili olduğu bildirilmiştir.⁸⁵

Sodyum hipoklorit solüsyonunun farklı sıcaklıklarda (20 °C, 37°C ve 50 °C) ve konsantrasyonlarda (% 2.6, % 5.25) antimikrobiyal etkinliğinin değerlendirildiği bir çalışmada, araştırmacılar her iki konsantrasyonda da bakteri kültürünün 37 °C'de yok edilmesinin daha az zaman aldığını bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar bu çalışma da NaOCl'nin sıcaklığının 50 °C'ye yükseltilmesinin kök kanalının daha temiz hale getirilmesini sağlamadığı, bununla birlikte, daha yüksek sıcaklıkta, kök kanal duvarında ince, daha az organize olmuş ve daha az yapışkan bir smear tabakası gözlemlediklerini rapor etmişlerdir.⁸⁶ Sodyum hipoklorit solüsyonunun sıcaklığının arttırılmasıyla bakterilerin daha etkili bir şekilde ortadan kaldırıldığı, ancak sıcaklığın arttırılmasının

periodontal ligament hücreleri üzerinde zararlı etkileri olabileceği ve NaOCl solüsyonunun sıcaklığının vücut sıcaklığının birkaç derece üzerine çıkarılmaması gerektiği bildirilmiştir.⁸⁷

Sodyum hipoklorit'in kök kanallarındaki yumuşak dokuları çözme kabiliyetinin konsantrasyon, sıcaklık artışı ve aktivasyon kullanımı ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, NaOCl'nin konsantrasyonunun arttırılmasının, solüsyonun doku çözme etkisini doğru orantılı bir şekilde artırdığı rapor edilmiştir.⁸⁸ Ayrıca sabit konsantrasyonda aktivasyon kullanımının sıcaklık artışına göre daha etkili olduğu gözlenmiştir.⁸⁸

Sodyum hipoklorit'in biyofilmler üzerinde etkisini taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanarak inceleyen bir çalışmada, araştırmacılar % 1 ve % 3 konsantrasyona sahip NaOCl'nin kök kanalından bakterileri fiziksel olarak uzaklaştırdığını, ancak dentin tübüllerinde bulunan bakteriler nedeniyle mikrobiyolojik kültür testlerinin pozitif sonuç verdiğini rapor etmişlerdir. Çalışmada, % 6 konsantrasyona sahip NaOCl'nin biyofilmi fiziksel olarak ortadan kaldıracak ve kök kanalı içerisindeki bakterileri tamamen uzaklaştırabilen tek konsantrasyon düzeyi olduğu belirtilmiştir.⁸⁹

2.3.3.2 Klorheksidin (CHX)

Klorheksidin (CHX), 1940'lı yılların sonlarında Imperial Chemical Industries Ltd.'nin (Macclesfield, İngiltere) araştırma laboratuvarlarında geliştirilmiştir.¹¹ Klorheksidin diglukonat, mükemmel antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle kökkanallarının dezenfeksiyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır.⁸⁹ Klorheksidin, gram- pozitif ve gram-negatif bakterilere ve mayalara karşı etkili olan geniş spektrumlu bir antimikrobiyal maddedir.⁵⁴ Klorheksidin'in doku çözücü özelliği bulunmamaktadır.¹¹

Klorheksidin, bakterilerin hücre zarında bulunan fosfolipidler ve lipopolisakkaritlerle etkileşime girerek aktif veya pasif taşıma mekanizmasıyla hücre içine penetre olabilen, pozitif yüklü hidrofobik ve lipofilik bir moleküldür.⁹⁰ Klorheksidin, düşük konsantrasyonlarda (% 0.2) bakteri hücre zarında bulunan düşük molekül ağırlığa sahip potasyum ve fosfor gibi mineralleri hücre dışına sızdırarak bakteriyostatik etki, yüksek konsantrasyonlarda ise (% 2) bakteri sitoplazmasının

çökmesini sağlayarak bakterisit etki göstermektedir.⁹¹ Klorheksidin, kök kanal tedavisinde sıvı veya jel formunda kullanılmaktadır.⁶⁸

Klorheksidin ile ilgili olarak yapılmış bir in vitro çalışmada, CHX'in Ca(OH)_2 'e göre daha iyi bir antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.⁹² Bir başka çalışmada, % 2 konsantrasyona sahip CHX'in *E.faecalis* biyofilminin ortadankaldırılmasında çok etkili olduğu rapor edilmiştir.⁹³ Enfekte olmuş kök kanallarında % 2 CHX ve % 5,25 konsantrasyona sahip NaOCl'nin antimikrobiyal aktivitesinin değerlendirildiği bir çalışmada, her iki irrigasyon solüsyonunun da bakteri sayısını azaltmada benzer etkiye sahip oldukları belirtilmiştir.⁹⁴ Enfekte olmuş kök kanallarının tedavisi sırasında % 2.5 NaOCl ve % 0.12 CHX solüsyonunun antibakteriyel etkinliği arasında anlamlı bir fark görülmediği bildirilmiştir.⁹⁵ Apikal periodontitisli dişlerde, % 2 konsantrasyona sahip CHX jelin ve % 2.5 konsantrasyondaki NaOCl'nin antibakteriyel etkisinin bakteriyel azalım gerçek zamanlı kantitatif-polimeraz zincirreaksiyonu (RTQ-PCR) ve koloni oluşturan birimler (CFU) kullanılarak karşılaştırıldığı bir çalışmada, her iki kültür tekniğinde de, NaOCl grubundaki bakteriyel azalımın CHX grubundan önemli ölçüde daha fazla olduğu rapor edilmiştir.⁹⁶

Klorheksidin'in önemli avantajlarından biri kök kanalı içerisinde etkisinin uzun süre devam etmesidir.⁵⁴ Klorheksidin tarafından salınan pozitif yüklü iyonlar, dentine penetre olabilir ve solüsyon dentin yüzeyinde mikrobiyal kolonizasyonu uzun bir süre önleyebilir.⁹⁰ Yapılan bir çalışmada % 2 CHX solüsyonunun antimikrobiyal etkisi değerlendirilmiş ve bu etkinin 72 saat sürdüğü bildirilmiştir.⁹⁷ Farklı bir çalışmada % 2 konsantrasyona sahip CHX solüsyonunun kök kanallarına 10 dakika uygulanması sonrası, solüsyonun kök kanal dentininde 12 haftaya kadar antimikrobiyal etkisini devam ettirebildiğini bildirmiştir.⁹⁸ Klorheksidin'in kök kanallarındaki etki süresi, dentin ile reaksiyona giren solüsyonun molekül sayısına bağlı olarak değiştiği rapor edilmiştir.¹⁵

Klorheksidin final irrigasyonda yararlı olmasına rağmen, nekrotik doku kalıntılarını çözmemesi ve gram-pozitif bakterilere göre gram-negatif bakteriler üzerinde daha az etkili olması nedeniyle, rutin kök kanal tedavilerinde ana irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmamaktadır.^{11, 54}

2.3.3.3 Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA)

Etilen diamin tetra asetik asit ilk olarak 1935 yılında, etilendiamin ve kloroasetik asitin bileşimiyle hazırlayan Ferdinand Munz tarafından tanımlanmıştır.⁵⁴ Etilen diamin tetra asetik asit , smear tabakasının inorganik kısmını şelatlayabilmesi ve çıkarabilmesi nedeniyle kök kanal tedavisinde irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmaktadır.¹¹ Günümüzde EDTA, esas olarak etilendiamin (1,2-diaminoetan), formaldehit (metanal) ve sodyum siyanürden sentezlenmektedir.⁶⁸ Etilen diamin tetra asetik asit'in bir şelasyon ajanı olarak önemi +2 değerlikli kalsiyum (Ca) ve +3 değerlikli demir (Fe) gibi dikatyonik ve trikatyonik metal iyonlarını "tutma" kabiliyetinden kaynaklanmaktadır.⁵⁴ Etilen diamin tetra asetik asit , metal iyonları ile bağlandıktan sonra, metal iyonları solüsyon içerisinde kalır ve EDTA kendi etkisini sınırlar.⁹⁹

Etilen diamin tetra asetik asit'in smear tabakasını uzaklaştırma miktarı, pH'ya ve dentinle temasta kalma süresine bağlıdır.¹⁰⁰ Etilen diamin tetra asetik asit'in nötr ya da düşük pH'ta smear tabakasını daha iyi çıkarabildiği gösterilmiştir.¹⁰¹ Yüksek pH, hidroksil iyonlarının fazlalığına bağlı olarak, hidroksiapatit kristallerinin ayrışmasını önemli ölçüde azaltır ve EDTA'nın şelatlayabileceği serbest kalsiyum iyonlarının sayısını sınırlayarak, EDTA'nın demineralizasyon etkinliğini önemli ölçüde inhibe eder ve azaltır.¹⁰²

Kök kanallarının debridmanı irrigasyon solüsyonları ile sağlanırken, aynı zamanda irrigasyon solüsyonlarının dentinin kompozisyonunu olumsuz bir şekilde etkilememesi de önemlidir.¹⁴ Birçok çalışma mineral kaybı, dentin sertliğinin değişmesi ve kök kanal duvarlarının temizliğinin, EDTA'nın dentinle temas süresine bağlı olduğunu doğrulamıştır.^{14, 69} Yapılan bir çalışmada 10 ml EDTA'nın 1 dk'lık uygulamasının smear tabakasının uzaklaştırılmasında yeterli olduğu belirlenmiştir.¹⁰³ Etilen diamin tetra asetik asit'in uygulama süresinin kök dentinine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, EDTA'nın kök kanallarına 10 dakika boyunca uygulanması sonrasında peritübüler ve intertübüler dentinde erozyon gözlemlendiği rapor edilmiştir.¹⁰⁴ Etilen diamin tetra asetik asit gibi güçlü şelatörlere uzun süre maruz kalmanın kök dentini zayıflatabileceği ve uygulama süresinin kısa tutulması gerektiği belirtilmiştir.¹⁰⁴

Etilen diamin tetra asetik asit'in, *E.faecalis*'e karşı etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada, planktonik bakterilere karşı antimikrobiyal etki göstermediği, ancak bakterilerin büyüme ve membran stabilitesi için gerekli olan iki değerlikli katyonları Ca^{+2} ve Mg^{+2} 'yi şelatlayarak antimikrobiyal aktivite gösterebileceği belirtilmiştir.¹⁰⁵ Etilen diamin tetra asetik asit'in biyofilmlere karşı etkisinin incelendiği bir araştırmada, EDTA'nın hücre dışı polisakkarit (EPS) üretimini azaltarak, bakteriyel hücrelerin biyofilm'den ayrılmasını artırarak anti-biyofilm aktivitesi gösterdiği rapor edilmiştir.¹⁰⁶ Farklı bir çalışmada, EDTA'nın, *E.faecalis* tarafından oluşturulmuş biyofilmlerin yapısını bozarak antimikrobiyal aktiviteyi sağladığı rapor edilmiştir.¹⁰⁷

Kök kanallarının irrigasyonu esnasında, NaOCl ve EDTA'nın birlikte kullanılması kimyasal bir etkileşim ile ekzotermik bir reaksiyon oluşturmaktadır.¹⁰⁸ Sodyum hipoklorit'in EDTA ile karıştırılarak yapılmış bir çalışmada, NaOCl'nin içeriğinde bulunan klor (Cl) iyonlarının % 80 oranında azaldığı gösterilmiştir.¹⁰¹ Etilen diamin tetra asetik asit'in antimikrobiyal etkisi ile ilgili yapılmış bir çalışmada, EDTA ve NaOCl'nin birlikte kullanımının, NaOCl'nin yalnız kullanımından daha fazla antimikrobiyal etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir.¹⁰⁹ Etilen diamin tetra asetik asit'in antiseptik kapasitesi nispeten sınırlı olmasına rağmen, bir irrigasyon solüsyonu olarak biyofilmlere karşı olan etkinlikleri, EDTA'nın kanaliçi mikrobiyal florayı azaltmada salinden çok daha üstün olduğunu göstermektedir.¹¹⁰

2.3.3.4 Etidronik Asit (HEBP)

Etidronik asit veya etidronat olarak da bilinen 1-hidroksietiliden-l, l-bisfosfonat (HEBP), zayıf bir şelasyon ajanıdır.¹¹¹ Sistemik uygulamada, ticari olarak Didronel (Norwich Pharmaceuticals, Inc. North Norwich, NY)¹¹² ismi ile piyasada bulunmaktadır ve Paget hastalığının ve kemik hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır.¹¹³ Etidronik asit, kalsiyum hipoklorit ile uyumluluğundan dolayı havuz suyu dezenfeksiyonunda kullanılır ve suda inorganik bileşenlerden kaynaklanan lekeleri önler.¹¹² Aynı zamanda gıda dezenfeksiyonunda, sabun ve kişisel bakım ürünlerinde kullanılan azot içermeyen bir bifosfanattır.^{114, 115} Etidronik asit bir şelasyon ajanı olarak, kök kanal tedavisinde kullanımı için 2005 yılında piyasaya sürülmüştür.¹⁷

Etidronik asit, zayıf bir şelasyon ajanı olduğundan çok ciddi boyutlarda dentin demineralizasyonuna neden olmayacağı ve EDTA'ya göre Ca/P oranında daha az değişikliğe sebep olacağı rapor edilmiştir.¹¹⁶ Şelasyon ajanı olarak kullanılan HEBP'nin irrigasyon protokolleri sırasında dentinin mikrosertliğinde düşüşlere neden olduğu bildirilmiştir.¹⁴ Ancak yapılan çalışmalar HEBP'nin, dentin içerisinde diğer şelasyon ajanlarından daha az agresif olduğu ve zayıf bir kalsiyum bağlayıcı ajan olduğunu bildirmiştir.^{17, 116} Etilen diamin tetra asetik asit, sitrik asit ve HEBP'nin kalsiyumu şelatlama kapasitelerinin değerlendirildiği bir çalışmada, HEBP'nin EDTA'ya göre 3 kat, Sitrik aside göre 5 kat daha az kalsiyumu şelatladığı rapor edilmiştir.¹⁷

Kök kanallarının preparasyonu esnasında “sürekli şelasyon” kavramı, son yıllarda endodontik araştırmalarda ivme kazanmıştır.^{117, 118} Etidronik asit'in NaOCl ile uyumluluğuna bağlı olarak, kemomekanik kök kanal preparasyonu sırasında NaOCl/HEBP kombinasyonunu kullanmanın avantajlı olabileceği düşüncesiyle çalışmalar yapılmıştır.^{17, 119} Sürekli şelasyon amacıyla kullanılan NaOCl/HEBP kombinasyonunun temel klinik avantajları, zamandan tasarruf ettiren bir uygulama olması,¹²⁰ sadece NaOCl solüsyonu kullanımına göre smear tabakasının oluşumunu önleyebilmesi,¹¹⁹ kök kanal enstrümantasyonu sırasında sert doku birikintilerini azaltabilmesi ¹¹² ve döner aletler üzerindeki torsiyonel yükün azaltılması olarak sıralanabilir.¹²¹ Çalışmalar, bu kombine solüsyon konseptinin, çeşitli tipteki kök kanal patlarının kök dentinine adezyonu konusunda olumlu etkileri olabileceğini göstermiştir.^{116, 118, 122} Yapılan bir çalışmada kök kanallarında NaOCl/HEBP kombinasyonunun kullanımı sonrası, Resilon / Epiphany kök kanal dolgusunun dentine bağlanma mukavemeti araştırılmış ve en yüksek bağlanma dayanımının NaOCl/HEBP kombinasyonu kullanılan gruplarda olduğu rapor edilmiştir.¹¹⁶ Yapılan bir çalışmada, HEBP'nin TGF- β salımı üzerinde etkili bir şelasyon ajanı olduğunu ve hücre migrasyonunun EDTA kadar etkili olduğunu bildirilmiştir.¹²³

Etidronik asit'in NaOCl ile yavaş reaksiyona girdiği, NaOCl çözeltisi içerisinde kolayca çözülebildiği ve yaklaşık 1 saat boyunca NaOCl/HEBP kombinasyonunun stabil kalabileceğini bildirilmiştir.^{124, 125} Bu mevcut kombinasyonda serbest klora bağlı olan, NaOCl'nin proteolitik ve antibakteriyel etkilerinin korunabileceği belirtilmiş¹⁹ ve HEBP'nin smear tabakası üzerindeki etkisi sayesinde, enfekte olmuş kök kanallarında ve dentin tübüllerinde NaOCl'nin dezenfeksiyon etkinliğini artırabileceği rapor

edilmiştir.^{126, 127} Sodyum hipoklorit ve NaOCl/HEBP kombinasyonunun antibakteriyel özelliklerinin karşılaştırıldığı bir klinik çalışmada, irrigasyon solüsyonu olarak sadece NaOCl'nin kullanıldığı grupta % 40 negatif bakteri kültürü saptanmışken, NaOCl/HEBP kombinasyonunun kullanıldığı grupta ise % 50 negatif bakteri kültürü tespit edilmiştir.¹²⁰

Sodyum hipoklorit, EDTA ve NaOCl/HEBP kombinasyonunun yüzey gerilimi ve buna bağlı antimikrobiyal etkilerinin konfokal lazer mikroskop (CLSM) ile değerlendirildiği bir çalışmada, en yüksek yüzey gerilimine sahip solüsyonun NaOCl/HEBP kombinasyonunun olduğu belirtilmiştir.¹²⁸ Araştırmacılar, NaOCl/HEBP grubunun, NaOCl+EDTA sıralı kullanımına göre daha fazla bakteri eliminasyonu sağladığı ve hipertonic tuz çözeltilerinin biyofilm matrikslerinin kohezyonunu azaltarak kök kanallarında bulunan bakteriyel hücrelerin ölümüne neden olduğunu bildirmişlerdir.^{107, 128, 129}

Kök kanal tedavisinde final irrigasyon esnasında kullanılan son irrigasyon solüsyonunun dentine absorpsiyonunun değerlendirildiği bir çalışmada, son irrigasyon solüsyonu olarak CHX ya da NaOCl/HEBP kombinasyonu kullanıldığında, E.faecalisin dentin tübüllerine adezyonunun zorlaştığı, bununla birlikte NaOCl/HEBP kombinasyonunun kullanıldığı grupta Candida albicans'ın dentin tübüllerine adezyonunun kolaylaştığı rapor edilmiştir.¹²

2.3.4 İrrigasyon Solüsyonları Uygulama Yöntemleri

2.3.4.1 Konvansiyonel Şırınga ile İrrigasyon

Konvansiyonel şırınga ile irrigasyon, pasif ultrasonik aktivasyonun ortaya çıkmasından önce etkili bir irrigasyon uygulama yöntemi olarak savunulmuştur.¹³⁰ Bu teknik hala hem pratisyenler hem de endodontistler tarafından geniş ölçüde kabul görmektedir. Teknik, irrigasyon solüsyonunun değişik büyüklükteki iğneler ya da kanüller yoluyla kanal içerisine ulaştırılmasını ve iğnenin kanal boşluğunda yukarı ve aşağı yönde hareket ettirilerek uygulanmasını içermektedir.²⁰ Bu iğnelerden bazıları, uç kısımlarından irrigasyon solüsyonunu kök kanalına ulaştırırken, diğerleri kapalı uçlu,

yandan oluşturulmuş boşluklar yoluyla irrigasyon solüsyonunu kök kanalına iletecek şekilde tasarlanmıştır.¹³¹

Kapalı uca sahip yandan açılı iğneler irrigasyon solüsyonunun hidrodinamik aktivasyonunu geliştirmek ve irrigasyon solüsyonunun apikal ekstrüzyonunu engellemek için önerilmiştir.¹³² İrrigasyon sırasında iğnenin kanal içinde gevşek kalmasına özen gösterilmelidir. Bu şekilde, irrigasyon solüsyonunun koronale doğru geri akışına izin verilerek solüsyonunun periapikal dokulara ekspresyonu önlenabilir ve daha fazla debrisin koronal olarak yer değiştirmesi sağlanabilir.²⁰

Konvansiyonel şırınga irrigasyonunun avantajlarından biri, kanal içindeki iğnenin penetrasyon derinliğinin ve kanal boyunca verilen irrigantın hacminin kolayca kontrolünün sağlanabilmesidir.¹³⁰ Bununla birlikte aktive edilmeden, konvansiyonel şırınga irrigasyonu ile yapılan mekanik yıkama hareketinin zayıf olmasından kaynaklı olarak, erişilemeyen kanal düzensizliklerinde debris ve mikroorganizmaların bulunma olasılığı, istenen kanal dezenfeksiyonunun oluşmamasına neden olmaktadır.¹³³ Konvansiyonel şırınga irrigasyonu kullanıldığında, irrigasyon solüsyonunun iğnenin ucundan sadece 1 mm daha ileriye ulaştığı belirlenmiştir.²⁰ Bu durum irrigasyon solüsyonunun penetrasyon derinliğini ve dentin tübüllerini dezenfekte etme yeteneğini sınırlandırmaktadır.^{20, 134}

Konvansiyonel şırınga irrigasyonu kullanılarak dönüşümlü olarak uygulanan EDTA ve NaOCl'nin etkinliğinin değerlendirildiği bir çalışmada, solüsyonların debridman özelliklerinin kanalların koronal üçlüsünde yeterli olduğu ancak apikal üçlüde daha az etkili olduğu bildirilmiştir.¹⁰² Etilen diamin tetra asetik asit ve NaOCl'nin, yandan açılı irrigasyon iğneleri ile kök kanallarına uygulanması sonrası apikal bölgede yeterli düzeyde smear tabakasının kaldırılamadığı belirtilmiştir.¹³⁵

İrrigasyon solüsyonlarının uygulama tekniklerini değerlendirirken, göz önünde bulundurulması gereken önemli faktörlerden biri, NaOCl'nin organik olarak amonyum ve karbon dioksit (CO_2) ayrışması ile oluşan gaz baloncuklarının meydana getirdiği apikal buhar kilidinin (vapor-lock) varlığıdır.²¹ Yapılan bir çalışmada konvansiyonel şırınga irrigasyonu kullanıldığında, apikal vapor-lock varlığının kök kanalının debridmanını olumsuz etkilediği rapor edilmiştir.¹³⁶ Konvansiyonel şırınga ile yapılan irrigasyonda, sıvı akış hızının kontrol edilme gücüne bağlı olarak irrigasyon solüsyonlarının apikal foramenden taşarak periapikal dokularda yaratacağı sitotoksik

etkileri minimize etmek ve genişletilmiş kök kanallarının etkili bir şekilde debridmanını sağlamak için irrigasyon aktivasyon sistemleri geliştirilerek kök kanal tedavisinde, irrigasyonun sürekli ve daha etkin yapılabilmesi amaçlanmıştır.¹³⁷

İrrigasyon aktivasyon sistemlerinin yüksek aktivasyon frekansları irrigasyon solüsyonunun daha yüksek akış hızına neden olabilir ve sonuç olarak debrisin çıkarılmasını sağlar.¹³⁸ İrrigasyon aktivasyon sistemleri kök kanallarında, akustik mikroakış ve kavitasyon meydana getirerek biyofilmlerin yapısının bozulmasını, irrigasyon solüsyonlarının dentin tübüllerine penetrasyonunu, buhar kilidinin çıkarılmasını ve kök kanallarında gelişmiş debridmanı sağlar.¹³⁹ Kullanılan bu sistem ve yöntemler manuel aktivasyon teknikleri ve cihazlar ile yapılan teknikler şeklinde sınıflandırılabilir.²⁰

2.3.4.2 Sonik Aktivasyon

Tronstad ve arkadaşları, 1985 yılında endodontide sonik cihaz kullanımını bildiren ilk araştırmacılarıdır.¹⁴⁰ Sonik irrigasyon cihazları 1-6 kHz'lik frekansla dönme hareketi yapmaksızın yatay yönde ve aşağı yukarı yönde titreşim yaparak çalışmaktadır.¹⁴¹ Sinüzoidal ve salınma hareketleri ile gönderilen titreşim enerjisi, enstrümanlara transfer edilmektedir.¹⁴² Cihazın çalışmasıyla birlikte, yukarı ve aşağı yönde hareket ettirmekle sinerjik olarak güçlü bir hidrodinamik fenomen üretilir.²⁰

Kök kanalları içerisinde sonik aktivasyon kullanımının kök kanallarını dezenfekte etmek için etkili bir yöntem olduğu gösterilmiştir.¹⁴³⁻¹⁴⁵ EndoActivator Sistemi (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) bir sonik irrigasyon aktivasyon sistemidir.¹⁴⁶ EndoAktivatör (EA) taşınabilir bir cihaz ve farklı boyutlarda 3 tip tek kullanımlık polimer uçtan oluşmaktadır. EndoAktivatör'ün uç boyutları, sarı renk (15/02), kırmızı renk (25/04), mavi renk ise (35/04) boyutlarındadır. Bu uçların güçlü ve esnek olduğu, kolayca kırılmadığı ve dentini kesme etkinliklerinin olmadığı bildirilmiştir.²⁰ EndoAktivatör sisteminde kullanılan polimer uçların olası bir dezavantajı, radyolüsent olmaları ve kırılmaları halinde kök kanallarında tespitinin zor olmasıdır.²⁰ EndoAktivatör sisteminin, bir irrigasyon solüsyonunun kök kanal sisteminin tüm alanlarına daha derin nüfuz etmesini sağladığı, lateral kanallardaki

debrisi etkili bir şekilde temizlediği, smear tabakasını ortadan kaldırdığı ve simüle edilmiş biyofilm yığınlarını yerinden çıkarttığı bildirilmiştir.¹⁴⁴

Konvansiyonel şırınga irrigasyonu, EA ve diyet lazerin (Helbo, Bredent, Senden, Almanya) antimikrobiyal etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, EA sisteminin koloni oluşturan birimlerin (CFU) azaltılmasında, diyet lazere ve konvansiyonel şırınga irrigasyonuna göre daha etkili oldukları rapor edilmiştir.¹⁴⁴

Konvansiyonel şırınga irrigasyonu EA, Endo Ultrasonik Aktivatör (Vista, Racine, Wisconsin, Amerika Birleşik Devletleri) ve EDDY (VDW, VDW, Münih, Almanya) kullanılarak dentin tübüllerinden bakterilerin uzaklaştırılması ile ilgili olarak yapılan bir çalışma da, aktivasyon sistemlerinin kullanıldığı gruplarda, konvansiyonel şırınga irrigasyonuna göre, kökün apikal, orta ve koronal bölümlerinde daha fazla ölü bakteri yüzdesinin olduğu rapor edilmiştir.¹⁴⁵

2.4 Çok Seanslı Tedavilerde Ca(OH)₂'nin Antimikrobiyal Etkisi

Diş hekimliğinde ilk olarak 1920 yılında Hermann tarafından tanıtılan Ca(OH)₂ pH değeri yaklaşık 12.5 olan güçlü bir alkali maddedir.¹⁴⁷ Sulu bir çözeltide Ca(OH)₂, kalsiyum ve hidroksil iyonlarına ayrışır.¹⁴⁸ Kalsiyum hidroksit, antimikrobiyal aktivite, doku çözme kabiliyeti, diş rezorpsiyonunun inhibisyonu, ve sert doku oluşumu ile onarımın uyarılması gibi çeşitli biyolojik özelliklere sahiptir.¹⁴⁹ Bu etkileri nedeniyle, Ca(OH)₂ çeşitli klinik olgularda kullanılabilir. Kanal içi medikament olarak kök kanal tedavisi sırasında en etkili antimikrobiyal maddelerden biri olarak kabul edilmektedir.¹⁴⁸

Kalsiyum hidroksit'in bakteriler üzerinde öldürücü etkiler gösterdiği birçok çalışma tarafından bildirilmiştir.^{148, 150} Kalsiyum hidroksit antimikrobiyal aktivitesini, çeşitli biyomoleküllerle reaksiyona giren, aşırı reaktivite gösteren ve yüksek oranda oksidan serbest radikali olan hidroksil iyonlarının ortamda salınması ile gerçekleştirmektedir.¹⁵¹ Hidroksil iyonlarının bakteri hücreleri üzerindeki öldürücü etkileri, protein denatürasyonu, DNA hasarı ve bakterilerin sitoplazmik membran bütünlüğünün bozulmasına bağlı olduğu rapor edilmiştir.¹⁴⁷ Kalsiyum hidroksit'in sahip

olduğu yüksek pH değeri sürdükçe kök kanallarında antimikrobiyal etkilerinin devam edeceği bildirilmiştir.¹⁴⁸

Kalsiyum hidroksit'in antimikrobiyal etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, Ca(OH)_2 'nin dentin tübüllerinden *E.faecalis*'in eliminasyonunda etkili olduğu belirtilmiştir.¹⁵² Farklı bir çalışmada, dişlerin kök kanallarına 1 hafta süresince Ca(OH)_2 medikamenti yerleştirilmiş ve test edilen dişlerin % 92,5'lik kısmında negatif bakteri kültürü rapor edilmiştir.¹⁵³

Kalsiyum hidroksit'in, tamponlama sistemleri (bikarbonat ve fosfat), asitler, proteinler ve karbon dioksitin etkisiyle hidroksil konsantrasyonunun azalması halinde antimikrobiyal etkinliğinin azalabileceği rapor edilmiştir.¹⁴⁸ Ramifikasyonlarda, isthmuslarda ve düzensiz alanlarda kolonileşen mikroorganizmalar, pH nötralizasyonu nedeniyle Ca(OH)_2 'nin etkisinden korunmaktadır.¹⁵⁴

Belirli koşullarda, spesifik bakteri suşları dentin içindeki pH seviyelerine karşı dirençlidirler.¹⁴⁸ *E.coli*, *P.vulgaris*, *E.aerogenes* ve *P. aeruginosa* suşları pH 8 veya 9'da hayatta kalabilir.¹⁵⁵ Enterokoklar gibi bazı mikroorganizmalar 9 ila 11 arasında değişen çok yüksek pH değerlerini tolere ederler. Bu mikroorganizma türleri, genellikle ikincil enfeksiyonlara neden olan enfekte kök kanallarından izole edilmiştir.¹⁴⁸ Kalsiyum hidroksit'in ikincil enfeksiyonlara karşı etkinliğinin incelendiği bir çalışmada, Ca(OH)_2 'nin dentin tübüllerinde *E. faecalis*'e karşı herhangi bir antibakteriyel aktivite göstermediği ve ikincil enfeksiyonu önlemede başarısız olduğu¹⁵⁶ ve Ca(OH)_2 'nin fakültatif mikroorganizmalar tarafından enfekte edilmiş dentin tübüllerini dezenfekte etme süresinin 10 günden fazla olabileceği rapor edilmiştir.¹⁵⁷

Kalsiyum hidroksit medikamentinin, kök kanal sisteminde bulunan bakterilere karşı çeşitli mekanizmalarla antimikrobiyal etkilere sahip olduğu, ancak *E. faecalis* veya *C. albicans* gibi ikincil enfeksiyonlarda etkili olan spesifik bakterilere karşı daha az etkili olduğu rapor edilmiştir.¹⁵⁸

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın etik kurul raporu, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 11/04/2019 tarihli toplantısının 10 numaralı kararıyla onaylanmıştır. Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 19.U.011). Bu çalışmanın klinik aşamaları ve örneklerin alımı Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalında, örneklerin işleme konulması ve verilerin elde edilmesi Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1 Hasta Seçimi

Çalışmaya dahil edilen 40 gönüllü katılımcı, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Kliniği'ne başvuran hastalar arasından seçilmiştir. Çalışmaya dahil edilen hastaların, çalışmanın kriterlerine uygun birden fazla diş bulunduğu durumlarda, sadece bir diş çalışmada değerlendirilmiştir. Tüm tedaviler standardizasyon oluşturmak amacıyla tek bir hekim tarafından yapılmıştır. Çalışmaya dahil edilen hastalar aşağıda verilen kriterlere uygun olacak şekilde seçilmiştir.

3.1.1 Dahil Etme Kriterleri

3.1.1.1 Sistemik Kriterler

- 1- Sistemik hastalık hikayesinin bulunmaması (Diabet, Hamilelik, Kardiyovasküler hastalıklar, immünoşüpresif hastalıklar v.b)
- 2- Tüm ırklar ve cinsiyetler

3.1.1.2 Diş ve Çevre Dokulara Ait Kriterler

- 1- Daha önceden kanal tedavisi yapılmış Apikal Periodontitis tanısına sahip olan tek köklü ve tek kanallı mandibular premolar dişler,
- 2- Periapikal yıkımın radyografik olarak izlendiği dişler,
- 3- Daha önceden yapılmış kök kanal tedavisi üzerinden en az 2 yıl geçmiş olan dişler,
- 4- Apikalden en fazla 4 mm eksik kanal dolgusu yapılmış olan dişler,
- 5- Palpasyon ve perküsyonda ağrı olmayan semptomsuz dişler,
- 6- Koronal restorasyonu bulunan dişler,
- 7- Dişetleri sağlıklı ve mobilitesi bulunmayan dişler; çalışmaya dahil edilmiştir.

3.1.2 Hariç Tutma Kriterleri

3.1.2.1 Sistemik Kriterler

- 1- Son 3 ayda antibiyotik terapisi almış olan hastalar,
- 2- Diabet, hamilelik, immünosupresif ve kardiyovasküler hastalığı bulunan hastalar,
- 3- Yaşı 16'dan küçük ve 65'ten büyük olan hastalar

3.1.2.2 Diş ve Çevre Dokularına Ait Kriterler

- 1- 4 mm'den fazla olan periodontal cebe sahip olan dişler,
- 2- Rubber-dam ile izole edilemeyecek olan dişler,
- 3- Post-core restorasyonu yapılmış olan dişler,
- 4- Kron harabiyeti nedeniyle restorasyon yapılamayacak olan dişler,
- 5- Kök kanalında kalsifikasyon ve basamak oluşumu nedeniyle çalışma uzunluğuna erişilemeyen dişler; çalışma harici bırakılmıştır.

Kliniğimize başvuran ve çalışmamızın dahil etme kriterlerine uygun olan hastalara tedavi aşamaları ve çalışmayla ilişkili oluşabilecek komplikasyonlar açıklanmış ve her hastadan üçüncü bir kişinin gözetimi altında yazılı bilgilendirilmiş onam alınmıştır. Endodontik tedavi onam formu Ek-1’de, bilgilendirilmiş gönüllü olur formu Ek-2’de sunulmuştur. Çalışmaya dahil edilmesine karar verilen hastalar, bir bilgisayar yazılımı kullanılarak (www.random.org) final irrigasyon uygulamalarının farklılıklarına göre 4 farklı gruba ayrılmıştır.

3.2 Tedavi Öncesi Yapılan Hazırlıklar

Hastaların tedavi öncesinde 1 dakika boyunca % 0.12 CHX ile ağız çalkalaması sağlandıktan sonra, supragingival plaklar pomza ile giderilmiştir. Tedavi edilecek dişin rubber-dam ile izolasyonundan önce diş ve rubber-dam parçaları (klemp, örtü) % 3 Hidrojen Peroksit (H₂O₂) (Aromel, Konya, Türkiye) ve % 2.5 NaOCl (Microvem, İstanbul, Türkiye) ile dezenfekte edilmiştir. Klemp ve örtü, residüel NaOCI kalıntılarının giderilmesi için, % 10 sodyum tiyosülfat (Zag, İstanbul, Türkiye) ile 1 dk beklenerek nötralize edilmiştir. Tedavi esnasında kullanılacak tüm frezler, eğeler ve örnek almak için kullandığımız paper-pointler, otoklavlama işlemi öncesi farklı poşetlerde paketlenmiştir. Her hasta için ayrı olacak şekilde farklı poşetlerde steril edilmiş olan paper-pointler örnek alımından hemen önce steril poşetinden çıkarılmıştır. Çalışmamız sırasında her hastada steril frezler ve eğeler sadece bir kez kullanılmıştır.

3.3 Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi

Tedavi öncesi hastalara 40 mg artikain hidroklorid + 0.006 mg/ml epinefrin hidroklorid (Ultracaine DS Aventis Pharma, İstanbul, Türkiye) içeren anesteziik solüsyon uygulanmış ve steril edilmiş 12 numaralı siyah kuşak elmas fissür frezlerle kavite preparasyonu tamamlanmıştır.

Kavite preparasyonu bitirdikten sonra her hastada ilgili dişe dezenfekte edilmiş rubber-dam takılmış ve tüm uygulamalar rubber-dam ile yapılmıştır. Retreatment

eğeleri kullanılmadan önce kavite steril salin solüsyonu ile doldurulmuştur. Kök kanallarının irrigasyonu esnasında tüm tedavi prosedürleri boyunca, ucu kapalı yandan açılı irrigasyon iğneleri (NaviTip Ultradent, İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır.

Kök kanallarındaki gutta-perkalar, X-Smart Plus (Densplay Maillefer Ballaigues, İsviçre) endomotorun ucuna takılmış, D-Race (FKG Dentaire, La-Chaux-de Fonds İsviçre) sisteminin eğeleri olan DR1 (30/.10, 1000 rpm) ve DR2 (25/.04, 600 rpm) eğeleri ile kök kanallarından çıkarılmıştır. Koronal üçlüdeki gutta-perka DR1 eğeleri ile, orta ve apikal üçlüdeki gutta-perka DR2 eğeleri ile çıkarılmıştır. Kök kanal sistemi içerisinde kalan artık dolgu materyali varlığı radyografik olarak kontrol edilmiş ve kök kanalı içerisinde radyografik olarak materyal kalmadığı gözlemlendiğinde kök kanalları distile su ile irrig edilmiştir. Apex bulucu (Morita Root ZX, Tokyo, Japonya) yardımıyla 15 numaralı K (Denco, Shenzen, Çin Halk Cumhuriyeti) tipi bir ege ile çalışma boyu belirlenmiş ve çalışma boyu radyografilerle kontrol edilmiştir.

3.3.1 Birinci Örneğin (S1) Alınması

Tüm gruplarda, tedavi edilen dişin kök kanalı distile su ile doldurularak, çalışma uzunluğunda bir adet steril paper-point (Resiproc VDW, Münih, Almanya) kök kanalında 1 dk boyunca bekletilmiş (Şekil 3.1) ve bu işlem aynı çap ve taper'a sahip farklı paper-pointlerle üç kez ayrı ayrı tekrarlanarak kök kanalından 'birinci mikrobiyolojik örnek (S1)' alınmıştır. Her alınan örnek, fosfat tamponlu su (PBS) ile doldurulmuş eppendorf tüpünün içerisine yerleştirilmiş ve eppendorf tüpünün üzerine hastanın grubu ve sırası yazılmıştır.



Şekil 3.1. Mikrobiyolojik Örneğin Alınması

3.3.2 Kemomekanik Preparasyon

Kemomekanik preparasyon belirlenen çalışma uzunluğunda Resiproc R50 (Resiproc, VDW, Münih, Almanya) eğesi tarafından aynı seansta tamamlanmıştır. Kemomekanik preparasyon sırasında her 3 gagalama hareketi sonrası kanallara % 2.5 NaOCl ile irrigasyon yapılmış ve tüm gruplarda ilk randevuda kemomekanik preparasyon esnasında toplam 20 ml % 2.5 NaOCl kullanılmıştır.

3.3.3 Final İrrigasyon ve Aktivasyon Uygulaması ve İkinci Örneğin (S2) Alınması

Grup I---(n=10) (Konvansiyonel İğne İrrigasyonu) 1 ml % 17 EDTA 1 dk, 3 ml % 2.5 NaOCl 1 dk, 2 ml Chx 2 dk

Final irrigasyon uygulamasında, kök kanalı 1 ml % 17 EDTA (Microvem, İstanbul, Türkiye) ile irrig edilmiş, EDTA kök kanalında 1 dk bekletilmiş, ardından kök kanalı 2 ml distile su ile durulanmıştır. Daha sonra 3 ml % 2.5 NaOCl'nin 1 dk boyunca kök kanalında retansiyonu sağlandıktan sonra, 1 ml % 10 Sodyum tiyosülfat, NaOCl'nin kök kanalındaki etkisini nötralize etmek için kanalda 1 dk bekletilmiştir.

kök kanalına 5 ml distile su uygulandıktan sonra, ilk örnek alım sürecinde olduğu gibi 3 adet steril R50 paper-point ile 'ikinci mikrobiyolojik örnek (S2)' alınmıştır.

Grup II--- (n=10) (Konvansiyonel İğne İrrigasyonu) 4 ml % 2.5 NaOCl / % 9 HEBP 2 dk, 2 ml Chx 2 dk

Etidronik asit'in (DualRinse HEDP, Medcem, Viyana, Avusturya), 0.9 mg etidronik asit içeren her bir kapsülü, üreticinin talimatları doğrultusunda, kullanımından hemen önce 10 ml % 2.5 NaOCl içerisinde steril bir kaptan 1 dk boyunca karıştırılarak çözünmesi sağlanmıştır. Etidronik asit, hazırlandıktan sonra 4 ml % 2.5 NaOCl - % 9 HEBP solüsyonu kanala irrige edilip 2 dk boyunca solüsyonun kök kanalında retansiyonu sağlanmıştır. Kök kanalında 1 ml % 10 Sodyum tiyosülfat 1 dk bekletildikten sonra kök kanalına 5 ml distile su irrige edilmiş ve steril R50 paper- pointler ile 'ikinci mikrobiyolojik örnek (S2)' alınmıştır.

Grup III--- (n=10) (Sonik Aktivasyon) 1 ml %17 EDTA 1 dk, 3 ml % 2.5 NaOCl 1 dk, 2 ml. Chx 2 dk

Final irrigasyon uygulamasında, kök kanalı 1 ml %17 EDTA ile irrige edilmiş, EDTA kök kanalında 1 dk bekletilmiş, ardından kök kanalı 2 ml distile su ile durulanmıştır. 3 ml % 2.5 NaOCl'ye EA ile 1 dk boyunca sonik aktivasyon yapılmıştır. Kök kanalında 1 ml % 10 Sodyum tiyosülfat 1 dk bekletildikten sonra kök kanallarına 5 ml distile su irrige edilmiş ve steril R50 paper- pointler ile 'ikinci mikrobiyolojik örnek (S2)' alınmıştır.

Grup IV--- (n=10) (Sonik Aktivasyon) 4 ml % 2.5 NaOCl / % 9 HEBP 2 dk, 2 ml Chx 2 dk

Etidronik asit hazırlandıktan sonra 4 ml % 2.5 NaOCl - % 9 HEBP solüsyonu 1 dk süreyle kanalda bulundurulup 1 dk boyunca da EA ile sonik aktivasyon yapılmıştır. Kök kanalında 1 ml % 10 Sodyum tiyosülfat bekletildikten sonra kök kanalına 5 ml

distile su irrigé edilmiş ve steril R50 paper-pointlerle ‘ikinci mikrobiyolojik örnek (S2)’ alınmıştır.

Tüm gruplarda S2 örneği alındıktan sonra, kök kanalı içerisine % 2 CHX (Mikrovem,İstanbul,Türkiye) irrigé edilmiş ve 2 dk boyunca kök kanalında retansiyonu sağlanmıştır. Kök kanalı steril paper-pointlerle kurutulduktan sonra, Ca(OH)₂ (Kalsin,Türkiye) tozu gliserin ile karıştırılarak kök kanalına yerleştirilmiştir. Kanal ağzına teflon band yerleştirilerek, kavite sızdırmaz bir şekilde Cavit (3M ESPE, St Paul) ile kapatılmış ve hastaya 1 hafta sonraya randevu verilmiştir.

3.3.4 Üçüncü Örnek (S3) ve Dördüncü Örneğin (S4) Alınması

İkinci randevuda kök kanalında bulunan Ca(OH)₂ medikamenti, steril salin irrigasyonu altında sökülmüştür. Kök kanalına 5 ml distile su irrigé edildikten sonra, steril R50 paper-pointlerle ‘üçüncü mikrobiyolojik örnek (S3)’ alınmıştır. Daha sonra birinci randevudaki örnek alım sürecinde olduğu gibi, final irrigasyon dişin yer aldığı gruba göre yapılmış ve steril R50 paper- pointlerle ‘dördüncü mikrobiyolojik örnek (S4)’ alınmıştır.

3.3.5 Kök Kanallarının Doldurulması

Final irrigasyon yapıldıktan sonra kök kanalları steril paper-pointlerle kurutulmuştur ve kanallar resiproc sistemine uygun gutta-perka ana kon ve epoksi rezin esaslı kök kanal patı Adseal (Meta Biomed, Almanya) kullanılarak lateral kondensasyon yöntemi ile doldurulmuştur. Tüm dişlerin restorasyonları kompozit dolgu (Cavex, Hollanda) ile yapılmıştır.

3.4 Mikrobiyolojik İşlemler ve Toplam Mikroorganizma Sayısının Hesaplanması

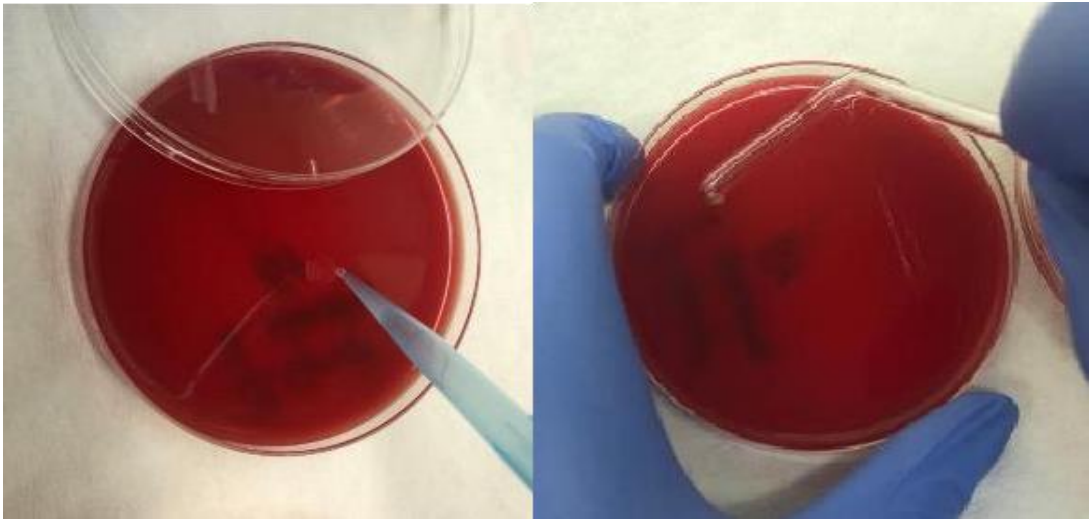
1 ml fosfat tamponlu su (PBS) ile dolu olan eppendorf tüplerinin içerisinde bulunan paper-pointler, mikrobiyolojik analizler için soğuk zincir altında mikrobiyoloji laboratuvarına ulaştırılmıştır. Her alınan örnek laboratuvarda hazırlanmış kültür ortamında hastanın grubu, sırası ve hangi örnek olduğu kaydedilerek işleme alınmıştır (Şekil 3.2). Örnekler en az 30 sn. süreyle vorteks cihazında (Jeio Tech, VM-96A, Güney Kore) hareketlendirilmiştir (Şekil 3.3). Her bir örneğin PBS ile 10 kat seri dilüsyonları yapıldıktan sonra, 100'er µl alınarak bakteri sayımları için Columbia agar (Neogen, Birleşik Krallık) ve % 5'lik koyun kanlı (Merck, Almanya) agara ekimleri yapılmıştır (Şekil 3.4.). Ekim yapılan plakların inkübasyonu 37 °C'de 48 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5). İnkübasyon sonunda pleytlerde üreyen mikroorganizma koloni sayısı (CFU/ml olarak) konvansiyonel teknikler kullanılarak gerçekleştirilmiş ve toplam bakteri sayıları tespit edilmiştir.



Şekil 3.2. Mikrobiyolojik örneğin işleme alım kaydı



Şekil 3.3. Vorteks cihazı: Mikrobiyolojik analizler için örneklerin homojenize edilmesinde kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Mikrobiyolojik analizler; Kanlı ağara bakteriyel inokülasyon.



Şekil 3.5. Mikroorganizmaların inkübasyonu (37 C’de 48 saat).

4.

BULGULAR

Bu çalışmada elde edilen veriler ‘‘20.0 SPSS for Windows’’¹⁵⁹ paket programı ile analiz edilmiştir.

Mikrobiyolojik ölçüm değerlerinin gruplar arası ortalamaları, ortanca değerleri ve değerler arasındaki farklılıkların karşılaştırmaları, Kruskal Wallis testi kullanılarak analiz edilmiştir.

Mikrobiyolojik ölçüm değerlerinin grup içi karşılaştırmaları Friedman testi ile analiz edilmiştir.

Mikrobiyolojik ölçüm değerlerinin azalma miktarlarının gruplar arasında yüzdesel olarak ikili karşılaştırmaları Mann Whitney U testi kullanılarak analiz edilmiştir.

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

Çizelge 4.1’de,

Mikrobiyolojik numune ölçüm değerlerinin, gruplar arasındaki karşılaştırmaları gösterilmiştir.

Elde edilen verilere göre;

S1 mikrobiyolojik ölçüm değerleri, Grup I, Grup II, Grup III ve Grup IV arasındaki karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir ($p > 0,05$).

S2 mikrobiyolojik ölçüm değerleri, Grup I, Grup II, Grup III ve Grup IV arasındaki karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir ($p > 0,05$).

S3 mikrobiyolojik ölçüm değerleri, Grup I, Grup II, Grup III ve Grup IV arasındaki karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir ($p > 0,05$).

S4 mikrobiyolojik ölçüm değerleri, Grup I, Grup II, Grup III ve Grup IV arasındaki karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir ($p > 0,05$).

Çizelge 4.1. Mikrobiyolojik ölçüm değerlerinin gruplar arası karşılaştırması

Ölçüm	Gruplar	N	Ortalama	Std. Sapma	Min-Max Değer	Ortanca	p
S1	Grup I	10	2.33×10^5	4.55×10^5	3.00×10^3 - 1.49×10^6	4.40×10^4	0,479
	Grup II	10	8.09×10^4	9.4×10^4	2.50×10^3 - 2.96×10^5	4.25×10^4	
	Grup III	10	2.54×10^5	4.11×10^5	5.00×10^2 - 1.36×10^6	1.30×10^5	
	Grup IV	10	3.14×10^5	5.07×10^5	6.00×10^3 - 1.60×10^6	1.20×10^5	
S2	Grup I	10	1.36×10^4	2.67×10^4	0- 8.55×10^4	1.60×10^3	0,918
	Grup II	10	$6,92 \times 10^3$	$9,84 \times 10^3$	0- 3.00×10^4	3.00×10^3	
	Grup III	10	1.32×10^4	1.9×10^4	0- 6.23×10^4	3.65×10^3	
	Grup IV	10	1.89×10^4	3.50×10^4	0- 1.10×10^5	1.75×10^3	
S3	Grup I	10	2.27×10^3	3.87×10^3	0- 1.00×10^4	1.50×10^2	0,400
	Grup II	10	1.70×10^4	3.55×10^4	0- 1.12×10^5	1.75×10^3	
	Grup III	10	2.00×10^2	3.2×10^2	0- 1.00×10^3	1.00×10^2	
	Grup IV	10	1.65×10^4	4.69×10^4	0- 1.50×10^5	1.95×10^3	
S4	Grup I	10	6.00×10^1	1.26×10^2	0- 4.00×10^2	0	0,720
	Grup II	10	8.70×10^2	1.94×10^3	0- 5.70×10^3	0	
	Grup III	10	2.00×10^1	4.02×10^1	0- 1.00×10^2	0	
	Grup IV	10	1.00×10^2	1.60×10^2	0- 4.00×10^2	0	

Çizelge 4.2’de,

Grup içi mikrobiyolojik numune ölçüm değerlerinin karşılaştırılmaları gösterilmiştir.

Elde edilen verilere göre;

S1-S2 arasındaki mikrobiyolojik numune ölçüm değerlerindeki karşılaştırmalarda, Grup I, Grup II, Grup III ve Grup IV’de istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$).

S2-S3 arasındaki mikrobiyolojik numune ölçüm değerlerindeki karşılaştırmalarda, Grup I ve Grup III’te istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$).

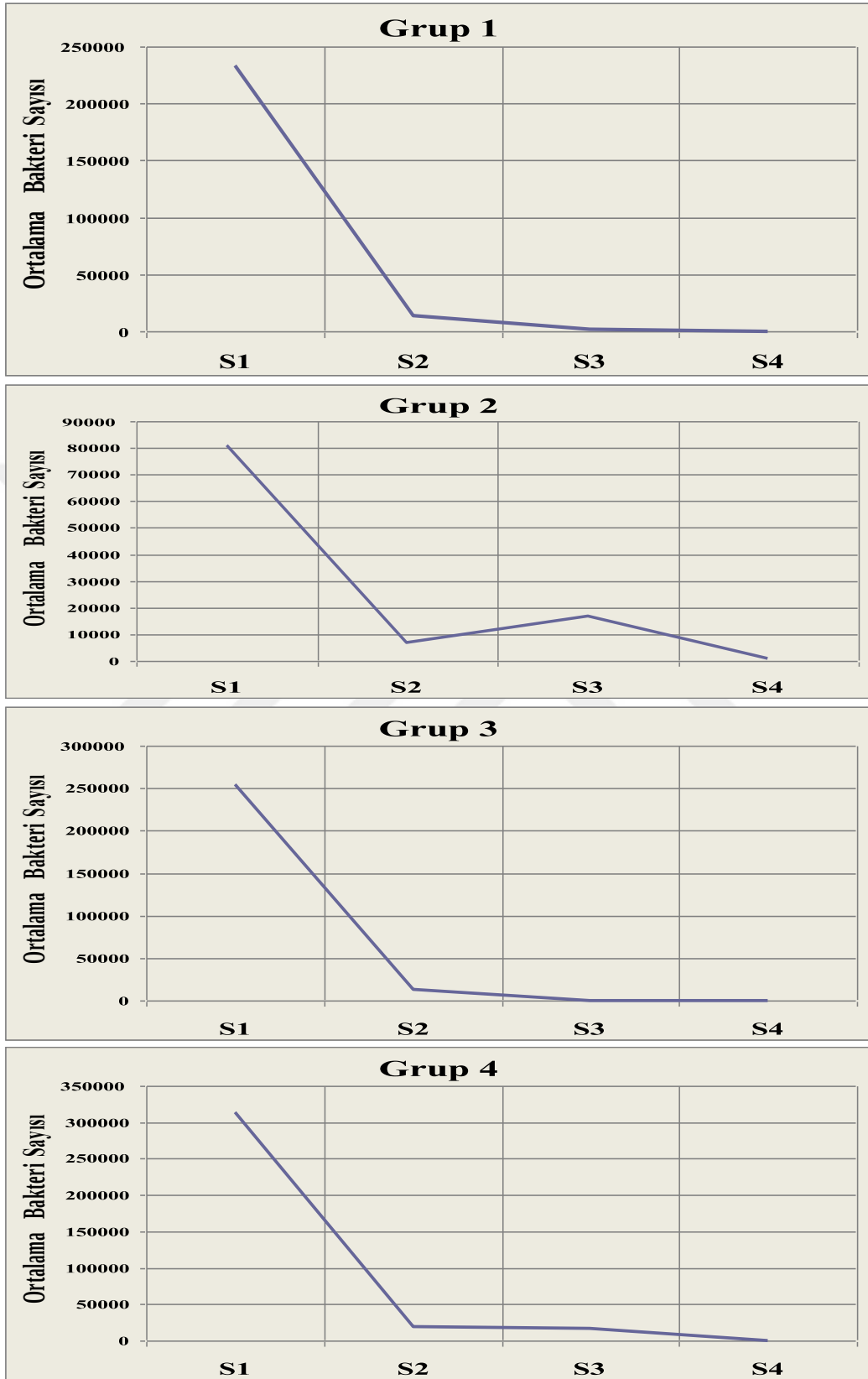
S2-S3 arasındaki mikrobiyolojik numune ölçüm değerlerindeki karşılaştırmalarda, Grup II ve Grup IV’de istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

S3-S4 arasındaki mikrobiyolojik numune ölçüm değerlerindeki karşılaştırmalarda, Grup I, Grup II, Grup III ve Grup IV’de istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.2. Grup içi mikrobiyolojik ölçüm değerlerinin karşılaştırılması *p<0,05
Dikey: Büyük harf

	Grup I		Grup II		Grup III		Grup IV	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
S1	2.33x10 ⁵ A	4.55x10 ⁵	8.09x10 ⁴ A	9.47x10 ⁴	2.54x10 ⁵ A	4.11x10 ⁵	3.14x10 ⁵ A	5.07x10 ⁵
S2	1.36x10 ⁴ B	2.67x10 ⁴	6.92x10 ³ B	9.84x10 ³	1.32x10 ⁴ B	1.94x10 ⁴	1.89x10 ⁴ B	3.50x10 ⁴
S3	2.27x10 ³ C	3.87x10 ³	1.70x10 ⁴ B	3.55x10 ⁴	2.00x10 ² C	3.20x10 ²	1.65x10 ⁴ B	4.69x10 ⁴
S4	6.00x10 ¹ D	1.26x10 ²	8.70x10 ² C	1.94x10 ³	2.00x10 ¹ D	4.20x10 ¹	1.00x10 ² C	1.60x10 ²
p	0,000*		0,000*		0,000*		0,000*	

Grup içi, mikrobiyolojik numune ölçüm değerlerinin, karşılaştırıldığı grafik Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Grup içi mikrobiyolojik ölçüm değerlerinin karşılaştırılmalı grafikleri

Mikrobiyolojik ölçüm değerlerinin azalma miktarlarının gruplar arasında yüzdesel olarak karşılaştırılmasının analizi 3 farklı mikrobiyolojik ölçüm değeri esas alınarak yapılmıştır. Buna göre;

1- Birinci randevuda kemomekanik preparasyondan önce alınan (S1) mikrobiyolojik ölçüm değeri ile kemomekanik preparasyondan sonra alınan (S2) mikrobiyolojik ölçüm değeri,

2- İkinci randevuda kök kanalından Ca(OH)_2 söküldükten sonra alınan (S3) mikrobiyolojik ölçüm değeri ile final irrigasyondan sonra kanal dolumundan önce alınan (S4) mikrobiyolojik ölçüm değeri,

3- Birinci randevuda kemomekanik preparasyondan önce alınan (S1) mikrobiyolojik ölçüm değeri ile final irrigasyondan sonra kanal dolumundan önce alınan (S4) mikrobiyolojik ölçüm değerinin gruplar arasında yüzdesel olarak karşılaştırılmasının analizi yapılmıştır.

Çizelge 4.3’de

S1-S2 mikrobiyolojik ölçüm değerleri arasındaki azalma miktarlarının gruplar arasında yüzdesel olarak karşılaştırılması gösterilmiştir.

Elde edilen verilere göre;

Gruplar arasındaki S1-S2 mikrobiyolojik ölçüm değerlerinin yüzdesel azalma miktarları arasındaki karşılaştırmada, istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.3. S1-S2 mikrobiyolojik ölçüm değerleri arasındaki azalma miktarlarının gruplar arasında yüzdesel olarak karşılaştırılması

Gruplar	S1				S2			
	n	Ortalama	Ortanca	Min-Max Değer	Ortalama	Ortanca	Min-Max Değer	S1-S2 %
Grup I	10	2.33x10 ⁵	4.40x10 ⁴	3.00x10 ³ -1.49x10 ⁶	1.36x10 ⁴	1.60x10 ³	0-8.55x10 ⁴	91,7 ^A
Grup II	10	8.09x10 ⁴	4.25x10 ⁴	2.50x10 ³ -2.96x10 ⁵	6.92x10 ³	3.00x10 ³	0-3.00x10 ⁴	89,7 ^A
Grup III	10	2.54x10 ⁵	1.30x10 ⁵	5.00x10 ² -1.36x10 ⁶	1.32x10 ⁴	3.65x10 ³	0-6.23x10 ⁴	95,4 ^A
Grup IV	10	3.14x10 ⁵	1.20x10 ⁵	6.00x10 ³ -1.60x10 ⁶	1.89x10 ⁴	1.75x10 ³	0-1.50x10 ⁵	98,6 ^A

Çizelge 4.4’de

S3-S4 mikrobiyolojik ölçüm değerleri arasındaki azalma miktarlarının gruplar arasında yüzdesel olarak karşılaştırılması gösterilmiştir.

Elde edilen verilere göre;

Gruplar arasındaki S3-S4 mikrobiyolojik ölçüm değerlerinin yüzdesel azalma miktarları arasındaki karşılaştırmada, istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.4. S3-S4 mikrobiyolojik ölçüm değerleri arasındaki azalma miktarlarının gruplar arasında yüzdesel olarak karşılaştırılması

Gruplar	S3				S4			
	n	Ortalama	Ortanca	Min-Max Değer	Ortalama	Ortanca	Min-Max Değer	S3-S4 %
Grup I	10	2.27x10 ³	1.5x10 ²	0-1.00x10 ⁴	6.00x10 ¹	0	0-4.00x10 ²	99,5 ^A
Grup II	10	1.70x10 ⁴	1.75x10 ³	0-1.12x10 ⁵	8.70x10 ²	0	0-5.70x10 ³	100 ^A
Grup III	10	2.00x10 ²	1.00x10 ²	0-1.00x10 ³	2.00x10 ¹	0	0-1.00x10 ²	100 ^A
Grup IV	10	1.65x10 ⁴	1.95x10 ³	0-1.50x10 ⁵	1.00x10 ²	0	0-4.00x10 ²	100 ^A

Çizelge 4.5’de

S1-S4 mikrobiyolojik ölçüm değerleri arasındaki azalma miktarlarının gruplar arasında yüzdesel olarak karşılaştırılması gösterilmiştir.

Elde edilen verilere göre;

Gruplar arasındaki S1-S4 mikrobiyolojik ölçüm değerlerinin yüzdesel azalma miktarları arasındaki karşılaştırmada, istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.5. S1-S4 mikrobiyolojik ölçüm değerleri arasındaki azalma miktarlarının gruplar arasında yüzdesel olarak karşılaştırılması

Gruplar	S1				S4			
	n	Ortalama	Ortanca	Min-Max Değer	Ortalama	Ortanca	Min-Max Değer	S3-S4 %
Grup I	10	2.33x10 ⁵	4.40x10 ⁴	3.00x10 ³ -1.49x10 ⁶	6.00x10 ¹	0	0-4.00x10 ²	100 ^A
Grup II	10	8.09x10 ⁴	4.25x10 ⁴	2.50x10 ³ -2.96x10 ⁵	8.70x10 ²	0	0-5.70x10 ³	100 ^A
Grup III	10	2.54x10 ⁵	1.30x10 ⁵	5.00x10 ² -1.36x10 ⁶	2.00x10 ¹	0	0-1.00x10 ²	100 ^A
Grup IV	10	3.14x10 ⁵	1.20x10 ⁵	6.00x10 ³ -1.60x10 ⁶	1.00x10 ²	0	0-4.00x10 ²	100 ^A

Çizelge 4.6’da tüm gruplarda farklı mikrobiyolojik ölçümlerde tespit edilen negatif kültür sayılarının gruplara göre dağılımı gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Negatif kültür sayısının gruplara göre dağılımı

Numune	Grup I n=10	Grup II n=10	Grup III n=10	Grup IV n=10
S1	0	0	0	0
S2	1	2	1	4
S3	4	4	4	3
S4	7	8	8	7

Kök kanal tedavisinin başarısızlığında en önemli faktör, kök kanal sisteminde kolonize olarak varlığını sürdüren bakterilerin meydana getirdikleri intraradiküler enfeksiyonlardır.¹⁶⁰ Kök kanal tedavisi sonrası iyileşmemiş ya da yeniden oluşmuş apikal periodontitisli dişlerin tedavisinde ana mikrobiyolojik hedef, intraradiküler enfeksiyonu ortadan kaldırmaktır.² Bakterilerin kök kanalından uzaklaştırılması, kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi ile antibakteriyel irrigasyon solüsyonlarının ve aktivasyon tekniklerinin kullanılması esasına dayanmaktadır.⁷²

Kök kanallarında kimyasal dezenfeksiyonunu sağlayabilmek ve intraradiküler enfeksiyonu elemine edilebilmek amacıyla farklı irrigasyon solüsyonları kullanılmaktadır.¹¹ Sodyum hipoklorit, kök kanal sisteminde patojenik mikroorganizmaların ve nekrotik pulpanın uzaklaştırılmasındaki etkinliğinden dolayı kök kanal tedavisinde en yaygın olarak kullanılan irrigasyon solüsyonudur.¹¹ Sodyum hipoklorit solüsyonlarının değişik konsantrasyonlarının klinik antimikrobiyal etkinliğini değerlendiren çalışmalar, farklı konsantrasyonlarda ve sadece NaOCl ile yapılan kök kanallarının irrigasyonu sonrası kök kanallarında % 40-60 arasında negatif bakterikültürü elde ettiklerini rapor etmişlerdir.^{5, 161}

Sodyum hipoklorit'in inorganik dentin partiküllerini çözme etkinliğinin bulunmaması ve enstrümantasyon sırasında smear tabakası oluşumunu engelleyememesi nedeniyle, kök kanal tedavisinde EDTA, sitrik asit ve HEBP gibi şelasyon ajanlarının kullanılması önerilmektedir.¹¹ Grawehr ve ark.(2003)'ün yaptıkları çalışmada, EDTA'nın, NaOCl ile karıştırıldığında şelasyon oluşturma özelliğini koruyabildiğini, ancak NaOCl'nin yumuşak doku çözebilme kapasitesinin azalmasına neden olduğunu ve kombinasyonlar da neredeyse hiç serbest klorun tespit edilmediği belirtilmiş ve klinik olarak, EDTA ve NaOCl'nin ayrı ayrı kullanılması gerektiği rapor edilmiştir.¹⁶² Etilen diamin tetra asetik asit ve NaOCl'in kombine kullanımının meydana getirdiği dezavantajlar göz önüne alındığında, yapılan çalışmalarda HEBP'nin, NaOCl ile birlikte kullanılabildiği, NaOCl'nin antimikrobiyal etkisini azaltmadığı bildirilmiştir ve HEBP'nin alternatif bir şelasyon ajanı olarak kullanılabileceği rapor edilmiştir.^{19, 120} Zehnder ve ark.(2005)'ün yaptıkları bir çalışmada, HEBP'nin NaOCl'nin içeriğinde bulunan klor (Cl) iyonlarının kaybına neden olmadığı ve NaOCl'nin antimikrobiyal

etkisini azaltmadığı bildirilmiştir.¹⁷ Arias-Mollis ve ark.(2014)'nın yaptıkları çalışmada, % 2.5 NaOCl, % 2.5 NaOCl / % 9 HEBP ve distile suyun kök kanalları içerisindeki antimikrobiyal etkileri araştırılmış ve NaOCl içeren grupların yüksek derecede antimikrobiyal etki gösterdiğini ve HEBP'nin NaOCl'nin içeriğinde bulunan klorin seviyesine olumsuz bir etki yapmadığını rapor etmişlerdir.¹⁹

Reyhani ve ark.(2017) yaptıkları bir çalışmada, % 1, % 2.5 ve % 5 konsantrasyondaki NaOCl'nin kontakt sürelerini ve miktarlarını sabit tutup, NaOCl'nin kök kanallarındaki konsantrasyona bağımlı antimikrobiyal etkinliğini incelemişlerdir. % 1 konsantrasyon kullanımının antimikrobiyal etkinliğinin diğer konsantrasyon seviyelerine göre daha az etki gösterdiğini, % 2.5 ve % 5 konsantrasyondaki NaOCl'in antimikrobiyal etkinliğinin benzer olduğunu belirtmişlerdir.¹⁶³ Zand ve ark.(2016)'nın farklı konsantrasyonlarda (% 2.5 ve % 5) kullanılan NaOCl'nin, E.faecalis'e karşı etkinliğini inceledikleri bir çalışmada, her iki konsantrasyonda da NaOCl'nin, E.faecalis'e eşit oranda etki gösterdiğini rapor etmişlerdir.¹⁶⁴ Hauman ve ark.(2003)'nın irrigasyon solüsyonları ve dental materyallerin biyoyumluluğunu araştırdıkları bir çalışmada, NaOCl'nin konsantrasyon düzeyi yükseldikçe toksisitesinin arttığı rapor edilmiştir.¹⁶⁵ Çalışmamızda bu nedenlerden dolayı, maksimum antimikrobiyal etki ile minimum sitotoksite arasındaki dengenin sağlanabilmesi amacıyla % 2.5 konsantrasyondaki NaOCl kullanımı tercih edilmiştir.

Çalışmamızda irrigasyon solüsyonu olarak kullanılan NaOCl'nin konsantrasyonu % 2.5 olarak belirlendiğinden, NaOCl/HEBP kombinasyonu ile ilgili olarak yapılan antimikrobiyal etkinlik çalışmalarında kullanıldığı şekilde % 9 konsantrasyona sahip HEBP (DualRinse Medcem, Viyana, Avusturya) kapsülleri kullanılmıştır.^{101, 120, 166} Zhang ve ark.(2010)'nın EDTA'nın farklı konsantrasyon düzeylerinin dentine etkilerini SEM ile inceledikleri bir araştırmada, kök kanalının apikal bölgesinde smear tabakasının kaldırılmasında en etkin konsantrasyon düzeyinin % 17 olduğunu ve EDTA'nın daha yüksek konsantrasyonlarda kullanılmasıyla dentinde erozyonun meydana gelebileceğini bildirmişlerdir.¹⁶⁷ Çalışmamızda bu konsantrasyon düzeyleri dikkate alınarak, kök kanallarında final irrigasyon esnasında % 17 EDTA ve % 2.5 NaOCl'nin sıralı kullanımı ile, % 2.5 NaOCl/ % 9 HEBP kombinesolüsyonlarının antimikrobiyal etkileri değerlendirilmiş, aktivasyon uygulanmayan ve

EA ile sonik aktivasyon uygulanan irrigasyon solüsyonlarının kök kanallarındaki toplam bakteri sayılarının azaltılmasındaki etkileri karşılaştırılmıştır.

Kök kanal tedavisinde kullanılan irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin artırılması amacıyla, irrigasyon solüsyonlarının kanal duvarı yüzeyleri ile doğrudan temasa getirilmesi gerektiği rapor edilmiş olup, geçmişten günümüze kadar kök kanal tedavisinde farklı irrigasyon aktivasyon sistemleri kullanılmıştır.^{11, 20} Caron ve ark.(2007)'nın yaptıkları araştırmada, çalışmamızda kullanılan EA sisteminin, irrigantın kök kanallarının tüm alanlarına daha derin nüfuz etmesini sağladığı ve lateral kanallardaki debrisleri etkili bir şekilde temizlediği, smear tabakasını çıkardığı ve simüle edilmiş biyofilm yığınlarını yerinden çıkardığını rapor etmişlerdir.¹⁶⁸ Ruddle C.J (2015)'te yapmış olduğu çalışmada, kullanılan intrakanal solüsyonun aktive edilerek mevcut debrisin kök kanalı içerisinden çıkarılması için EA'nın uygulamasüresinin 60 saniye olması gerektiğini rapor etmiştir.¹⁶⁹ Biz de bu araştırmaya benzer şekilde çalışmamızda EA'nın 60 saniye süre ile uygulanmasına karar verdik.

Bugüne kadar kök kanal tedavisi ile ilgili yapılan in vivo ve in vitro mikrobiyolojik kültür çalışmalarında farklı diş grupları kullanılmıştır.^{8, 170-172} Çelik ve ark.(2016)'nın yaptıkları bir çalışmada, maksiller molar dişlerin kurvatürlü kökleri kullanılmış ve kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması sırasında döner eğelerde meydana gelen fraktürlerin kök kanallarının kurvatürlü olmasına bağlı olduğu rapor edilmiştir.¹⁷⁰ Zandi ve ark.(2016)'nın yaptıkları bir in vivo mikrobiyolojik kültür çalışmasında, kurvatürsüz tek köklü ve tek kanallı dişler kullanılmıştır.¹⁷² Çalışmamızda, ege fraktürlerinin önüne geçmek, anatomik varyasyonları mümkün olduğunca elemine etmek ve kök kanallarından örnek alım prosedürünü sağlıklı bir şekilde yapabilmek amacıyla tek köklü ve tek kanallı mandibular premolar dişler tercih edilmiştir.

Sodyum hipoklorit'in kullanıldığı çalışmalarda, sodyum tiyosülfat, askorbik asit veya sodyum askorbat gibi indirgeyici ajanların NaOCl'nin etkilerini nötrleştirdiği bildirilmiştir.^{76, 173} Bu nedenle çalışmamızda kullanılan irrigasyon solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliğinin uygulamadan hemen sonra sonlandırılması amacıyla, 1 ml Sodyum tiyosülfat ile nötralizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Kök kanal tedavisinin yenilenmesinde, apikal preparasyon genişliğinin, tedavi öncesi mevcut preparasyon çapından daha geniş olması halinde kök kanalında kalan dolgu materyal miktarının daha az olacağı belirtilmiştir.¹⁷⁴ Bununla birlikte, apikal

çapın dar olmasının irrigasyon solüsyonlarının apikal bölgeye ulaşmasını sınırlayacağı bildirilmiştir.^{174, 175} Bu nedenle çalışmamıza dahil ettiğimiz dişlerin kök kanalları, Reciproc 50 numara (apikal çap #50 ve apikal taper 0.5) eğe ile prepare edilmiştir ve daha sonra final irrigasyon protokolü uygulanmıştır.

Çalışmamızda tüm gruplarda örneklerin alımından sonra son irrigasyon solüsyonu olarak CHX kök kanallarına irrigate edilmiştir. Çünkü çalışmamızda NaOCl/HEBP kombinasyonu ile EDTA-NaOCl sıralı kullanımının antimikrobiyal etkinliğini araştırmayı amaçladık. Bu nedenle CHX'in antimikrobiyal özelliklerinin çalışmanın sonuçlarına etki etmemesini sağlayabilmek için tüm örnekler CHX kullanımından önce alınmıştır.

Kemomekanik prosedürlerden sonra kök kanallarında varlığını sürdüren bakterilerin ortadan kaldırılması ve bu bakterilerin iki randevu arasında boş bir kök kanalında yeniden sayılarının artmasının engellenmesi amacıyla, kök kanallarında ara seansta Ca(OH)_2 medikamentinin kullanılması önerilmektedir.¹⁵⁰ Çalışmamızda kök kanal tedavisinin yenilenmesi işlemi 2 randevuda tamamlanmış olup, Ca(OH)_2 medikamenti ilk randevu sonunda kök kanallarına yerleştirilmiştir.

Çalışmamızın bulgularına göre, grup içi değerlendirme esas alındığında, S1-S2 örneklerinde tespit edilen bakteri miktarlarının karşılaştırılmasında, 4 grubun tümünde de S2 örneklerindeki ortalama bakteri sayılarının, S1 örneklerindeki ortalama başlangıç bakteri sayılarına göre istatistiksel olarak anlamlı seviyede azalma gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bununla birlikte S1-S2 örneklerindeki bakteri sayılarının yüzdesel azalma oranlarının gruplar arasında karşılaştırılması yapıldığında, 4 grup arasında da bakterilerin grup içi yüzdesel azalma oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). S1-S2 örnekleri için, 4 grup arasında bakteri azalmamiktarı en fazla Grup IV'de tespit edilirken, bu grubu sırasıyla Grup III, Grup I ve Grup II'nin takip ettiği gözlenmiştir.

Çalışmamızın bulgularına göre, sonik aktivasyon uygulanmayan gruplardan S1 ve S2 örnekleri arasındaki bakterilerin azalma yüzdesel oranı, Grup I'de %91.7 iken, Grup II'de % 89.7 olarak tespit edilmiştir. Rodriguez ve ark.(2015)'nin kök kanal tedavisini yenileyerek yaptıkları in vivo çalışmalarında final irrigasyonda %17 EDTA ve % 2.5 NaOCl'yi kök kanalına sıralı olarak uygulamışlar ve araştırmacılar S1 ve S2 örnekleri arasında toplam bakteri sayısındaki azalmayı % 84 olarak rapor etmişlerdir.⁸

Arias-Molliz ve ark.(2014)'nın bir dentin modelinde % 2.5 NaOCl/ % 9 HEBP kombinasyonunun *E.faecalis*'e olan etkilerini değerlendirdikleri araştırmada, % 2.5 NaOCl/ % 9 HEBP kombinasyonunun kullanıldığı grupta % 92 oranında bakteriyel azalma meydana geldiğini rapor etmişlerdir.¹⁹ Torabinejad ve ark.(2003)'nın yapmış oldukları çalışmada apikal çapın dar olmasının irrigasyon solüsyonlarının apikal bölgeye ulaşmasını sınırlayacağı rapor edilmiştir.¹⁷⁵ Çalışmamıza uyumlu sonuçlar gösteren Rodriguez ve ark.(2015)⁸ ve Arias-Molliz ve ark.(2014)¹⁹'nın yapmış olduğu çalışmalarda, dişlerin apikal preparasyon çapı çalışmamızla benzer boyutlarda genişletilmiştir. Çalışmamızdaki S1-S2 numunelerindeki istatistiksel olarak anlamlı seviyede olan bakteri sayılarındaki azalmanın nedeninin, apikal preparasyon çapının genişliğine bağlı olarak, kullanılan irrigasyon solüsyonlarının etkinliği ile ilgili olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda S1-S2 numuneleri arasındaki toplam bakteri sayılarının yüzdelik azalma oranları, sonik aktivasyon kullanılan gruplar ile kullanılmayan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Konvansiyonel şırınga irrigasyonu ve EA'nın *E.faecalis* üzerindeki antimikrobiyal etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, dişler apikal çap 30 olacak şekilde genişletilmiş ve % 5.25'lik NaOCl ile irrigasyon yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda araştırmacılar, EA'nın konvansiyonel şırınga irrigasyonundan istatistiksel olarak anlamlı seviyede daha fazla bakteriyel azalmayı sağladığını rapor etmişlerdir.¹⁷⁶ Brito ve ark. (2009)'nın konvansiyonel şırınga irrigasyonu ve EA'nın, *E.faecalis* üzerindeki antimikrobiyal etkilerini inceledikleri çalışmalarında, % 2.5 'lik NaOCl kullanılmış ve apikal çap 40 boyutuna kadar genişletmişlerdir. Araştırmacılar, aktivasyon yapılmayan grup ile EA arasında antimikrobiyal etkinlik açısından bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir.¹⁷⁷ Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar, bizimle benzer metodsallik özellikler gösteren Brito ve ark.(2009) ile benzerlik gösterirken, Maden ve ark. ile örtüşmemektedir. Kök kanallarında final apikal çap genişliğinin ve kullanılan NaOCl'nin konsantrasyonunun çalışmaların sonuçlarını etkileyebileceği belirtilmiştir.^{178, 179} Çalışmamızdaki bu farklılığın, final apikal çap genişliğine ve kullanılan NaOCl solüsyonunun konsantrasyonuna bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

Morago ve ark.(2018)'nın önceden tedavi görmemiş olan çekilmiş premolar dişlerin *E.faecalis* ile enfekte edilmesiyle yaptıkları in vitro çalışmada, final

irrigasyonda % 2.5 NaOCl - % 17 EDTA sıralı kullanımı ile % 2.5 NaOCl/ % 9 HEBP kombinasyonunun antibakteriyel etkinliği CLSM ile incelenmiş ve araştırmacılar bu solüsyonların antibakteriyel açıdan istatistiksel farklılık göstermediğini ancak % 2.5 NaOCl - % 17 EDTA sıralı kullanımı ile daha fazla ölü bakteri yüzdesi gözlemlendiğini rapor etmişlerdir.¹⁶⁶ Çalışmamızda da bu çalışmaya benzer olarak NaOCl/ HEBP kombine kullanımının EDTA-NaOCl sıralı kullanımına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmezken, NaOCl/ HEBP kombine kullanımının EDTA-NaOCl sıralı kullanımına göre sayısal olarak daha düşük değerler gösterdiği belirlenmiştir. Deari ve ark.(2019)'nın EDTA ve HEBP'nin şelasyon kabiliyetlerini karşılaştırdıkları in vitro çalışmalarında araştırmacılar, EDTA'nın HEBP'den daha kararlı bir kompleks oluşturduğunu ve daha fazla kalsiyumu bağlayarak daha güçlü bir şelasyon özelliği gösterdiğini rapor etmiştir.¹⁰⁰ Farklı şelasyon ajanlarının etkinliklerinin incelendiği başka bir çalışmada, bir grupta kökkanalına final irrigasyonda % 17'lik EDTA ile % 3'lük NaOCl sıralı bir şekilde 30 sn boyunca, diğer grup da ise preparasyon esnasında ve final irrigasyonda % 9'luk HEBP, NaOCl ile birlikte 4 dk boyunca uygulanmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda, dentinin farklı sürelerde şelasyon ajanlarına maruz kalmasına rağmen, dentin erozyonunun, smear tabakasının oluşumunun ve debris varlığının iki grup arasında birbirinden farklı olmadığı rapor edilmiştir.¹⁸⁰ Çalışmamızda final irrigasyonda kullanılan solüsyonların kök kanalındaki retansiyon süresinin ve miktarının standardizasyonunun sağlanması amacıyla NaOCl/HEBP kombinasyonu 2 dk, % 17'lik EDTA ise 1 dk boyunca uygulanmıştır. NaOCl/HEBP kombine kullanımının, EDTA-NaOCl sıralı kullanımına göre sayısal olarak daha az miktarda bakteri azalması göstermesini EDTA'nın güçlü bir şelasyon özelliğinin bulunmasına ve HEBP'nin kök kanalında bulunduğu süreye bağlı olabilir.

Çalışmamızın bulgularına göre, NaOCl/HEBP kombinasyonu sonik aktivasyon uygulanmadığında gruplar arasında sayısal olarak en düşük bakteri azalma miktarını, sonik aktivasyon uygulandığında ise en yüksek bakteri azalma miktarı göstermiştir. Herrera ve ark.(2013)'nin yaptığı bir çalışmada, şelasyon ajanına 1 dk boyunca sonik aktivasyon uygulanması sonrası yapılan SEM incelemelerinde araştırmacılar, şelasyon ajanının aktive edilmediği gruba göre özellikle apikal bölgede istatistiksel olarak anlamlı seviyede smear tabakasının kaldırıldığını rapor etmiştir.¹⁸¹ Farklı çalışmalarda

da şelasyon ajanına aktivasyon uygulanmasının kök kanalından smear tabakası ve debrisin uzaklaştırılmasında daha fazla etki gösterdiği belirtilmiştir.^{181, 182} Çalışmamızın metodolojisinde, EDTA- NaOCl sıralı kullanılan grupta sadece NaOCl aktive edilirken, NaOCl/HEBP kombinasyonunda solüsyonun tamamı aktive edilmiştir. Çalışmamızdaki bu sayısal farklılığın nedeni, tek solüsyon içerisinde NaOCl ile kombine olarak bulunan HEBP'nin aktivasyonu ile kök kanallarında daha fazla miktarda smear tabasını kaldırması ve buna bağlı olarak solüsyonun antimikrobiyal etkinliğinin artması yorumu yapılabilir.

S2-S3 numuneleri arasındaki grup içi bakteri sayıları göz önüne alındığında, Grup II ve Grup IV'te bakteri sayılarında istatistiksel olarak anlamlı olmayan farklılıklar gözlenirken ($p>0.05$), Grup I ve Grup III'te istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bakteri sayısının azaldığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). Peters ve ark.(2002)'nin yaptıkları bir mikrobiyolojik kültür çalışmasında, kök kanallarına medikament olarak $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yerleştirilmiş ve 2.randevuda bakteri sayısının arttığı rapor edilmiştir.¹⁸³ Araştırmacılar, bakteri sayısındaki artışın kök kanalında bulunan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kalıntılarının, mikrobiyolojik örneklerle transfer edilmesi ile ilgili olabileceğini bildirmişlerdir.¹⁸³ Çalışmamızda grup içi sonuçlarda gözlenen bu farklılığın, seanslar arası kontaminasyon ve koronal sızıntı ve kök kanallarında $\text{Ca}(\text{OH})_2$ medikamentinin kalıntı miktarının sabit tutulamaması gibi sebeplerle meydana gelmiş olabileceğindüşünmekteyiz.

Çalışmamızda S3-S4 değerleri arasındaki bakteri azalma miktarları incelendiğinde, tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bakteri sayılarının azalma gösterdiği görülmüştür ($p<0.05$). Bununla birlikte S3-S4 numuneleri arasında bakterilerin yüzdelik azalma değerlerinde gruplar arasında herhangi bir fark görülmemiştir ($p>0.05$). Bu veriler, S1-S2 değerlerinde elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda tüm gruplarda S2 numunesi alındıktan sonra, kök kanalları CHX ile irrig edilmiş ve kök kanallarına $\text{Ca}(\text{OH})_2$ medikamenti yerleştirilmiştir. S2 örnekleri alındıktan sonra negatif kültür sayısı 8 iken, S3 örneklerinde negatif kültür sayısı 15, S4 örneklerinin alımından sonra ise negatif kültür sayısının 30 olduğu görülmüştür. Yapılan klinik çalışmalar, kök kanallarının CHX ile irrigasyonunun ve kemomekanik prosedürlerden sonra seanslar arası kök kanalına yerleştirilen $\text{Ca}(\text{OH})_2$

medikamentinin, negatif kültür sayısını artırdığını ve kanal içi bakteriyel yükün azalmasında etkili bir rol oynadıklarını rapor etmişlerdir.^{150, 184, 185} Sjögren ve ark.(1991)'nın nekrotik pulpaya sahip dişler üzerinde yapmış oldukları klinik çalışmada, intrakanal medikament olarak kullanılan Ca(OH)₂'nin 7 gün boyunca kök kanallarında bulundurulmasının negatif kültür elde etme açısından önemli olduğu rapor edilmiştir.¹⁸⁴ Zamany ve ark.(2003)'nın nekrotik pulpaya sahip apikal periodontitisli dişlerde yaptıkları in vivo çalışmada, % 1 konsantrasyondaki NaOCl sabit tutularak, CHX ile irriga edilen 12 kök kanalının 11 tanesinde negatif kültür elde edilirken, CHX uygulanmamış 12 kök kanalının 5 tanesinde negatif kültür elde edilmiştir.¹⁸⁵ Öncag ve ark.(2003)'nın yaptıkları çalışmada, % 5.25 NaOCl, % 2 CHX, % 0.2 CHX plus ve % 0.2 konsantrasyonda cetrimid'in 5 dk. ve 48 saat içerisinde E.faecalis üzerindeki etkinlikleri in vitro olarak incelenmiş ve her iki zaman diliminde de E.faecalis'e karşı % 2 konsantrasyondaki CHX'in, % 5.25 NaOCl'ye göre önemli ölçüde daha etkili olduklarını rapor edilmiştir.¹⁸⁶ Çalışmamızda, negatif kültür sayısındaki artışın temel sebeplerinin, S2 örneğinin alımından sonra CHX irrigasyonu, kanal içi medikamentin seans arasında uygulanması ve ikinci randevu da tekrar uygulanan irrigasyon solüsyonlarının etkisiyle olabileceğini düşünmekteyiz.

Kök kanal mikrobiyolojisini inceleyen çalışmalar, apikal periodontitis varlığında birden fazla bakteri türünün kök kanallarından izole edildiğini rapor etmişlerdir.^{2, 187} Bu nedenle çalışmamızda irrigasyon solüsyonları ve uygulama yöntemlerinin kanal içerisindeki toplam bakteri sayılarına etkinliklerini karşılaştırdık. Klinik mikrobiyolojik çalışmalarda kök kanallarındaki koloni oluşturan birimlerin (CFU) sayısının belirlenmesinde Möller (1966)¹⁸⁸ ve Dahlen ve ark.(1996)'nın tanımladığı mikrobiyolojik kültür analizi yöntemi kullanılmaktadır.¹⁸⁹ Çalışmamızda dabu yöntem kullanılmış olup, bu yöntemin avantajı paper-pointlerin yardımı ile kök kanal boşluğunda bulunan bakteri sayısının tespit edilebilmesi ve ana kök kanalının bakteriyel yükü hakkında bilgi vermesidir.¹⁸⁸ Literatürde kök kanal tedavisi sonrası gelişen apikal periodontitisli dişlerde bakteriyel kolonizasyonun, lateral kanallarda, isthmuslarda, dentin tübüllerinde ve apikal ramifikasyonlarda bulunabileceği bildirilmiştir.^{190, 191} Mikrobiyolojik örnekleme yönteminde ana kanaldan bakteri transferi ile bakteri sayısını elde etmemizi sağlayan paper-pointlerin, kök kanal

sisteminin ulaşlamayan alanlarında bulunabilecek bakterileri transfer etme konusundaki yetersizliği bu çalışmanın bir limitasyonu olarak sayılabilir.⁸



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda, kök kanal tedavisinin yenilenmesi sonrasında kök kanallarında kullanılan irrigasyon solüsyonlarının ve uygulama yöntemlerinin, kök kanalı içerisindeki bakteriyel yükün azaltılmasında etkili olduğu görülmüştür. İrrigasyon solüsyonu olarak final irrigasyonda NaOCl/HEBP'nin kombine kullanımı, EDTA/NaOCl sıralı kullanımına benzer etki gösterdiği gözlenmiştir. Bu sebeple kök kanallarında final irrigasyonda NaOCl/HEBP kombine kullanımı, EDTA/NaOCl sıralı kullanımına bir alternatif olarak sayılabilir.

Kök kanallarına final irrigasyon sonrası CHX uygulaması ve seanslar arasında intrakanal medikament olarak Ca(OH)_2 kullanılması negatif kültür sayısının artmasında etkili olmuştur.

İrrigasyon solüsyonlarının uygulama yöntemleri antimikrobiyal etkinlik yönünden benzer sonuçlar göstermiştir. Ancak sayısal değerlerin EA ile aktive edilen ve tek solüsyon olarak kullanılan NaOCl/HEBP kombine kullanımı lehinde olduğu gözlenmiştir. Bu sebepten hasta sayısı artırılarak bu konuda daha ileri çalışmalar yapılması önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. **Wong R.** Conventional endodontic failure and retreatment. *Dent Clin North Am.* **2004**;48(1):265-89.
2. **Siqueira Jr JF, Rôças IN.** Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* **2008**;34(11):1291-301. e3.
3. **Weiger R, Axmann-Krcmar D, Lm C.** Prognosis of conventional root canal treatment reconsidered. *Dent Traumatol.* **1998**;14(1):1-9.
4. **Molander A, Reit C, Dahlen G, Kvist T.** Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* **1998**;31(1):1-7.
5. **Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G.** Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* **1997**;30(5):297-306.
6. **Çalışkan MK.** Nonsurgical retreatment of teeth with periapical lesions previously managed by either endodontic or surgical intervention. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* **2005**;100(2):242-48.
7. **Uezu MKN, Britto MLB, Nabeshima CK, Pallotta RC.** Comparison of debris extruded apically and working time used by ProTaper Universal rotary and ProTaper retreatment system during gutta-percha removal. *J Appl Oral Sci.* **2010**;18(6):542-45.
8. **Rodrigues RC, Antunes HS, Neves MA, Siqueira Jr JF, Rôças IN.** Infection control in retreatment cases: in vivo antibacterial effects of 2 instrumentation systems. *J Endod.* **2015**;41(10):1600-05.
9. **Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K.** Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod.* **1990**;16(10):498-504.
10. **Hülsmann M, Schäfer E.** Problems in Endodontics. *Acta Stomatol Croat.* **2010**;44(2):79-136.
11. **Zehnder M.** Root canal irrigants. *J Endod.* **2006**;32(5):389-98.
12. **Tartari T, Wichnieski C, Bachmann L, Jafelicci Jr M, Silva R, et al.** Effect of the combination of several irrigants on dentine surface properties, adsorption of chlorhexidine and adhesion of microorganisms to dentine. *Int Endod J.* **2018**;51(12):1420-33.
13. **Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y.** Irrigation in endodontics. *Br Dent J.* **2014**;216(6):299-303.
14. **Dominguez MCL, Pedrinha VF, da Silva LCOA, Ribeiro MES, Loretto SC, et al.** Effects of different irrigation solutions on root fracture resistance: an in vitro study. *Iran Endod J.* **2018**;13(3):367.
15. **Mohammadi Z, Abbott P.** The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J.* **2009**;42(4):288-302.

16. **Clarkson R, Moule A, Podlich H, Kellaway R, Macfarlane R, et al.** Dissolution of porcine incisor pulps in sodium hypochlorite solutions of varying compositions and concentrations. *Aust Dent J.* **2006**;51(3):245-51.
17. **Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T.** Chelation in root canal therapy reconsidered. *J Endod.* **2005**;31(11):817-20.
18. **Tartari T, Vila Nova de Almeida B, Carrera Silva Júnior JO, Facíola Pessoa O.** A new weak chelator in endodontics: effects of different irrigation regimens with etidronate on root dentin microhardness. *Int J Dent.* **2013**;2013.
19. **Arias-Moliz MT, Ordinola-Zapata R, Baca P, Ruiz-Linares M, Ferrer-Luque CM.** Antimicrobial activity of a sodium hypochlorite/etidronic acid irrigant solution. *J Endod.* **2014**;40(12):1999-2002.
20. **Gu L-s, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, et al.** Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* **2009**;35(6):791-804.
21. **de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N.** Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *J Endod.* **2010**;36(7):1216-21.
22. **Stabholz A, Friedman S.** Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 2: treatment planning for retreatment. *J Endod.* **1988**;14(12):607-14.
23. **Salehrabi R, Rotstein I.** Epidemiologic evaluation of the outcomes of orthograde endodontic retreatment. *J Endod.* **2010**;36(5):790-92.
24. **Olçay K, Eyüboğlu TF, Özcan M.** Clinical outcomes of non-surgical multiple-visit root canal retreatment: a retrospective cohort study. *Odontology.* **2019**;107(4):536-45.
25. **Bergenholtz G, Lekholm U, Milthorpe R, Heden G, Ödesjö B, et al.** Retreatment of endodontic fillings. *Eur J Oral Sci.* **1979**;87(3):217-24.
26. **Gorni FG, Gagliani MM.** The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *J Endod.* **2004**;30(1):1-4.
27. **Siqueira Jr JF.** Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J.* **2001**;34(1):1-10.
28. **Nair PR, Sjögren U, Krey G, Kahnberg K-E, Sundqvist G.** Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod.* **1990**;16(12):580-88.
29. **Lin LM, Skribner JE, Gaengler P.** Factors associated with endodontic treatment failures. *J Endod.* **1992**;18(12):625-27.
30. **Lin LM, Pascon EA, Skribner J, Gängler P, Langeland K.** Clinical, radiographic, and histologic study of endodontic treatment failures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* **1991**;71(5):603-11.
31. **Sjögren U.** Success and failure in endodontics. *Australian Endodontic Newsletter.* **1996**;22(2):26-26.

32. **Siqueira Junior JF.** Tratamento das infecções endodônticas. *Tratamento das infecções endodônticas*; **1997**; 196-96.
33. **Nair PR.** Light and electron microscopic studies of root canal flora and periapical lesions. *J Endod.* **1987**;13(1):29-39.
34. **Sakellariou P.** Periapical actinomycosis: report of a case and review of the literature. *Dent Traumatol.* **1996**;12(3):151-54.
35. **Saunders W, Saunders E.** Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Dent Traumatol.* **1994**;10(3):105-08.
36. **Siqueira Jr JF, Rôças IN, Lopes HP, de Uzeda M.** Coronal leakage of two root canal sealers containing calcium hydroxide after exposure to human saliva. *J Endod.* **1999**;25(1):14-16.
37. **Torabinejad M, Ung B, Kettering JD.** In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod.* **1990**;16(12):566-69.
38. **Lopes HP, Siqueira Junior JF.** Endodontia: biologia e técnica. *Endodontia: biologia e técnica*; **2004**; 964-64.
39. **Hoen MM, Pink FE.** Contemporary endodontic retreatments: an analysis based on clinical treatment findings. *J Endod.* **2002**;28(12):834-36.
40. **Nair PR, Sjögren U, Krey G, Sundqvist G.** Therapy-resistant foreign body giant cell granuloma at the periapex of a root-filled human tooth. *J Endod.* **1990**;16(12):589-95.
41. **Nair P, Sjögren U, Schumacher E, Sundqvist G.** Radicular cyst affecting a root-filled human tooth: a long-term post-treatment follow-up. *Int Endod J.* **1993**;26(4):225-33.
42. **Nair PR, Pajarola G, Schroeder HE.** Types and incidence of human periapical lesions obtained with extracted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* **1996**;81(1):93-102.
43. **Morse DR, Wolfson E, Schacterle GR.** Nonsurgical repair of electrophoretically diagnosed radicular cysts. *J Endod.* **1975**;1(5):158-63.
44. **Neelakantan P, Romero M, Vera J, Daood U, Khan AU, et al.** Biofilms in endodontics—current status and future directions. *Int J Mol Sci.* **2017**;18(8):1748.
45. **Haapasalo M, Udnæs T, Endal U.** Persistent, recurrent, and acquired infection of the root canal system post-treatment. *Endodontic topics.* **2003**;6(1):29-56.
46. **Sundqvist G.** Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* **1994**;78(4):522-30.
47. **Provenzano JC, Siqueira Jr JF, Rôças IN, Domingues RR, Leme AFP, et al.** Metaproteome analysis of endodontic infections in association with different clinical conditions. *PLoS One.* **2013**;8(10).
48. **Rôças IN, Siqueira Jr JF.** Identification of bacteria enduring endodontic treatment procedures by a combined Reverse Transcriptase–Polymerase Chain reaction and Reverse-Capture Checkerboard approach. *J Endod.* **2010**;36(1):45-52.

49. **Huijie G, Chengzhi G, Chengfei Z, Shuying Z, Lin Y.** Morphology of bacterial flora in root canals associated with apical abscesses. *Chin Med J.* **2014**;127(18):3254-58.
50. **Siqueira Jr JF.** Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J.* **2003**;36(7):453-63.
51. **Anderson AC, Hellwig E, Vespermann R, Wittmer A, Schmid M, et al.** Comprehensive analysis of secondary dental root canal infections: a combination of culture and culture-independent approaches reveals new insights. *PLoS One.* **2012**;7(11):e49576.
52. **Love R.** Enterococcus faecalis—a mechanism for its role in endodontic failure. *Int Endod J.* **2001**;34(5):399-405.
53. **Wang J, Jiang Y, Chen W, Zhu C, Liang J.** Bacterial flora and extraradicular biofilm associated with the apical segment of teeth with post-treatment apical periodontitis. *J Endod.* **2012**;38(7):954-59.
54. **Basrani B, Haapasalo M.** Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic topics.* **2012**;27(1):74-102.
55. **Noiri Y, Ehara A, Kawahara T, Takemura N, Ebisu S.** Participation of bacterial biofilms in refractory and chronic periapical periodontitis. *J Endod.* **2002**;28(10):679-83.
56. **Violich D, Chandler N.** The smear layer in endodontics—a review. *Int Endod J.* **2010**;43(1):2- 15.
57. **Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE.** Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent Res.* **1970**;49(6):1359-68.
58. **Brannström M, Nordenvall K, Glantz P-O.** The effect of EDTA-containing surface-active solutions on the morphology of prepared dentin: an in vivo study. *J Dent Res.* **1980**;59(7):1127-31.
59. **Baumgartner JC, Mader CL.** A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod.* **1987**;13(4):147-57.
60. **Micheli V, Schuster G, Pashley DH.** Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J Dent Res.* **1980**;59(8):1398-403.
61. **Safavi KE, Spngberg LS, Langeland K.** Root canal dentinal tubule disinfection. *J Endod.* **1990**;16(5):207-10.
62. **Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD.** Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod.* **1984**;10(10):477-83.
63. **Cameron JA.** The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *J Endod.* **1987**;13(11):541-45.
64. **Meryon S, Brook A.** Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *Int Endod J.* **1990**;23(4):196-202.
65. **White RR, Goldman M, Lin PS.** The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. *J Endod.* **1987**;13(8):369-74.

66. **Gençoğlu N, Samani S, Günday M.** Evaluation of sealing properties of Thermafil and Ultrafil techniques in the absence or presence of smear layer. *J Endod.* **1993**;19(12):599-603.
67. **Hülsmann M.** *Endodontide problemler: etioloji, tanı ve tedavi*: Quintessence Yayıncılık; **2014**:254.
68. **Kandaswamy D, Venkateshbabu N.** Root canal irrigants. *Journal of conservative dentistry: JCD.* **2010**;13(4):256.
69. **Alaçam TE.** Ankara. *Özyurt Matbaacılık.* **2012**:529.
70. **Nair P.** Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Crit Rev Oral Biol Med.* **2004**;15(6):348-81.
71. **Darcey J, Jawad S, Taylor C, Roudsari RV, Hunter M.** Modern endodontic principles part 4: irrigation. *Dent Update.* **2016**;43(1):20-33.
72. **Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng YL.** Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic Topics.* **2005**;10(1):103-22.
73. **Dakin HD.** On the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. *Br Med J.* **1915**;2(2852):318.
74. **Frais S, Ng YL, Gulabivala K.** Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *Int Endod J.* **2001**;34(3):206-15.
75. **Grossman LI.** Irrigation of root canals. *The Journal of the American Dental Association.* **1943**;30(23):1915-17.
76. **Gomes B, Ferraz C, ME V, Berber V, Teixeira F, et al.** In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* **2001**;34(6):424-28.
77. **Radcliffe C, Potouridou L, Qureshi R, Hababbeh N, Qualtrough A, et al.** Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* **2004**;37(7):438-46.
78. **Byström A, Sundqvist G.** Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Eur J Oral Sci.* **1981**;89(4):321-28.
79. **Cvek M, Nord C-E, Hollender L.** Antimicrobial effect of root canal débridement in teeth with immature root. A clinical and microbiologic study. *Odontol Revy.* **1976**;27(1):1-10.
80. **Hand RE, Smith ML, Harrison JW.** Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod.* **1978**;4(2):60-64.
81. **Moorer W, Wesselink P.** Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J.* **1982**;15(4):187-96.
82. **Siqueira Jr JF, Rôças IN, Favieri A, Lima KC.** Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod.* **2000**;26(6):331-34.

83. **Zou L, Shen Y, Li W, Haapasalo M.** Penetration of sodium hypochlorite into dentin. *J Endod.* **2010**;36(5):793-96.
84. **Cheung G, Stock C.** In vitro cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonics. *Int Endod J.* **1993**;26(6):334-43.
85. **Cunningham WT, Joseph SW.** Effect of temperature on the bactericidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* **1980**;50(6):569-71.
86. **Berutti E, Marini R, Angeretti A.** Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *J Endod.* **1997**;23(12):725-27.
87. **Sum CP, Neo J, Kishen A.** What we leave behind in root canals after endodontic treatment: some issues and concerns. *Aust Dent J.* **2005**;31(3):94-100.
88. **Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M.** Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod.* **2010**;36(9):1558-62.
89. **Clegg M, Vertucci F, Walker C, Belanger M, Britto L.** The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. *J Endod.* **2006**;32(5):434-37.
90. **Athanassiadis B, Abbott P, Walsh LJ.** The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Aust Dent J.* **2007**;52:S64-S82.
91. **Gomes B, Souza S, Ferraz C, Teixeira F, Zaia A, et al.** Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. *Int Endod J.* **2003**;36(4):267-75.
92. **Lima KC, Fava LR, Siqueira Jr JF.** Susceptibilities of *Enterococcus faecalis* biofilms to some antimicrobial medications. *J Endod.* **2001**;27(10):616-19.
93. **Lindskog S, Piercs A, Blomiöf L.** Chlorhexidine as a root canal medicament for treating inflammatory lesions in the periodontal space. *Dent Traumatol.* **1998**;14(4):186-90.
94. **Ercan E, Özekinci T, Atakul F, Gül K.** Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: in vivo study. *J Endod.* **2004**;30(2):84- 87.
95. **Siqueira Jr JF, Paiva SS, Rôças IN.** Reduction in the cultivable bacterial populations in infected root canals by a chlorhexidine-based antimicrobial protocol. *J Endod.* **2007**;33(5):541- 47.
96. **Vianna M, Horz H, Gomes B, Conrads G.** In vivo evaluation of microbial reduction after chemo-mechanical preparation of human root canals containing necrotic pulp tissue. *Int Endod J.* **2006**;39(6):484-92.
97. **White R, Hays G, Janer L.** Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *J Endod.* **1997**;23(4):229-31.
98. **Rosenthal S, Spångberg L, Safavi K.** Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* **2004**;98(4):488-92.

99. **Patil PH, Gulve MN, Kolhe SJ, Samuel RM, Aher GB.** Efficacy of new irrigating solution on smear layer removal in apical third of root canal: A scanning electron microscope study. *Journal of conservative dentistry: JCD.* **2018**;21(2):190.
100. **Deari S, Mohn D, Zehnder M.** Dentine decalcification and smear layer removal by different ethylenediaminetetraacetic acid and 1-hydroxyethane-1, 1-diphosphonic acid species. *Int Endod J.* **2019**;52(2):237-43.
101. **Giardino L, Savadori P, Generali L, Mohammadi Z, Del Fabbro M, et al.** Antimicrobial effectiveness of etidronate powder (Dual Rinse® HEDP) and two EDTA preparations against *Enterococcus faecalis*: A preliminary laboratory study. *Odontology.* **2020**;108(3):396-405.
102. **O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC.** A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod.* **2000**;26(12):739-43.
103. **Çalt S, Serper A.** Smear layer removal by EGTA. *J Endod.* **2000**;26(8):459-61.
104. **Calt S, Serper A.** Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod.* **2002**;28(1):17-19.
105. **Wang Z, Shen Y, Haapasalo M.** Effect of smear layer against disinfection protocols on *Enterococcus faecalis*-infected dentin. *J Endod.* **2013**;39(11):1395-400.
106. **Banin E, Brady KM, Greenberg EP.** Chelator-induced dispersal and killing of *Pseudomonas aeruginosa* cells in a biofilm. *Appl Environ Microbiol.* **2006**;72(3):2064-69.
107. **de Almeida J, Hoogenkamp M, Felipe WT, Crielaard W, van der Waal SV.** Effectiveness of EDTA and modified salt solution to detach and kill cells from *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod.* **2016**;42(2):320-23.
108. **Clarkson RM, Podlich HM, Moule AJ.** Influence of ethylenediaminetetraacetic acid on the active chlorine content of sodium hypochlorite solutions when mixed in various proportions. *J Endod.* **2011**;37(4):538-43.
109. **Byström A, Sunqvist G.** The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J.* **1985**;18(1):35-40.
110. **Yoshida T, Shibata T, Shinohara T, Gomyo S, Sekine I.** Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant. *J Endod.* **1995**;21(12):592-93.
111. **De-Deus G, Zehnder M, Reis C, Fidel S, Fidel RAS, et al.** Longitudinal co-site optical microscopy study on the chelating ability of etidronate and EDTA using a comparative single-tooth model. *J Endod.* **2008**;34(1):71-75.
112. **Paqué F, Rechenberg D-K, Zehnder M.** Reduction of hard-tissue debris accumulation during rotary root canal instrumentation by etidronic acid in a sodium hypochlorite irrigant. *J Endod.* **2012**;38(5):692-95.
113. **Russell R, Rogers M.** Bisphosphonates: from the laboratory to the clinic and back again. *Bone.* **1999**;25(1):97-106.
114. **Mattia A, Merker R, Choudhuri S, DiNovi M, Walker R.** Peroxyacid Antimicrobial Solutions Containing 1-Hydroxyethylidene-1, 1-diphosphonic Acid (HEDP). *Safety evaluation of certain food additives.* **2006**:87.

115. **Licata AA.** From bathtub ring to osteoporosis: a clinical review of the bisphosphonates. *Cleve Clin J Med.* **1993**;60(4):284-90.
116. **De-Deus G, Namen F, Galan Jr J, Zehnder M.** Soft chelating irrigation protocol optimizes bonding quality of Resilon/Epiphany root fillings. *J Endod.* **2008**;34(6):703-05.
117. **Tejada S, Baca P, Ferrer-Luque C, Ruiz-Linares M, Valderrama M, et al.** Influence of dentine debris and organic tissue on the properties of sodium hypochlorite solutions. *Int Endod J.* **2019**;52(1):114-22.
118. **Neelakantan P, Varughese A, Sharma S, Subbarao C, Zehnder M, et al.** Continuous chelation irrigation improves the adhesion of epoxy resin-based root canal sealer to root dentine. *Int Endod J.* **2012**;45(12):1097-102.
119. **Lottanti S, Gautschi H, Sener B, Zehnder M.** Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer. *Int Endod J.* **2009**;42(4):335-43.
120. **Ballal N, Gandhi P, Shenoy PA, Shenoy Belle V, Bhat V, et al.** Safety assessment of an etidronate in a sodium hypochlorite solution: randomized double-blind trial. *Int Endod J.* **2019**;52(9):1274-82.
121. **Boessler C, Peters OA, Zehnder M.** Impact of lubricant parameters on rotary instrument torque and force. *J Endod.* **2007**;33(3):280-83.
122. **Neelakantan P, Nandagopal M, Shemesh H, Wesselink P.** The effect of root dentin conditioning protocols on the push-out bond strength of three calcium silicate sealers. *International Journal of Adhesion and Adhesives.* **2015**;60:104-08.
123. **Deniz Sungur D, Aksel H, Ozturk S, Yilmaz Z, Ulubayram K.** Effect of dentine conditioning with phytic acid or etidronic acid on growth factor release, dental pulp stem cell migration and viability. *Int Endod J.* **2019**;52(6):838-46.
124. **Zollinger A, Mohn D, Zeltner M, Zehnder M.** Short-term storage stability of Na OCl solutions when combined with Dual Rinse HEDP. *Int Endod J.* **2018**;51(6):691-96.
125. **Biel P, Mohn D, Attin T, Zehnder M.** Interactions between the tetrasodium salts of EDTA and 1-hydroxyethane 1, 1-diphosphonic acid with sodium hypochlorite irrigants. *J Endod.* **2017**;43(4):657-61.
126. **Neelakantan P, Cheng C, Mohanraj R, Sriraman P, Subbarao C, et al.** Antibiofilm activity of three irrigation protocols activated by ultrasonic, diode laser or Er: YAG laser in vitro. *Int Endod J.* **2015**;48(6):602-10.
127. **Morago A, Ordinola-Zapata R, Ferrer-Luque CM, Baca P, Ruiz-Linares M, et al.** Influence of smear layer on the antimicrobial activity of a sodium hypochlorite/etidronic acid irrigating solution in infected dentin. *J Endod.* **2016**;42(11):1647-50.
128. **Giardino L, Del Fabbro M, Morra M, Pereira T, de Andrade FB, et al.** Dual Rinse® HEDP increases the surface tension of NaOCl but may increase its dentin disinfection efficacy. *Odontology.* **2019**;107(4):521-29.

129. **Van der Waal S, Van der Sluis L, Özok A, Exterkate R, van Marle J, et al.** The effects of hyperosmosis or high pH on a dual-species biofilm of *Enterococcus faecalis* and *Pseudomonas aeruginosa*: an in vitro study. *Int Endod J.* **2011**;44(12):1110-17.
130. **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. *Int Endod J.* **2006**;39(6):472-76.
131. **Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J.** An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *J Endod.* **1995**;21(5):277-80.
132. **Hauser V, Braun A, Frentzen M.** Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo®). *Int Endod J.* **2007**;40(8):644-52.
133. **Wu MK, Dummer P, Wesselink P.** Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. *Int Endod J.* **2006**;39(5):343-56.
134. **Chow T.** Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod.* **1983**;9(11):475-79.
135. **Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS.** A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod.* **1983**;9(4):137-42.
136. **Tay FR, Gu L-s, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, et al.** Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *J Endod.* **2010**;36(4):745-50.
137. **Bradford C, Eleazer P, Downs K, Scheetz J.** Apical pressures developed by needles for canal irrigation. *J Endod.* **2002**;28(4):333-35.
138. **Kumar VR, Bahuguna N, Manan R.** Comparison of efficacy of various root canal irrigation systems in removal of smear layer generated at apical third: An SEM study. *Journal of conservative dentistry: JCD.* **2015**;18(3):252.
139. **Huffaker SK, Safavi K, Spangberg LS, Kaufman B.** Influence of a passive sonic irrigation system on the elimination of bacteria from root canal systems: a clinical study. *J Endod.* **2010**;36(8):1315-18.
140. **Tronstad L, Barnett F, Schwartzben L, Frasca P.** Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Dent Traumatol.* **1985**;1(2):69-76.
141. **Ahmad M, Ford TRP, Crum LA.** Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *J Endod.* **1987**;13(3):93-101.
142. **Ekim Ş, Erdemir A.** Endodontide irrigasyon aktivasyon sistemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* **2015**;25:98-104.
143. **Pitt WG.** Removal of oral biofilm by sonic phenomena. *Am J Dent.* **2005**;18(5):345-52.
144. **Bago I, Plečko V, Gabrić Pandurić D, Schaperl Z, Baraba A, et al.** Antimicrobial efficacy of a high-power diode laser, photo-activated disinfection, conventional and sonic activated irrigation during root canal treatment. *Int Endod J.* **2013**;46(4):339-47.

145. **Al-Obaida MI, Moukaddem R, Allahem Z, AbdulWahed A, AlOnaizan FA, et al.** Comparison of bacterial removal from dentinal tubules with different irrigant agitation techniques: An in vitro study. *The Saudi dental journal*. **2019**;31(4):431-36.
146. **Ruddle C.** Endodontic disinfection-tsunami irrigation. *Endodontic Practice*. **2008**;11(1):7.
147. **Farhad A, Mohammadi Z.** Calcium hydroxide: a review. *Int Dent J*. **2005**;55(5):293-301.
148. **Siqueira Jr J, Lopes H.** Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J*. **1999**;32(5):361-69.
149. **Foreman P, Barnes I.** A review of calcium hydroxide. *Int Endod J*. **1990**;23(6):283-97.
150. **Byström A, Claesson R, Sundqvist G.** The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Dent Traumatol*. **1985**;1(5):170-75.
151. **Freeman BA, Crapo JD.** Biology of disease: free radicals and tissue injury. *Laboratory investigation; a journal of technical methods and pathology*. **1982**;47(5):412-26.
152. **Han GY, Park S-H, Yoon TC.** Antimicrobial activity of Ca (OH) 2 containing pastes with *Enterococcus faecalis* in vitro. *J Endod*. **2001**;27(5):328-32.
153. **Shuping GB, Ørstavik D, Sigurdsson A, Trope M.** Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. *J Endod*. **2000**;26(12):751-55.
154. **Siqueira Jr JF, de Uzeda M.** Disinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria. *J Endod*. **1996**;22(12):674-76.
155. **Atlas R.** *Principles of Microbiology, 2nd edn.* Dubuque, IA: USA: WCB Publishers; **1997**.
156. **Heling I, Steinberg D, Kenig S, Gavrilovich I, Sela M, et al.** Efficacy of a sustained-release device containing chlorhexidine and Ca (OH) 2 in preventing secondary infection of dentinal tubules. *Int Endod J*. **1992**;25(1):20-24.
157. **Ørstavik D, Haapasalo M.** Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Dent Traumatol*. **1990**;6(4):142-49.
158. **Kim D, Kim E.** Antimicrobial effect of calcium hydroxide as an intracanal medicament in root canal treatment: a literature review-Part I. In vitro studies. *Restorative dentistry & endodontics*. **2014**;39(4):241.
159. **SPSS Inc.** *SPSS for windows. Version 20.0* [computer program]. Version. Chicago, IL, USA: SPSS Inc.; **2016**.
160. **Çelik K, Belli S.** Kök Kanal Tedavilerinde Başarısızlık Sebepleri. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*. **2012**;33(1):6-12.
161. **Siqueira Jr JF, Magalhães KM, Rôças IN.** Bacterial reduction in infected root canals treated with 2.5% NaOCl as an irrigant and calcium hydroxide/camphorated paramonochlorophenol paste as an intracanal dressing. *J Endod*. **2007**;33(6):667-72.
162. **Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M.** Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J*. **2003**;36(6):411-15.

163. **Reyhani MF, Rezagholizadeh Y, Narimani MR, Rezagholizadeh L, Mazani M, et al.** Antibacterial effect of different concentrations of sodium hypochlorite on *Enterococcus faecalis* biofilms in root canals. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*. **2017**;11(4):215.
164. **Zand V, Lotfi M, Soroush MH, Abdollahi AA, Sadeghi M, et al.** Antibacterial efficacy of different concentrations of sodium hypochlorite gel and solution on *Enterococcus faecalis* biofilm. *Iran Endod J*. **2016**;11(4):315.
165. **Hauman C, Love R.** Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 1. Intracanal drugs and substances. *Int Endod J*. **2003**;36(2):75-85.
166. **Morago A, Ruiz-Linares M, Ferrer-Luque CM, Baca P, Rodríguez Archilla A, et al.** Dentine tubule disinfection by different irrigation protocols. *Microsc Res Tech*. **2019**;82(5):558- 63.
167. **Zhang C, Gao S, Li Y.** Effects of different concentrations of ethylenediamine tetraacetic acid paste on removing root canal smear. *Hua xi kou qiang yi xue za zhi= Huaxi kouqiang yixue zazhi= West China journal of stomatology*. **2010**;28(2):149-52, 57.
168. **Caron G.** Cleaning efficiency of the apical millimeters of curved canals using three different modalities of irrigant activation: an SEM study. *Paris: Paris VII University*. **2007**.
169. **Ruddle CJ.** Endodontic disinfection: Tsunami irrigation. *Saudi Endodontic Journal*. **2015**;5(1):1-12.
170. **Çelik Ünal G, Üreyen Kaya B, Taç A, Keçeci A.** A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. *Int Endod J*. **2009**;42(4):344-50.
171. **Kasam S, Mariswamy AB.** Efficacy of different methods for removing root canal filling material in retreatment-an in-vitro study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. **2016**;10(6):ZC06.
172. **Zandi H, Rodrigues RC, Kristoffersen AK, Enersen M, Mdala I, et al.** Antibacterial effectiveness of 2 root canal irrigants in root-filled teeth with infection: a randomized clinical trial. *J Endod*. **2016**;42(9):1307-13.
173. **Ma J, Tong Z, Ling J, Liu H, Wei X.** The effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine irrigants on the antibacterial activities of alkaline media against *Enterococcus faecalis*. *Arch Oral Biol*. **2015**;60(7):1075-81.
174. **Rödig T, Hausdörfer T, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, et al.** Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals—a micro-computed tomography study. *Int Endod J*. **2012**;45(6):580-89.
175. **Torabinejad M, Cho Y, Khademi AA, Bakland LK, Shabahang S.** The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *J Endod*. **2003**;29(4):233-39.
176. **Maden M, Ertuğrul İF, Orhan EO, Erik CE, Yetiş CÇ, et al.** Enhancing antibacterial effect of sodium hypochlorite by low electric current-assisted sonic agitation. *PLoS One*. **2017**;12(8):e0183895.

177. **Brito PR, Souza LC, de Oliveira JCM, Alves FR, De-Deus G, et al.** Comparison of the effectiveness of three irrigation techniques in reducing intracanal *Enterococcus faecalis* populations: an in vitro study. *J Endod.* **2009**;35(10):1422-27.
178. **Pedullà E, Genovese C, Messina R, La Rosa GR, Corsentino G, et al.** Antimicrobial efficacy of cordless sonic or ultrasonic devices on *Enterococcus faecalis*-infected root canals. *J Investig Clin Dent.* **2019**;10(4):e12434.
179. **Pasqualini D, Cuffini AM, Scotti N, Mandras N, Scalas D, et al.** Comparative evaluation of the antimicrobial efficacy of a 5% sodium hypochlorite subsonic-activated solution. *J Endod.* **2010**;36(8):1358-60.
180. **Kfir A, Goldenberg C, Metzger Z, Hülsmann M, Baxter S.** Cleanliness and erosion of root canal walls after irrigation with a new HEDP-based solution vs. traditional sodium hypochlorite followed by EDTA. A scanning electron microscope study. *Clin Oral Investig.* **2020**:1-8.
181. **Herrera DR, Santos ZT, Tay LY, Silva EJ, Loguercio AD, et al.** Efficacy of different final irrigant activation protocols on smear layer removal by EDTA and citric acid. *Microsc Res Tech.* **2013**;76(4):364-69.
182. **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. *J Endod.* **2009**;35(3):393-96.
183. **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. *Int Endod J.* **2002**;35(1):13-21.
184. **Sjögren U, Figdor D, Spångberg L, Sundqvist G.** The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J.* **1991**;24(3):119-25.
185. **Zamany A, Safavi K, Spångberg LS.** The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* **2003**;96(5):578-81.
186. **Önçağ Ö, Hoşgör M, Hilmioğlu S, Zekioğlu O, Eronat C, et al.** Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants. *Int Endod J.* **2003**;36(6):423-32.
187. **Sakamoto M, Rôças I, Siqueira Jr J, Benno Y.** Molecular analysis of bacteria in asymptomatic and symptomatic endodontic infections. *Oral Microbiol Immunol.* **2006**;21(2):112-22.
188. **Sathorn C, Parashos P, Messer HH.** How useful is root canal culturing in predicting treatment outcome? *J Endod.* **2007**;33(3):220-25.
189. **Siqueira Jr JF, Rôças IN.** Microbiology of apical periodontitis. *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis.* **2019**:91-142.
190. **Ricucci D, Siqueira Jr JF, Bate AL, Ford TRP.** Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod.* **2009**;35(4):493-502.
191. **Vera J, Siqueira Jr JF, Ricucci D, Loghin S, Fernández N, et al.** One-versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a histobacteriologic study. *J Endod.* **2012**;38(8):1040-52.

EKLER

EK-1: Endodontik Tedavi Onam Formu

Hasta Adı :

.....

Hasta Dosya No :

1).....tarihinde, Stj.Dt/Dt.....,no'lu dişimenedeniyle endodontik tedavi gerektiğini anlattı.

2) Bu tedavi için uygulanacak işlem basamakları açıklandı.

3) Endodonti kliniğinde sorumlu hekim dişin muayenesini yaptıktan sonra diş tedavi yapılmamasına karar verebilir.

4) Endodonti kliniğinde yapılan her türlü işlem sonrasında hekim önerilerine uyulmalı ve verilen randevulara düzenli olarak gelinmesi gerekmektedir. Bu randevulara uyum sağlanmadığı takdirde bazı komplikasyonlar gelişebilir.

5) Dişte derin çürük varlığında çürük temizlenip geçici dolguyla kapatılarak birkaç hafta sonra diş daimi dolgu yapılması tavsiye edilebilir (Kuafaj tedavisi). Eğer tedavi edilen dişte hastayı rahatsız edecek düzeyde ağrı ve hassasiyet olursa kanal tedavisi yapılması gerekebilir.

6) Kanal tedavisi dişin çekilmeden kurtarılması için yapılan bir işlemdir, ancak dişin yapısına ve dişteki iltihabın düzeyine bağlı olarak garantisi verilemeyen bir tedavidir. Bazı durumlarda, kanal tedavisi sırasında istenilmeyen durumlarla karşılaşılırsa sorunlu diş kök cerrahisi uygulanabilir veya dişin çekimi gerekebilir. Ayrıca kanal tedavisi tamamlandıktan bir süre sonra dişte iyileşme olmazsa, kanal tedavisinin tekrarı, cerrahi girişim ve bazen diş çekimi zorunlu olabilir.

- 7) Kanal tedavisi yapılabilmesi için eğer varsa diş üzerindeki kaplamanın sökülmesi gerektiğinden bu restorasyonların yenilenmesi gerekebilir.
- 8) Kanal tedavisi tek seansta tamamlanabileceği gibi dişin durumuna göre daha uzun sürebilen bir tedavidir. Çok seanslı uygulanan kanal tedavilerinde ara seanslarda kullanılan geçici dolgu maddesinin düşmesi veya diş dokularının zayıflığı nedeniyle dişin kırılması söz konusu olabilmektedir.
- 9) Kanal tedavisi yapılan dişteki hasarın derecesine göre dişin üst kısmına dolgu veya kuron (kaplama) yapılması gerekmektedir. Kanal tedavisi tamamlandıktan sonra dişe yapılacak üst restorasyonlar (dolgu, kuron veya köprü) fakülte içerisinde bulunan diğer kliniklerde yapılmaktadır.
- 10) Kanal tedavisi sırasında diştten birden fazla röntgen filmi çekimi gerekmektedir.
- 11) Kanal tedavisi sırasında yapılacak anesteziye bağlı olarak istenmeyen durumlar ortaya çıkabilmektedir(Fasiyal paralizi veya alerjik reaksiyon vb). Yeterli anestezi sağlanamadığında bu işlem tekrarlanabilir.
- 12) Kanal tedavisi için diş çürüğü temizlenirken veya tıkalı kanalların bulunması sırasında dişte delinme (perforasyon) meydana gelebilir.
- 13) Kanal tedavisi sırasında kök kanalı içinde sıkışmaya bağlı olarak kanalda alet kırılabilir.
- 14) Kullanılan kök kanal yıkama solüyonları kök dışına taşarak komplikasyonlara (şişlik,ağrı veya ciltte renk değişikliği vb) neden olabilir. Kanal tedavisi sonrasında dişte hassasiyet, çiğneme sırasında ağrı olabilir. Bu hassasiyet birkaç saatten birkaç güne kadar değişen sürelerde diş ve çevre dokularda hissedilebilir.
- 15) İleri derecede iltihaplı dişlerin tedavisinde işlem sonrası şişlik, ağrı oluşabilir ve birkaç gün devam edebilir.
- 16) Kök kanal tedavi sonrası dişte renk değişikliği görülebilir.
- 17) Kök kanal tedavisi esnasında anatomik komşuluğa bağlı olarak sinüs perforasyonu gelişebilir.
- 18) Kök kanal dolgusu yapılırken nadiren de olsa kanal patları komşu anatomik boşluklara taşarak bazı istenmeyen durumlara neden olabilir:
 - * Dudakta, dilde çenede yanaklarda, dişetlerinde ve dişlerde geçici ama nadiren kalıcı olabilen hissizlik, uyuşma ve karıncalanma hissi oluşabilir.
 - * Kulağa, boyuna ve başa yansıyan ağrı, iyileşmede gecikme meydana gelebilir.

Yukarıda yazılı olan her şey bana anlatıldı ve ben de tedavinin sonuçlarının garanti edilemeyeceğini anladım ve kabul ettim.

Bu formda yazılı olan riskleri, diğer tedavi seçeneklerini ve doktorumun önerilerini tartışma fırsatı verildi.

Bu onam formu doktorumla aramda geçen tüm konuşmaları kapsamamaktadır.

BU FORMDA TANIMLANAN GİRİŞİMİN / TEDAVİNİN TARAFIMA UYGULANMASINI

☐

KABUL EDİYORUM

☐

KABUL ETMİYORUM

Hastanın İmzası : **Tarih / Saat :**
.....

Doktorun İmzası : **Tarih / Saat :**
.....

EK-2: Çalışmaya Katılan Gönüllülerin Bilgilendirilmiş Olur / (Rıza) Formu

**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ
TIBBİ ETİK KURULU
Gönüllülerin Bilgilendirilmiş Olur / (Rıza) Formu**

Araştırmanın Konusu : “Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesinde Kullanılan Farklı İrrigasyon Solüsyonları ve Aktivasyon Cihazlarının Antimikrobiyal Etkisinin Değerlendirilmesi”
Araştırmanın Amacı: Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesinde Kullanılan Farklı İrrigasyon Solüsyonları ve Aktivasyon Cihazlarının Antimikrobiyal Etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.
Araştırmaya Katılma Süresi: Tedavi süresince
Araştırmaya Katılacak Yaklaşık Gönüllü Sayısı: 40

Sayın Gönüllü;

“Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesinde Kullanılan Farklı İrrigasyon Solüsyonları ve Aktivasyon Cihazlarının Antimikrobiyal Etkisinin Değerlendirilmesi” başlıklı bilimsel araştırma projemizin tedavi sürecinde kök kanal tedavisi yenilenmesi kararı alınmış olan dişinizden örnek alınmasına izin vermiş bulunmaktasınız. Tedaviniz esnasında dişinizin kök kanallarından pamuk ile mikrobiyolojik örnek alınacaktır. Dişinizden alınan pamuk örneklerden mikrobiyolojik test yapılacaktır ve butestin sonucu çalışma için kullanılacaktır.

Dişleriniz MKÜ Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Polikliniğinde tedavi edilecektir. Beklenmeyen bir etki görüldüğünde uzman hekim tarafından müdahale edilecektir.

Çalışmaya gönüllü olmanız durumunda size herhangi bir ücret ödenmeyecek veya sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir.

Çalışmaya katılmak istememeniz durumunda veya çalışmanın herhangi bir aşamasında çalışmadan çıkmak istemeniz durumunda size uygulanan tedavide herhangi bir değişiklik olmayacaktır.

Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Sağlayacağınız katkı için teşekkür eder, acil şifalar dilerim.

Yukarıdaki, araştırmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri içeren metni okudum. Bana, tanık huzurunda aşağıda konusu belirtilen araştırmayla ilgili yazılı ve sözlü açıklama yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı ve katılmama hakkımın olduğunu, araştırma başladıktan sonra devam etmeyi istememe hakkına sahip olduğum gibi kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Bu koşullarda söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın, kendi rızam ile katılmayı kabul ediyorum.

GÖNÜLLÜ	
Adı Soyadı: Adresi:	Telefon : (0) Faks : (0) İmza
Bilgi Verebilecek Kişi:	
VELİ, VASİ VEYA VEKİL (18 yaşından küçük olanlar için)	
Adı Soyadı: Adresi:	Telefon : (0) Faks : (0) İmza:
Yakınlığı:	
ARAŞTIRMACI	
	Telefon : (0) Faks : (0) İmza
GEREKTİĞİNDE GÖNÜLLÜ VEYA YAKINININ BAŞVURABİLECEĞİ KİŞİ:	
Adı Soyadı: Adresi:	Telefon : (0) Faks : (0) İmza
TANIK:	
Adı Soyadı: Görevi Adresi:	Telefon : (0) Faks : (0) İmza

NOT: Bu belge dört örnek halinde hazırlanacak, birer örnek araştırmacı, gönüllü, tanık ve kurum tarafından saklanacaktır.



ÖZGEÇMİŞ

■■■■■■ yılında ■■■■■■ da doğdu. İlk ve orta öğrenimini ■■■■■■'da, lise öğrenimini ■■■■■■ tamamladı. ■■■■■■ yılında ■■■■■■ kazandı. ■■■■■■ yılında mezun oldu. Askerlik görevini ■■■■■■ yerine getirdi. Kamu görevi olarak sırasıyla, ■■■■■■ ■■■■■■ ■■■■■■ sorumlu hekim ve diş hekimi olarak çalıştı. ■■■■■■ yılında yapılan Diş Hekimliğinde Uzmanlık sınavı sonucunda ■■■■■■ ■■■■■■ Endodonti Anabilim Dalında uzmanlık eğitimi almaya hak kazandı. Halen ■■■■■■ ■■■■■■ Endodonti Anabilim Dalında görev yapmaktadır. ■■■■■■