



**FARKLI SON YIKAMA SOLÜSYONLARININ BİYOSERAMİK ESASLI
KÖK KANAL DOLGU PATININ PUSH-OUT BAĞLANMA DAYANIMI
ÜZERİNE ETKİSİ**

Şadihan KURT KOÇ

**UZMANLIK TEZİ
ENDODONTİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

MAYIS 2024

Şadihan KURT KOÇ tarafından hazırlanan “FARKLI SON YIKAMA SOLÜSYONLARININ BİYOSERAMİK ESASLI KÖK KANAL DOLGU PATININ PUSH-OUT BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Endodonti Ana Bilim Dalında UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Bağdagül HELVACIOĞLU KIVANÇ

Endodonti Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. Özgür TOPUZ

Endodonti Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Prof. Dr. Berkan ÇELİKTEN

Endodonti Ana Bilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Uzmanlık Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 30/05/2024

Jüri üyeleri tarafından UZMANLIK tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Kahraman GÜNGÖR

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

ETİK BEYAN

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

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

Bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Şadihan KURT KOÇ

30/05/2024

FARKLI SON YIKAMA SOLÜSYONLARININ BİYOSERAMİK ESASLI KÖK
KANAL DOLGU PATININ PUSH-OUT BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİ

(Uzmanlık Tezi)

Şadihan KURT KOÇ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Mayıs 2024

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, endodontik tedavi sırasında son yıkama solüsyonu olarak uygulanan 6 farklı solüsyonun, biyoseramik esaslı bir kanal patının bağlanma dayanımına etkisini push-out testi ile değerlendirmektir. Çalışmada 120 adet çekilmiş alt küçük azı dişi kullanıldı. Örneklerin standardizasyonunun sağlanabilmesi amacıyla, kök boyları 12 mm olacak şekilde dişlerin kronları uzaklaştırıldı. Kök kanalları EndoArt Action Gold döner eğe sistemi ile #F3 enstrümanına kadar şekillendirildi. Örnekler son yıkama solüsyonları için rastgele 6 gruba ayrıldı: %17 EDTA, %2 CHX, %0,2 Kitosan, Kitosan-CHX, Kitosan-AgNP, Distile su. Son yıkama solüsyonları EndoActivator kullanılarak 1 dk boyunca aktive edildi. Kanallar Dia-Root Bio Sealer ve güta-perka konları kullanılarak tek kon tekniği ile dolduruldu. Kesme cihazı kullanılarak her dişin koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinden 1 mm kalınlığında kesitler alındı. Push-out testi, evrensel bir test cihazı kullanılarak gerçekleştirildi ve veriler megapaskal (MPa) cinsinden kaydedildi. Daha sonra dentin disklerinde meydana gelen kırık tipleri değerlendirildi. Veriler iki yönlü ANOVA ve Tukey Testi kullanılarak analiz edildi. Önem düzeyi $p=0,05$ olarak alındı. Solüsyon gruplarının bağlanma dayanımı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). En yüksek bağlanma değerleri sırasıyla Kitosan, Kitosan-AgNP ve EDTA gruplarında görüldü, bu gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Tüm gruplar arasında distile su grubunun, anlamlı olarak en düşük bağlanma değerlerine sahip olduğu bulundu ($p<0,05$). CHX ve Kitosan-CHX grupları, Kitosan grubuna göre anlamlı olarak daha düşük bağlanma değerleri gösterdi ($p<0,05$). Koronal, orta ve apikal bölgelerde bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0,741$). Grup ve bölge etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,005$). En yüksek bağlanma dayanımı gösteren bölge, Kitosan grubunda orta üçlü bölgesi oldu. Tüm örneklerin kırık tipleri incelendiğinde en çok karışık tip kırık görüldü. Kitosan solüsyonları, biyoseramik esaslı patların dentine bağlanmasının artırılması için son yıkama solüsyonu olarak kullanılabilir.

Bilim Kodu : 1015.1

Anahtar Kelimeler : İrrigasyon solüsyonları, Kitosan, Kitosan-gümüş nanopartikülleri, Kitosan-klorheksidin, Push-out testi

Sayfa Adedi : 86

Danışman : Prof. Dr. Bağdagül HELVACIOĞLU KIVANÇ

THE EFFECT OF DIFFERENT FINAL IRRIGATION SOLUTIONS ON THE
PUSH-OUT BOND STRENGTH OF A BIO CERAMIC-BASED ROOT CANAL
SEALER

(Speciality Thesis)

Şadihan KURT KOÇ

GAZİ UNIVERSITY
FACULTY OF DENTISTRY

May 2024

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of six different final irrigation solutions used during endodontic treatment on the bond strength of a bioceramic-based canal sealer using the push-out test. A total of 120 extracted mandibular premolars were used in the study. To ensure standardization of the samples, the crowns of the teeth were removed, resulting in root lengths of 12 mm. The root canals were shaped up to the #F3 instrument using the EndoArt Action Gold rotary file system. The samples were randomly divided into six groups for final irrigation solutions: 17% EDTA, 2% CHX, 0.2% Chitosan, Chitosan-CHX, Chitosan-AgNP, and distilled water. The final irrigation solutions were activated for 1 minute using EndoActivator. The canals were filled using the single cone technique with Dia-Root Bio Sealer and gutta-percha cones. Each tooth was sectioned into 1 mm thick slices from the coronal, middle, and apical thirds using a slicing device. The push-out test was performed using a universal testing machine, and the data were recorded in megapascals (MPa). Then, the types of fractures in the dentin disks were evaluated. The data were analyzed using two-way ANOVA and Tukey Test, with a significance level set at $p=0.05$. The effect of the solution groups on bond strength was found to be statistically significant ($p<0.001$). The highest bond strength values were observed in the Chitosan, Chitosan-AgNP, and EDTA groups, respectively, with no significant difference among these groups ($p>0.05$). The distilled water group had significantly the lowest bond strength values among all groups ($p<0.05$). The CHX and Chitosan-CHX groups showed significantly lower bond strength values compared to the Chitosan group ($p<0.05$). No statistically significant difference was found in bond strength values between the coronal, middle, and apical regions ($p=0.741$). The interaction between group and region was found to be statistically significant ($p=0.005$). The region with the highest bond strength was the middle third in the Chitosan group. When the types of fractures in all samples were examined, mixed type fractures were most commonly observed. Chitosan solutions can be used as final irrigation solutions to enhance the bonding of bioceramic-based sealers to dentin.

Science Code : 1015.1

Key Words : Chitosan, Chitosan-chlorhexidine, Chitosan-silver nanoparticle,
Irrigation solutions, Push-out test

Page Number : 86

Supervisor : Prof. Dr. Bağdagül HELVACIOĞLU KIVANÇ

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tezimin hazırlığı süresince karşılaştığım her zorlukta bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren, rehberliğini ve sabrını esirgemeyen, desteğini ve sevgisini hep hissettiğim, üzerimde çok emeği olan, çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Bağdagül HELVACIOĞLU KIVANÇ'a,

Tüm asistanlık dönemim boyunca her zaman kapısının bana açık olduğunu hissettiren, desteğini ve yardımlarını esirgemeyen canım hocam Doç. Dr. Mügem Aslı EKİCİ ve Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalındaki tüm değerli hocalarıma,

Tez sürecimde bana her konuda destek olan, yardımlarını ve bilgilerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Berkan ÇELİKTEN ve Doç. Dr. Gülin AMASYA ÇELİKTEN'e,

Başta desteği, yardımları ve güzel sohbeti ile uzmanlık hayatımı kolaylaştıran Münevver AKBULUT olmak üzere tüm çalışma arkadaşlarım ve tüm bölüm personelimize,

Bu yolculuğa birlikte başlayıp birlikte yol aldığımız, birlikte öğrendiğimiz, hep birlikte sevinip birlikte üzüldüğümüz, her zaman en büyük destekçilerim olan canlarım Sine GÜNGÖR US ve Beyza BATMAZ'a,

Asistanlık hayatım boyunca günlerimi güzelleştiren, her başım sıkıştığında yanımda olan, hep iyi ki dediğim canım dostlarım, Aybüke KARACA SAKALLI, Gizem KAPLAN, Duygu DEĞİRMENCİOĞLU, Seray ATEŞ ve Arzu ŞAHİN MANTI'ya,

Sevgileri, emekleri, özverileri ile beni bugünlere getiren canım annem Emine KURT, canım babam Sıtkı KURT ve biricik abim Bahadır KURT'a, bana her zaman destek olan ailem Betül KOÇ ve Haşim KOÇ'a,

Ve son olarak, yanımda olamadığımda bile hep yanı başımda hissettiğim, sevgisi ile bana güç veren, her zaman desteği ile yola devam etmemi sağlayan, birlikte geçireceğimiz güzel günler için can attığım, sevgilim, hayatım ve canım eşim Alperen KOÇ'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Kök Kanal Tedavisinde İrrigasyon Solüsyonları.....	5
2.1.1. Sodyum hipoklorit (NaOCl)	7
2.2. Kök Kanallarının Son Yıkamasında Kullanılan Solüsyonlar	8
2.2.1. Klorheksidin (CHX).....	9
2.2.2. Etilen diamin tetraasetik asit (EDTA).....	10
2.2.3. Kitosan	12
2.2.4. Kitosan – klorheksidin kombinasyonu (Kitosan - CHX).....	14
2.2.5. Kitosan – gümüş nanopartikül kombinasyonu (Kitosan – AgNP).....	15
2.3. Kök Kanal Tedavisinde Kullanılan İrrigasyon Aktivasyon Yöntemleri	17
2.3.1. El ile yapılan (manuel) irrigasyon aktivasyon yöntemleri	18
2.3.2. Makine aracılı irrigasyon aktivasyon yöntemleri	19
2.4. Kök Kanallarının Doldurulması.....	21
2.4.1. Kor materyalleri	22
2.4.2. Kök kanal dolgu patları.....	23
2.4.3. Kök kanallarının doldurulmasında kullanılan teknikler	26

	Sayfa
2.5. Kök Kanallarında Adezyon	27
2.5.1. Push-out testi.....	28
2.5.2. Bağlanma dayanımı testi esnasında oluşan başarısızlık tipleri	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM	31
3.1. Etik Kurul Onayı.....	31
3.2. Örneklerin Seçimi	31
3.3. Örneklerin Hazırlanması.....	32
3.4. Kitosan Solüsyonlarının Hazırlanması:	34
3.5. Örneklerin Doldurulması	35
3.6. Örneklerin Push-Out Testi Öncesi Hazırlanması.....	37
3.7. Push-Out Testi	39
3.8. İstatistiksel Analiz.....	41
4. BULGULAR	43
4.1. Push-Out Bağlanma Dayanımı Testi Sonuçları	43
4.2. Bağlanma Dayanımı Testi Esnasında Oluşan Başarısızlık Tipleri	46
5. TARTIŞMA	49
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	61
KAYNAKLAR	63
EKLER.....	81
EK-1. Etik Kurul İzni.....	82
ÖZGEÇMİŞ	86

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Grup ve bölgeye göre MPa değerlerinin karşılaştırılması	43
Çizelge 4.2. Solüsyon gruplarına göre MPa değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları	44
Çizelge 4.3. Solüsyon gruplarına ait bölgelerin ortalama MPa değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları	45
Çizelge 4.4. Grup ve bölgelere göre MPa değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve çoklu karşılaştırma sonuçları	46
Çizelge 4.5. Örneklerde meydana gelen kırık tipleri sayısı ve ortama yüzdesi	47
Çizelge 4.6. Bölgelere göre meydana gelen kırık tipleri sayısı ve ortalama yüzdesi	47

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kitin deasetilasyonunun şematik gösterimi	12
Şekil 4.1. Solüsyon gruplarının ortalama push-out bağlanma değerlerini (MPa) gösteren grafik	44
Şekil 4.2. Solüsyon gruplarına ait bölgelerin ortalama push-out bağlanma değerlerini (MPa) gösteren grafik	45
Şekil 4.3. Örneklerdeki toplam başarısızlık yüzdeleri	47



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. (a) Örneklerin kök boyunun 12 mm uzunluğunda olacak şekilde işaretlenmesi (b,c) Kronların uzaklaştırılmasından sonra kökler.....	32
Resim 3.2. (a) Çalışmamızda kullanılan %17 EDTA solüsyonu (b) Çalışmamızda kullanılan %2 CHX solüsyonu.....	33
Resim 3.3. Çalışmamızda kullanılan kitosan bazlı solüsyonlar (a) Kitosan solüsyonu (b) CHX içeren Kitosan çözeltisi (c) AgNP içeren Kitosan çözeltisi	34
Resim 3.4. EndoActivator ile sonik aktivasyon	34
Resim 3.5. Çalışmamızda kullanılan Dia-Root Bio Sealer kanal patı	36
Resim 3.6. Güta-perka ve Dia-Root Bio Sealer ile doldurulan örnekler.....	36
Resim 3.7. Etüvde bekletilen örnekler	37
Resim 3.8. Apikal 3 mm'lik kısmı dışarıda bırakılarak akrilik rezin içerisine gömülen örnekler	38
Resim 3.9. (a) Microcut hassas kesim cihazı (b) Örneklerden kesit alınması	38
Resim 3.10. Kesit kalınlıklarının dijital kumpas kullanılarak ölçülmesi	38
Resim 3.11. Alınan kesit örnekleri.....	39
Resim 3.12. Push-out testinin uygulandığı evrensel test cihazı	40
Resim 3.13. (a) Kök kanal dolgusunun hareket edebilmesi için altında boşluk bulunan düzenek (b) Kök kanal dolgusuna uç yardımıyla kuvvet uygulanması	40
Resim 4.1. (a) Adeziv kırık (b) Koheziv kırık (c) Karışık tip kırık	46

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

#	Numara
%	Yüzde
<	Küçüktür
=	Eşittir
>	Büyüktür
±	Artı veya eksi
≥	Büyük ve eşit
°C	Santigrat derece
α	Alfa
β	Beta
Π	Pi sayısı

Kısaltmalar

Açıklamalar

AgNO ₃	Gümüş nitrat
AgNP	Gümüş nanopartikülleri
ark.	Arkadaşları
ATP	Adenozin trifosfat
CHX	Klorheksidin
dk	Dakika
DNA	Deoksiribo nükleik asit
EDTA	Etilendiamin tetraasetik asit
Er, Cr:YSGG	Erbiyum, krom: yittriyum selenyum galyum garnet
Er:YAG	Erbiyum: yittriyum alüminyum garnet
G	Gauge
h	Kesit kalınlığı
H ⁺	Hidrojen iyonu

Kısaltmalar	Açıklamalar
H₂O	Su
HEBP	Etidronik asit
HOCl	Hipokloröz asit
kHz	Kilohertz
Kitosan - AgNP	Kitosan – gümüş nanopartikül kombinasyonu
Kitosan - CHX	Kitosan – klorheksidin kombinasyonu
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mm²	Milimetrekaare
MPa	Megapaskal
MTA	Mineral trioksit agregat
N	Newton
Na⁺	Sodyum
NaBH₄	Sodyum borhidrür
NaOCl	Sodyum hipoklorit
NaOH	Sodyum hidroksit
nm	Nanometre
NP	Nanopartikül
OCl⁻	Hipoklorit iyonu
OH⁻	Hidroksil iyonu
p	İstatistiksel anlamlılık, p değeri
pH	Power of hydrogen (hidrojenin gücü)
PIPS	İndüklenmiş fotoakustik dalgalanma
ppm	Parts per million (milyonda bir birim)
r	Kök kanal dolgusunun apikal yarıçapı
R	Kök kanal dolgusunun koronal yarıçapı
SAF	Self adjusting file
SWEEPS	Şok dalgası ile emisyonu artırılmış fotoakustik dalgalanma
µm	Mikrometre

1. GİRİŞ

Endodontik tedaviler, kök kanal sisteminin dezenfeksiyonunu, şekillendirilmesini ve bunların sonunda üç boyutlu olarak sızdırmayacak şekilde doldurulmasını içermektedir [1]. Başarılı bir kök kanal tedavisi için, pulpal ve periapikal hastalıkların gelişiminde rol oynayan enfektif mikroorganizmaları içeren pulpa dokusunun ve dentin debrisinin tüm kök kanal sisteminden kemomekanik olarak uzaklaştırılması gerekmektedir [2, 3]. Kanal enstrümantasyonu, mekanik olarak kök kanal sisteminden mikroorganizmaların uzaklaştırılması için kullanılsa da enstrümantasyondan sonra kanal yüzey alanının %35'ine varan kısmının dokunulmamış olarak kalabileceği gösterilmiştir [4-6]. Enstrümantasyonla ulaşılamayan kanal içi düzensizliklere veya karmaşık kök kanal anatomisine sahip dişlerde, irrigasyon solüsyonları aracılığıyla kimyasal debridman yapılması gereklidir [3, 7].

Kök kanallarının kemomekanik preparasyonu sırasında dentin duvarının yüzeyel bölümlerinin kopması, kanaldaki diğer artık içeriklerle birleşmesi ve yüzeye sıvanması ile smear tabakası oluşur. Smear tabakası; dentin talaşlarından kaynaklanan inorganik dokuları, pulpa dokusunu, odontoblast uzantılarını ve mikroorganizma kaynaklı organik dokuları içerir. Diş yapısında eğeleme, kesme ve aşındırma işlemleri ile meydana gelmektedir. Smear tabakasının kalınlığı kesici enstrümanların tipine, keskinliğine ve dentinin kuru veya nemli olarak eğelenmiş olmasına bağlıdır [8, 9].

Smear tabakasının korunması ya da çıkarılması üzerinde fikir birliği bulunmamaktadır. Bazı araştırmacılar, smear tabakası varlığının dentin tübüllerini tıkayarak dentin geçirgenliğini azaltacağını, böylelikle mikroorganizmaların veya toksinlerinin dentin tübülleri içine penetrasyonunu önleyebileceğini savunmakta, bu yüzden smear tabakasının uzaklaştırılmasını önermemektedirler [10, 11]. Diğer bir görüş ise smear tabakasının uzaklaştırılması gerektiği yönündedir. Smear tabakasının, irrigasyon ajanlarının dentin duvarlarına temasını azaltarak kanal içi dezenfeksiyonu olumsuz etkilediği, kanal dolgusu sonrası oluşan mikrosızıntıyı artırıp kanal içinde kalan mikroorganizmalar için besin deposu olma özelliği gösterdiği ve kanal içi ilaçlar ile kanal patlarının dentin tübülleri içine penetrasyonunu engellediği yönünde birçok çalışma mevcuttur [12-16].

Smear tabakasının hem organik hem inorganik bileşenler içermesi, bu tabakanın irrigasyon solüsyonları tarafından uzaklaştırılmasını zorlaştırmaktadır [17]. Güçlü antimikrobiyal ve

organik doku çözme özellikleri nedeniyle en çok kullanılan irrigasyon solüsyonu olan sodyum hipoklorit (NaOCl), inorganik dokuya etki etmediğinden smear tabakasını tek başına kaldıramamaktadır [18, 19]. Bu sebeple etkili bir şelatör olan etilendiamin tetraasetik asit (EDTA), smear tabakasının inorganik kısmını uzaklaştırmak için yaygın olarak kullanılır. EDTA, antibakteriyel etkisinin yetersiz olması nedeniyle, kök kanal tedavisi sırasında sodyum hipoklorit (NaOCl) veya klorheksidin (CHX) ile birlikte kullanılmalıdır. Ancak yapılan araştırmalarda, sıklıkla uygulanan bu protokolün smear tabakasını tamamen uzaklaştıramadığı bildirilmiştir. [17] EDTA'nın dentin üzerindeki eroziv etkisi ve biyoyumluluğunun tartışmalı olması sebebiyle farklı son yıkama solüsyonları araştırılmaktadır [17, 20].

Kitosan, kitinin deasetillenmiş bir türevidir. Kitosan nanopartikülleri yüksek pH'ya sahiptir, kök kanalı ve dentin tübüllerine nüfuz ederek uzun süreli antimikrobiyal etki sağlar [21]. Silva ve ark. [22] kitosanın şelasyon etkisini araştırmışlar ve kitosanın smear tabakasını dentin duvarlarından etkili bir şekilde uzaklaştırırken EDTA'dan daha az dentin demineralizasyonuna neden olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Gümüş nanopartikülleri yüzey alanlarının geniş ve boyutlarının küçük olması nedeniyle bakteri hücre zarına kolayca nüfuz edebilir, hızlı bakterisidal etkiye neden olur ve antibakteriyel etkileri uzun süre devam eder [21]. Afkhami ve ark. [23] tarafından yapılan bir çalışmada, 100 ppm gümüş nanopartikülleri içeren irrigasyon süspansiyonu özellikleri, konvansiyonel olarak kullanılan %2,5 NaOCl ile karşılaştırılmış ve benzer antimikrobiyal etkinlikte oldukları gözlenmiştir. Gümüş nanopartiküllerinin çeşitli irrigasyon solüsyonlarına ilave edildiği çalışmalar umut verici sonuçlar göstermektedir [24, 25].

CHX, etkili bir antibakteriyel ve antifungal ajandır [26]. Antibakteriyel etkisinin uzun süreli olması, biyoyumlu olması, tadı ve kokusunun NaOCl'ye oranla hastalar tarafından tolere edilebilir olması nedeniyle endodontide irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmaktadır [8]. CHX ile kitosan nanopartiküllerinin birlikte kullanıldığı çalışmalarda antibakteriyel etkinin önemli ölçüde arttığı gösterilmiştir [27, 28].

Kök kanal preparasyonu ve dezenfeksiyonundan sonra kanal boşluğunda sızıntı olmaması, kanalların yeniden enfekte olmaması, bakteriyel kontaminasyonun azaltılması ve kalan diş yapısına destek olunması amacıyla kök kanallarının sızdırmaz bir şekilde doldurulması

gerekmektedir. Kök kanal sisteminin doldurulmasında şimdiye kadar çok çeşitli materyaller ve yöntemler önerilmiştir. Günümüzde çoğunlukla kök kanal boşluğunun tamamı gütaperka ile tıkanıp geriye kalan alanlar kanal patı veya siman şeklinde uyumlandırılabilen bir materyalle doldurulmaktadır [29, 30].

Son zamanlarda birçok kanal patı piyasaya sürülmüştür. Kalsiyum silikat esaslı simanların sızdırmazlık özellikleri ve biyouyumluluğundan ilham alınarak kalsiyum silikat esaslı kanal patları geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalara göre bu kanal patları gelişmiş fiziksel özelliklere sahiptirler. Yüksek bağlanma dayanımı ve üstün sızdırmazlık özelliği gösteren biyouyumlu malzemelerdir [31-33].

Adezyon molekül yapıları farklı iki yüzeyin bağlanması anlamına gelmektedir. Endodontide adezyon, kök kanal dolgu maddesinin kök kanalından ayrılmaya karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir. Kanal patının hem dentine hem de kor materyaline adezyon göstermesi kök kanal tedavisinin başarısı için önemlidir. Kanal preparasyonu, dolum tekniği, smear tabakasının varlığı ve kanal patının tipi gibi bazı faktörler de kanal patının adezyonunu etkileyebilir [30]. Ayrıca yapılan çalışmalarda son yıkama solüsyonu protokolünün, kanal patının kök dentinine adezyonunu etkilediği gösterilmiştir [12, 34, 35]. Kök kanal dolgu malzemelerinin bağlanma dayanımını değerlendirmek için push-out testi sıklıkla kullanılan bir yöntemdir [36].

Bu çalışmanın amacı; kitosan içerikli son yıkama solüsyonlarının, biyoseramik esaslı bir kanal patının bağlanma dayanımı üzerine etkisini push-out testi ile değerlendirmektir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Kanal Tedavisinde İrrigasyon Solüsyonları

Kök kanal sisteminin karmaşık anatomisi ve mekanik enstrümantasyonun sınırlı alanda etki gösterebiliyor olması kök kanalının yeterince temizlenememesine neden olmaktadır [37]. İrrigasyon solüsyonları, kök kanal sisteminin dezenfeksiyonuna ve yıkama etkisi ile debrisin mekanik olarak uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Ayrıca karmaşık anatomiye veya enstrümantasyonla ulaşılamayan düzensizliklere sahip dişlerde kimyasal debridmana katkıda bulunur [3]. İrrigasyonun temel amaçları şu şekilde sıralanabilir [37];

- Kök kanalındaki, kanal duvarındaki ve dentin tübülleri içindeki enfeksiyöz maddelerin, nekrotik dokuların çözülmesi,
- Bu enfeksiyöz maddelerin kök kanal sisteminden uzaklaştırılması,
- Kök kanalındaki mikroorganizmaların öldürülmesi veya inhibe edilmesi, toksinlerin nötralize edilmesi,
- Smear tabakasının kaldırılması,
- Mekanik preparasyonun kolaylaşması için kök kanallarının kaygan hale getirilmesi,
- Mekanik preparasyonla ulaşılamayan bölgelerin temizlenmesi ve dezenfeksiyonunun sağlanması.

Bu amaçlara ulaşılabilmesi için ideal bir irrigasyon solüsyonunda olması gereken özellikler şunlardır [19, 38-40];

- Geniş bir antibakteriyel spektruma sahip olmalı, germisid ve fungisid olmalı,
- Kanal içindeki nekrotik pulpayı, biyofilmi, enfekte organik ve inorganik komponentleri çözebilmeli,
- Çözünen maddelerin ve debrisin yıkama etkisiyle kanaldan uzaklaştırılmasını kolaylaştırmalı,
- Smear tabakasının oluşmasını önlemeli ya da oluşan tabakayı ortadan kaldırabilmeli,
- Kan, serum ve protein ürünlerinin varlığında aktif olabilmeli,
- Preparasyon sırasında kanal içinde kayganlaştırıcı etki gösterip enstrümanın kanal duvarlarına sürtünmesini azaltmalı,
- Kanal enstrümanlarının dentini kesme etkinliğini artırmalı,

- Enstrümantasyon ya da solüsyonların aktivasyonu sırasında ortaya çıkan ısı artışını önlemeye yardımcı olmalı,
- Düşük yüzey gerilimine sahip olmalı,
- Kök kanal sistemine penetre olabilmeli,
- Pekiapikal dokuları irrite etmemeli,
- Toksik, kanserojen ve alerjik olmamalı,
- Dentin yapısını zayıflatmamalı,
- Kanal içinde kullanılan diğer materyallerle olumsuz sonuçlar oluşturulabilecek reaksiyona girmemeli,
- Stabil olmalı,
- Diş dokularını renklendirmemeli,
- Kolay uygulanabilmeli,
- Düşük maliyetli olmalıdır.

Mevcut irrigasyon solüsyonlarının hiçbirisi tek başına bu özelliklerin tamamını karşılayamamaktadır. Bu nedenle farklı solüsyonların kombine olarak kullanılması irrigasyon etkinliğini artırabilir [19].

Kök kanallarının irrigasyonu için farklı solüsyonlar kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan irrigasyon solüsyonlarının genel sınıflandırılması ve bu solüsyonlara örnekler aşağıda verilmiştir [3];

1) Kimyasal ajanlar:

a) Doku çözücü ajanlar: Sodyum hipoklorit (NaOCl)

b) Antibakteriyel ajanlar:

- Bakteriyostatik: Klorheksidin glukonat (CHX), bazı antibiyotikler
- Bakterisidal: Bazı antibiyotikler, NaOCl

c) Şelasyon ajanları:

- Zayıf: Etidronik asit (HEBP)
- Güçlü: Etilen diamin tetra asetik asit (EDTA)

2) Doğal ajanlar:

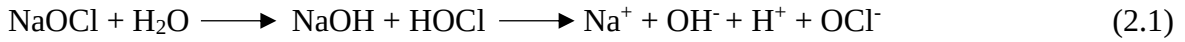
- Yeşil çay, Triphala vs.

2.1.1. Sodyum hipoklorit (NaOCl)

NaOCl, organik dokuyu çözebilme yeteneği ile kök kanal tedavisinde en sık kullanılan irrigasyon solüsyonudur. Nekrotik doku kalıntılarının yanı sıra biyofilmin çözünmesinde de son derece etkilidir [38, 41, 42]. Antiseptik olması, düşük yüzey gerilimi sayesinde dentin duvarlarına kolayca diffüze olabilmesi, kolay bulunması ve ucuz olması bu solüsyonun daha sık tercih edilme nedenlerindendir [8]. Ayrıca, endotoksinler ve lipoteikoik asitler gibi bakteriyel virülans faktörlerini azaltabilir [43] ve enstrümantasyon sırasında kanal içinin kayganlaştırılmasına yardımcı olur [44].

NaOCl, tıp ve diş hekimliğinde geçmişten günümüze kadar geniş bir kullanım alanına sahip olmuştur. NaOCl'nin geniş antimikrobiyal etki göstermesinin yanı sıra, sporisidal ve antiviral etkisi de bulunmaktadır. Ayrıca NaOCl, nekrotik doku üzerinde normal dokulara kıyasla çok daha fazla doku çözücü etki gösterir. Bu özellikler, 1920 gibi erken bir tarihte endodontide ana irrigasyon solüsyonu olarak sodyum hipokloritin kullanılmasına yol açmıştır [39, 45].

NaOCl suda hipokloröz asit (HOCl) ile bir denge kurar ve sodyum (Na⁺) ile hipoklorit iyonlarına (OCl⁻) iyonlaşır [38].



NaOCl, organik maddeleri üç reaksiyonla çözer [46];

1. Yağ asitlerinin sabunlaşma yoluyla yağ asidi tuzlarına ve gliserole indirgenmesi,
2. Bakterilerde geri dönüşü olmayan enzimatik inaktivasyon nedeniyle oluşan oksidatif etki ile lipid ve yağ asidi bozulması,
3. Klor ve amino gruplarının kloraminasyonu ile mikrobiyal hücre metabolizmasının bozulması.

Klinikte kullanılan NaOCl konsantrasyonları %0,5-8,25 arasındadır. Konsantrasyon, sıcaklık, uygulama miktarı ve uygulama zamanının artmasıyla NaOCl'nin bakterisidal etkisi ve doku çözme kabiliyeti kademeli olarak artar [37, 47]. NaOCl'nin etkinliğini en üst düzeye çıkarmak için, kanal içindeki solüsyon sık sık yenilenmeli ve aktivasyon veya sürekli irrigasyon ile solüsyonun hareketliliği artırılmalıdır [38, 48]. NaOCl'nin pH'sı yaklaşık 11-

12'dir. pH'nın düşürülmesi ile solüsyonun etkinliği artırılabilir, fakat pH 9'un altına düşmemelidir. Böyle bir durumda solüsyondaki klor iyonu konsantrasyonu azalır, hipokloröz asit konsantrasyonu artar ve solüsyonun toksisitesinde artış meydana gelir [8].

Her ne kadar NaOCl solüsyonu en sık tercih edilen solüsyon olsa da bazı dezavantajları da mevcuttur. NaOCl'nin dentin ile temasından sonra dentinin mikrosertlik, pürüzlülük, elastik modül, bükülme ve yorulma dayanımı gibi mekanik özellikleri etkilenebilir. Yapılan çalışmalarda, bu etkilerin NaOCl'nin uygulama zamanı ve konsantrasyonundan bağımsız olarak ortaya çıktığı görülse de klinik açıdan istenen debridman etkisini elde ederken dişin mekanik özellikleri üzerinde minimum olumsuz etkiye sahip olabilecek bir NaOCl konsantrasyonun seçilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, optimum NaOCl konsantrasyonu hakkında henüz bir görüş birliği bulunmamaktadır. NaOCl'nin dentinde meydana getirdiği değişiklikler, adezyonu ve kanal patlarının sızdırmazlık özelliklerini etkileyebilir ve dişin kırılma direncini azaltabilir [49]. Ayrıca NaOCl'nin inorganik dokuları çözme yeteneği bulunmadığından smear tabakasının sadece organik kısmına etki eder. Smear tabakasının tamamen uzaklaştırılabilmesi için inorganik doku çözücü etkiye sahip bir irrigasyon solüsyonu ile kombine kullanılması önerilmektedir [50].

NaOCl sitotoksik bir maddedir. Bu yüzden solüsyonun yanlışlıkla enjeksiyonundan ve irrigasyon sırasında periapikal dokulara ekstrüzyonundan kaçınılmalıdır. Aksi takdirde şiddetli doku hasarı meydana gelebilir [51, 52].

2.2. Kök Kanallarının Son Yıkamasında Kullanılan Solüsyonlar

Kök kanal tedavisinde kanallar, ileride tedavi başarısızlığına sebep olabilecek durumların en aza indirgenmesi için, temizleme ve şekillendirme işleminden sonra, dolum işleminden önce, seçilen bir irrigasyon solüsyonu ile son olarak yıkanır. Son yıkama; kanallardaki mikrobiyal yükü azaltma, smear tabakasını ortadan kaldırma, kanal patlarının dentine adezyonunu artırma, kanallarda oluşabilecek sızıntıyı önleme gibi özellikleri sağlayabilecek solüsyonlar ile yapılır [53-55].

Kök kanalında kullanılan irrigasyon solüsyonları, kök kanal dentininin mikrosertlik, elastikiyet ve bükülme dayanımı gibi çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilir [56]. Bunun sonucunda dentinin kanal patları tarafından ıslanabilirliği etkilenir

ve bu durum kanal patlarının dentine bağlanma dayanımlarının azalmasına yol açabilir [57-59].

İrrigasyon protokolleri, farklı yapılardaki kanal patlarını farklı şekillerde etkiler [60]. Epoksi rezin esaslı kanal patlarının kullanımından önce dekalsifiye edici bir ajanın uygulanmasının kanal patının bağlanma dayanımını artırarak sızıntıyı azalttığı bilinmektedir [61]. Solüsyonların dentin yüzeyinde neden olduğu değişiklikler, trikalsiyum silikat esaslı kanal patları gibi reaktif materyaller içeren kanal patlarının antimikrobiyal ve kimyasal özelliklerini etkileyebilir [62].

2.2.1. Klorheksidin (CHX)

CHX, bakteri ve mantarlara karşı geniş spektrumlu antimikrobiyal özelliğe sahip, kararlı, uzun etkili, sentetik bir katyonik bis-guaniddir. En yaygın oral preparat olan CHX glukonat suda çözünür ve fizyolojik pH'da kolayca ayrışarak pozitif yüklü CHX bileşenlerinin serbestleşmesini sağlar [26, 37].

CHX, bakteriyel hücre zarındaki lipopolisakkaritler ve fosfolipitlerle etkileşime giren hidrofobik ve lipofilik bir moleküldür. CHX'in antibakteriyel etkisi, pozitif yükünün bakteri hücre duvarı üzerindeki negatif yüklü fosfatla etkileşimi sonucu hücre duvarı geçirgenliğinin artması ve hücrelerin ozmotik dengesini değiştirme yeteneğinden kaynaklanmaktadır [63]. Düşük konsantrasyonda (%0,2), küçük moleküler ağırlıklı maddeler olan potasyum ve fosforun hücre dışına sızmasına sebep olarak bakteriyostatik bir etki gösterir. Yüksek konsantrasyonda ($\geq$ %2) ise, sitoplazmik içeriklerin çökmesine neden olarak bakterisidal bir etki göstermektedir [64].

CHX, kök kanal tedavisinden sonra bakterilerin yeniden kolonize olmasını önleyebilecek uzun süreli antimikrobiyal etkiye sahiptir [50]. Kanal içinde CHX tarafından salınan pozitif yüklü iyonların dentine absorpsiyonu, dentin yüzeyinde bakteri kolonizasyonunu engeller ve bu etki, solüsyonun uygulanma süresi sonrasında da devam eder [63]. Rosenthal ve ark. [65] tarafından yapılan bir çalışmada, CHX'in kök kanal dentinindeki antimikrobiyal etkisinin 12 haftaya kadar sürdüğü gösterilmiştir.

CHX'in organik dokuyu, biyofilmi ve smear tabakasını çözücü özelliği bulunmamaktadır [37, 38]. Naenni ve ark. [66] yaptıkları bir çalışmada, NaOCl dışındaki irrigasyon solüsyonlarının hiçbirinin nekrotik dokuyu çözemediği sonucuna ulaşmışlardır. Bu nedenlerden dolayı CHX'in, irrigasyon solüsyonu olarak tek başına kullanılması da dentine bağlanması ve antibakteriyel etkisinin uzun sürmesinden dolayı son yıkama solüsyonu olarak kullanımı önerilmiştir [50, 63].

CHX'in olumlu özelliklerinden biri de dentine bağlanma yeteneğidir [50]. Erdemir ve ark. [67] kanalların CHX ile irrigasyonunun, dentine bağlanma kuvvetini anlamlı olarak artırdığını bildirmişlerdir. De Assis ve ark. [68] CHX ile yapılan son yıkamanın, dentinin rezin esaslı kanal patları tarafından ıslanabilirliğini artırdığını gözlemlemişlerdir.

CHX kanal içinde kullanılan diğer irrigasyon solüsyonları ile reaksiyona girebilmektedir. NaOCl ile teması sonucunda turuncu-kahverengi renklerde ve potansiyel olarak kanserojen bir madde olan para-kloroanilin çökeltisi meydana gelmektedir [69]. EDTA ile teması sonucunda da beyaz renkli bir tuz çökeltisi oluşmaktadır [70]. Bu reaksiyonların önlenmesi amacıyla kanal, iki solüsyon kullanımı arasında su veya salin ile yıkanmalıdır [38].

Klinik koşullarda CHX'in biyoyumluluğu genel olarak kabul edilebilir düzeyde olsa da, sitotoksik olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır [26]. Vouzara ve ark. [71] tarafından yapılan bir çalışmada CHX, NaOCl ve EDTA'dan daha sitotoksik bulunmuştur.

2.2.2. Etilen diamin tetraasetik asit (EDTA)

Kök kanal enstrümantasyonu sırasında nekrotik dokuların, bakterilerin ve bunların yan ürünlerinin birleşmesi ile smear tabakası oluşur. Smear tabakası hem organik hem de inorganik komponentler içerir. Bu tabaka bakteriler için substrat görevi görebilir, kanal içi ilaçların dentin tübüllerine nüfuz etmesini önleyerek etkilerini azaltabilir ve kanal dolum materyallerinin kanal duvarlarına adaptasyonunu etkileyerek bakteriyel sızıntıya neden olabilir. Bu nedenle kök kanal tedavisi sırasında bu tabakanın çıkarılması önerilmektedir [72].

NaOCl tercih edilen ana irrigasyon solüsyonu olmasına rağmen, enstrümantasyon sırasında oluşan sert doku kalıntılarını ve smear tabakasının inorganik bileşenlerini çözemez. Bu

nedenle ek olarak bir demineralize edici ajana gerek olduğu düşünülmektedir [50]. EDTA, bu amaç için en sık kullanılan irrigasyon solüsyonudur [73].

EDTA, çok az antibakteriyel aktivite gösteren güçlü bir şelasyon ajanıdır [74]. %1, %5, %15 ve %17'lik konsantrasyonlarda bulunabilir [38]. %17'lik disodyum tuzu en yaygın kullanılan formülasyonudur ve nötral pH'dadır [75]. NaOCl'den daha biyouyumludur [71]. Dentin içindeki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girer ve çözünür kalsiyum şelatları oluşturur [76]. Dentin ve smear tabakasının inorganik kısmını çözer [77].

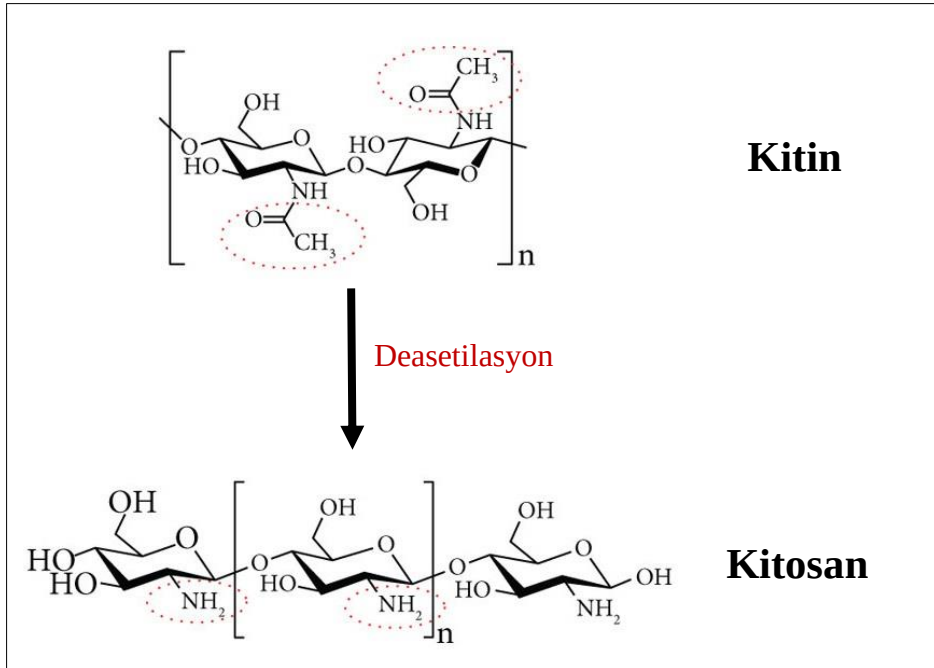
Smear tabakasının tamamen ortadan kaldırılabilmesi için organik ve inorganik kısmının birlikte çözünmesi gerekmektedir. Bu nedenle EDTA'nın, NaOCl irrigasyonundan sonra kullanılması önerilmektedir. EDTA kullanımı sonrası tekrar NaOCl ile irrigasyon yapılması dentin duvarlarında erozyon meydana getirebilmektedir [78]. Qian ve ark. [79] farklı demineralizasyon ajanları ile yaptıkları çalışmalarında benzer bir sonuç elde etmişlerdir. Çalışmada, NaOCl'den sonra son yıkama solüsyonu olarak demineralize edici maddeler kullanıldığında erozyon tespit edilmezken, demineralizasyon ajanları sonrasında tekrar NaOCl kullanımının belirgin dentin erozyonu meydana getirdiği görülmüştür. EDTA ve NaOCl'nin birlikte kullanımında dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta, EDTA'nın NaOCl varlığında kalsiyumu şelatlama yeteneğini korurken, NaOCl'nin doku çözme yeteneğinin azalmasıdır [80].

EDTA'nın son yıkama solüsyonu olarak kullanılmasının biyoseramik esaslı kanal patlarının bağlanma dayanımı üzerine etkisi için farklı sonuçlar mevcuttur [81-83]. Buna karşılık epoksi rezin esaslı kanal patları dentin kollajenine kimyasal olarak bağlandığı için, bu kanal patlarının kullanımından önce son yıkama solüsyonu olarak dekalsifiye edici bir ajan olan EDTA kullanımının kanal patının bağlanma dayanımını artırdığı ve sızıntıyı büyük ölçüde azalttığı görülmüştür [61]. Bir çalışmada ise EDTA'nın, kök kanal dolgu ve tamir materyali olarak kullanılan mineral trioksit agregat (MTA)'ın hidrasyonuna müdahale ederek mikro sertliğini önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur [84]. Arias-Molis ve ark. [62] yaptıkları bir çalışmada, farklı son yıkama solüsyonlarının kanal patlarının antimikrobiyal özelliği üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada kullanılan üç farklı kanal patının herbirinin antimikrobiyal aktivitesi, son yıkamanın EDTA ile yapılmasının ardından en yüksek değerleri göstermiştir.

EDTA'nın kanal içinde optimal uygulama süresi hakkında fikir birliği bulunmamaktadır. Birçok çalışma uygulama süresi arttıkça, mineral kaybının ve dentin sertliğindeki azalmanın arttığını göstermiştir. Genel olarak EDTA içeren ajanların 1 ila 5 dakika arasında kullanımı önerilmiştir [85].

2.2.3. Kitosan

Kitosan, karides, yengeç kabuklarında ve bazı mantarlarda bulunan kitinin kısmi deasetilasyonu ile elde edilen doğal bir polisakkarittir. Kitosan ve türevlerinin gıda, tarım, eczacılık, tıp, kozmetik, tekstil gibi birçok alanda kullanımı bulunmaktadır. Doğada bol bulunması, üretim maliyetinin düşük olması, biyouyumlu olması, biyolojik çözünürlüğe sahip olması, antibakteriyel ve antienflamatuar özellikler göstermesi bu biyolojik polimerin diş hekimliği araştırmalarında kullanılmasını sağlamıştır [22, 86].



Şekil 2.1. Kitin deasetilasyonunun şematik gösterimi [87]

Kitosan, tekrarlayan glukozamin ve N-asetil glukozamin birimlerinden oluşmaktadır ve bu birimlerin oranları, polimerin deasetilasyon derecesini belirlemektedir. Deasetilasyon derecesi protonlanabilir amin gruplarının sayısını etkileyerek, çözünürlük, hidrofobiklik ve polianyonlarla elektrostatik olarak etkileşime girme yeteneği gibi temel polimer özelliklerini belirler [88]. Kitosanın çözünürlüğü, serbest amino ve N-asetil gruplarının dağılımına

bağlıdır. Nötr veya bazik pH koşullarında katyonik bir polisakkarit olan kitosan, serbest amino grupları içerir ve bu nedenle suda çözünmez. Asidik pH'da, amino grupları protonlanır ve böylece suda çözünür hale gelebilir. Bu nedenle kitosan genellikle asitler içerisinde çözündürülür [89]. Asidik ortamda, amino gruplarının hidrojen iyonlarını yakalamasıyla pozitif yüklenen kitosan, negatif yüklü olan dış minesini, yumuşak doku ve hücre zarı gibi yüzeylere biyoadezyon göstermektedir [90].

Kitosanın antibakteriyel etkisi bilinmekle birlikte, etki mekanizması henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Kabul edilen en yaygın görüş, elektrostatik etkileşimler yoluyla kitosanın negatif yüklü hücre zarına bağlanması ile hücre zarı geçirgenliğinin değişmesi, ardından hücre zarı bozulmasıyla birlikte hücre içi içeriğin sızması sonucu hücre ölümü ya da ozmotik dengenin bozulması sonucu hücre büyümesinin engellenmesi şeklindedir. Bir diğer görüş, kitosanın DNA'ya bağlanarak DNA replikasyonunun ve protein sentezinin inhibisyonuna ve ardından hücre ölümüne neden olmasıdır. Diğer bir olası mekanizma ise kitosanın metaller ile şelasyon özelliğinden kaynaklanmaktadır. Ortamın pH'sı yüksekse hücre zarı ile olan elektrostatik etkileşim azalır, kitosan üzerindeki amin grupları protonsuz kalır fakat amin nitrojen üzerindeki elektron çifti metal iyonları ile bağlanmaya hazırdır. Proton ile bağ kuramayan amin grupları, bakteri yüzeyinde bulunan metal iyonları ile bağlanır. Böylelikle kitosan, hücre zarındaki metaller ile şelasyon yoluyla bağlanmış olur. Böyle bir şelasyon reaksiyonu, hücre yüzeyi potansiyelinin dengesizliğine ve dolayısıyla mikrobiyal hücre zarının bozulmasına neden olur. Ayrıca kitosan moleküllerinin metallerle kompleks oluşturup bazı temel besin maddelerinin akışını engelleyerek hücre ölümüne sebep olduğu bilinmektedir [91-93].

Kitosanın antibakteriyel aktivitesi; pH, pozitif yük yoğunluğu, iyonik kuvvet, mikrobiyal faktörler, sıcaklık ve zaman ile kitosanın konsantrasyonu, moleküler ağırlığı, fiziksel durumu, hidrofobik/hidrofilik karakteristiği, şelatlama kapasitesi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Kitosan daha düşük pH değerlerinde daha çok çözünür ve daha yüksek antibakteriyel aktiviteye sahiptir [92]. Kitosanın biyofilm üzerinde etkili olduğu da bilinmektedir [94].

Silva ve ark. [22] tarafından yapılan bir çalışmada, kitosanın şelasyon etkisi endodontik uygulamalar için araştırılmış ve kitosanın smear tabakasını dentin duvarlarından etkili bir şekilde uzaklaştırırken EDTA'dan daha az dentin demineralizasyonuna neden olduğu

sonucuna ulaşılmıştır. Pimenta ve ark. [95] ise çalışmalarında, EDTA ve kitosanın dentin dokusu üzerindeki demineralize edici etkisi sonucunda benzer oranda mikrosertlik azalmasına sebep olduğunu bulmuşlardır.

Silva ve ark. [96] tarafından yapılan başka bir çalışmada, kitosanın smear tabakasını kaldırmak için gereken optimum konsantrasyonu ve dentin yapısını etkilemeyen optimum kullanım süresi araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda 3 dakika süreyle %0,2 kitosan uygulamasının smear tabakasını ortadan kaldırmada etkili olduğu ve dentin dokusunda çok az erozyona neden olduğu ortaya çıkmıştır.

Kitosanın tüm olumlu özelliklerine rağmen mekanik ve antibakteriyel özelliklerinin yetersiz olduğu, bu nedenle de klinik uygulamalar için kitosanın modifiye edilmesi ya da güçlendirilmesi gerektiği düşünülmüştür [97]. Bu amaçla kitosan, bazı sentetik veya doğal ürünlerle birleştirilmiş ve sinerjik sonuçlar görülmüştür [98]. Bazı kitosan bazlı biyomateryaller ve karışımlar yara pansumanı, doku rejenerasyonu ve kanın pıhtılaştırılması amacıyla kullanılmıştır [99, 100]. Ayrıca çinko oksit ve gümüş nanopartiküllerinin kitosan ile kombine olarak kullanılmasının, kitosanın biyolojik özelliklerini iyileştirebileceği düşünülmektedir [101]. Kitosan, biyolojik olarak çözünabilirliği sayesinde dokulara ilaç dağıtımında bir araç olarak kullanılmaktadır. Üzerine yüklenen ilacın yavaş ve kontrollü bir şekilde salımını sağlar, böylece ilacın biyoyararlanımı artırılırken toksisitesi azaltılmış olur [98].

2.2.4. Kitosan – klorheksidin kombinasyonu (Kitosan - CHX)

Enterococcus faecalis (*E. Faecalis*), başarısız endodontik tedavi vakalarında en çok görülen türdür. Bu bakterinin dezenfeksiyon ajanlarına karşı daha dirençli olduğu bilinmektedir [102, 103]. *Candida albicans* (*C. Albicans*) enfekte kök kanalıyla ilişkilendirilen bir mantardır [104]. CHX'in *E. Faecalis* ve *C. Albicans*'a karşı etkili olduğu bilinmektedir [105-107]. Yapılan çalışmalarda kitosanın da *E. Faecalis* ve *C. Albicans*'a karşı etkili olduğu görülmüştür [108, 109].

Savitha ve ark. [28] çalışmalarında, kitosan, CHX glukonat ve bu ikisinin karışımının, yenilenen kanal tedavisi vakalarında kanal içi ilaç olarak kullanımı değerlendirmişlerdir. CHX ile kitosan kombinasyonunun, *E. faecalis*'e karşı en yüksek sinerjik antibakteriyel

etkiye sahip olduğu ve başarısız endodontik prosedürlerde kanal içi ilaç olarak kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. Wassel ve ark. [110], CHX ve kitosan nanopartiküllerini ayrı ayrı ve kombine olarak, enfekte süt dişlerinde kanal içi ilaç olarak kullanmışlardır. Çalışmanın sonunda CHX ile kitosan nanopartikülleri kombinasyonunun *E. Faecalis* ve *C. Albicans*'a karşı sinerjik etki gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Barreras ve ark. [27], farklı CHX solüsyonlarının periapikal cerrahide doku rejenerasyonu için kullanılan kollajen membranlara olan antibakteriyel etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak, CHX ile kitosan nanopartikülleri kombinasyonu, enfekte kollajen membranlarda önemli ölçüde daha yüksek bakteriyel inhibisyon göstermiştir.

2.2.5. Kitosan – gümüş nanopartikül kombinasyonu (Kitosan – AgNP)

Parçacıkların boyutlarının ve şekillerinin metrenin milyarda biri ölçeğinde, 1-100 nm arasında düzenlenmesiyle nanopartiküller (NP'ler) elde edilir. Materyaller nano ölçekli boyutlarda farklı özellikler gösterebilir; daha iyi ısı veya elektrik iletir, daha iyi stabilizeye veya farklı manyetik özelliklere sahip olabilir, ışığı daha iyi yansıtabilir ya da renk değiştirici özelliklere sahip olabilir [111]. NP'lerin yüzey alanının artmış olması ve pozitif yüklü olması, negatif yüklü bakteri hücreleriyle reaksiyona girmelerine izin vererek antibakteriyel aktivitenin artmasını sağlar. Ayrıca, NP'ler polimerler ile kombine edilip kullanılabilir veya antimikrobiyal özelliğinin artması için biyomateryallerin yüzeyleri üzerine kaplanabilir [21].

Gümüş nanopartikülleri (AgNP'ler), boyutlarının küçük ve yüzey alanının geniş olması nedeniyle bakteri hücre zarına kolayca nüfuz edebilir ve hızlı bakterisidal etkiye neden olur, antibakteriyel etkileri uzun süre devam eder, biyoyumludur ve düşük toksisite gösterir [21]. Özellikle *E. faecalis*'e karşı efektif antimikrobiyal ajan olarak kullanılabileceği birçok çalışmada gösterilmiştir [112-114]. Endodonti alanında, AgNP'lerin kök kanal dolgu materyalleri, kanal patları, kanal içi ilaçlar ve irrigasyon solüsyonları olarak kullanımı araştırılmaktadır [115]. Nano boyutta olmaları sayesinde AgNP'ler, kök kanal sistemi ve dentin tübüllerine daha derinden nüfuz eder ve ayrıca endodontik irrigasyon solüsyonlarının ve kanal patlarının antibakteriyel özelliklerini geliştirirler. [116]. Afkhami ve ark. [23] tarafından yapılan bir çalışmada, AgNP ile NaOCl karşılaştırılmış ve benzer antimikrobiyal etkinlikte oldukları gözlenmiştir.

AgNP'lerin antimikrobiyal etki mekanizması ile ilgili birçok görüş mevcut olsa da gümüş iyonlarının başlıca antibakteriyel işlevi, ribozom ile etkileşimleri ve ardından ATP üretimi için gerekli enzimlerin ve proteinlerin inhibisyonudur [117]. Bunun dışında AgNP'lerin hücre duvarına yapışabileceği, böylece hücre duvarı geçirgenliğini ve hücresel solunumu bozabileceği düşünülmektedir. NP'ler ayrıca hücre içine nüfuz ederek DNA ve protein gibi fosfor ve kükürt içeren bileşiklerle etkileşime girerek hasara neden olabilir. AgNP'lerin bakterisidal özelliklerinin bir başka olası nedeni, gümüş iyonlarının salımıdır [118]. Ayrıca bakterilerin AgNP'lere karşı direnç geliştirmedeği düşünülmektedir. Bu durumun mekanizması kesin olarak bilinmemekle birlikte, AgNP'lerin hücre zarı, DNA, enzimler, lipitler, proteinler ve plazmitler dahil olmak üzere bir mikrobiyal hücre içindeki birkaç hedefle aynı anda etkileşime girme yeteneği, bakteri direncinin ortaya çıkmasını engelliyor gibi görünmektedir [116, 119].

AgNP'ler birçok çalışmada endodontik irrigasyon solüsyonu olarak test edilmiştir [116]. González-Luna ve ark. [120] tarafından yapılan bir çalışmada AgNP'ler son yıkama solüsyonu olarak kullanılmış ve *E. faecalis*'i ortadan kaldırmada %2,25 NaOCl ile aralarında önemli bir fark olmaksızın etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Jowkar ve ark. [121] tarafından yapılan bir çalışmada, nanopartikül içerikli solüsyonların son yıkama solüsyonu olarak kullanılmasının dişlerin kırılma direnci üzerine etkisi incelenmiştir. AgNP'ler ile son yıkaması yapılan dişler, CHX ve NaOCl ile son yıkaması yapılan dişlere göre daha yüksek kırılma direnci göstermiştir.

Kitosan solüsyonlarına AgNP'lerin eklenmesi ile yapılan çalışmalarda yüksek antibakteriyel aktivite bildirilmiştir. AgNP'lerin bakterisidal etkisi ve kitosanın katyonik etkilerinden dolayı kitosan bazlı AgNP'lerin antibakteriyel aktivite için ikili bir etki mekanizmasına sahip olduğu belirtilmektedir [118, 122, 123]. Divakar ve ark. [124], kitosan bazlı AgNP'leri dental implantların kaplanması için kullanmışlar ve bu kombinasyonun iki ana dental patojen olan *S. mutans* ve *P. gingivalis*'in büyümesi üzerinde etkili bir inhibitör etkiye sahip olduğunu, aynı zamanda biyofilm oluşumunu da azalttığını gözlemlemişlerdir.

Çelikten ve ark. [35] tarafından yapılan bir çalışmada, AgNP içeren kitosan solüsyonu ve CHX içeren kitosan solüsyonunun son yıkama solüsyonu olarak kullanıldığında, rezin esaslı bir kanal patının bağlanma dayanımı üzerine etkisi incelenmiştir. Kitosan bazlı solüsyonların

kontrol grubuna göre bağlanma dayanımını artırdığı, bu solüsyonların konsantrasyonlarının artmasının da bağlanma dayanımını artırdığı sonucuna varılmıştır.

AgNP'lerin kullanımı dental materyallerin performansını artırsa da toksisitesine ilişkin endişeler mevcuttur. AgNP'lerin toksisitesi ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmış ve özellikle yüksek dozlarda farklı toksik özellikleri olabileceği gösterilmiştir. Bu toksisitenin doğrudan serbest gümüş aktivitesiyle ilişkili olduğu bilinmektedir [125]. Ayrıca AgNP'lerin dişlerde renklenme sorununa yol açabileceği de bildirilmiştir [21].

2.3. Kök Kanal Tedavisinde Kullanılan İrrigasyon Aktivasyon Yöntemleri

Endodontik tedavide irrigasyonun temel amacı mikroorganizmaları yok etmek, debris ve kalıntıları çözüp uzaklaştırmak ve kök kanal aletlerinin kayganlığını sağlamaktır [126]. İrrigasyon solüsyonlarının etkinliği; pH'nın düşürülmesi, sıcaklığın artırılması ve yüzey aktif maddelerin eklenmesi gibi yöntemlerin kullanılması ile artırılabilir. İrrigasyon solüsyonlarının etkili olabilmesi için kök kanal sistemindeki tüm kanal duvarları ve yüzeyleriyle doğrudan temas etmesi gerekir [127]. Bu nedenle irrigasyonun etkinliği, kullanılan solüsyonun kanala gönderilme yöntemine, dağıtım şekline ve aktivasyonuna da bağlıdır [19].

İdeal irrigasyon yönteminin sahip olması gereken özellikler şunlardır [50]:

- İrrigasyon solüsyonunu kök kanal sisteminin tamamına ileterek hedef bölgelere ulaşmasını sağlamalı,
- Kanaldaki solüsyonun bitmemesi için solüsyonun sık sık yenilenmesine izin vermeli,
- Kök kanalından uzaklaştırılması istenen materyalleri kanal duvarından ayırmak için kesme gerilimi uygulayabilmeli,
- Kanal duvarından ayrılan materyalleri ve bunların ürünlerini içeren kullanılmış solüsyonu, kök kanal sisteminin dışına taşımak için ters akış uygulayabilmeli,
- İrrigasyon solüsyonunun apikal foramenden dışarı taşmasını önlemeli.

Geleneksel olarak irrigasyon, plastik bir şırınga ve açık uçlu bir iğne ile yapılmaktadır. İrrigasyonun zorluklarına daha iyi çözüm bulmak amacıyla yeni iğne ucu tasarımları, ekipmanlar ve yeni sistemler geliştirilmiştir [19]. Bu sistemler, el ile yapılan irrigasyon

aktivasyon teknikleri ve makine ile yapılan aktivasyon teknikleri olmak üzere 2 geniş kategoriye ayrılabilir [127].

2.3.1. El ile yapılan (manuel) irrigasyon aktivasyon yöntemleri

Şırınga irrigasyonu

İrrigasyon için farklı boyutlardaki plastik şırıngaların ve genellikle 30 gauge iğnelerin kullanıldığı, en yaygın olarak uygulanan yöntemdir. Birçok irrigasyon maddesi arasındaki kimyasal reaksiyonlar nedeniyle her çözelti için ayrı şırıngaların kullanılması gerekir [19]. Şırınga irrigasyonunun etkinliği, iğnelerin kök kanalının apikal ucuna yakınlığına bağlıdır [128]. Bu yöntem pasif olarak veya iğnenin kanal boşluğunda yukarı ve aşağı hareket ettirilmesiyle solüsyonun kanala gönderilmesini içerir. Şırınga ucunda kullanılan iğneler, solüsyonun iğnenin en uç kısmından çıkacağı şekilde açık uçlu ya da solüsyonun kanal duvarlarına lateral olarak iletilmesi ve apikalden taşmasının önlenmesi amacıyla kapalı uçlu ve yandan delikli olarak bulunabilir [127].

Geleneksel şırınga irrigasyonundan sonra, erişilemeyen kanal uzantıları ve düzensizliklerin kalıntı ve bakteri barındırması muhtemeldir, bu da kanalın tam olarak debridmanını zorlaştırır [129, 130].

Manuel dinamik irrigasyon

Manuel dinamik irrigasyon yöntemi, apikale iyi oturan bir güta-perka konunun çalışma uzunluğunda korono-apikal yönde hareket ettirilerek, kanal içindeki irrigasyon solüsyonunun aktive edilmesinin amaçlandığı bir yöntemdir. Basit ve uygun maliyetli bir yöntemdir [131]. Benzer şekilde, irrigasyon iğnesinin veya diğer endodontik aletlerin korono-apikal yönde hareket ettirilmesi de benzer etkilere sahiptir [132]. Bu yöntemde irrigasyon solüsyonunun apikalden taşma riski bulunduğu için, ana güta-perka konunun çalışma uzunluğundan 1 mm kısa kullanılması önerilmiştir [133].

Fırçalar ile irrigasyon

Fırçalar, kanal duvarlarının debridmanı veya kök kanal irrigasyonunun aktivasyonu için tasarlanmış yardımcı maddelerdir. Ancak fırça kılları arasında oluşan sürtünme ve kanal düzensizlikleri, kılların yerinden çıkmasına neden olabilir [127]. Al-Hadlaq ve ark. [134] tarafından yapılan bir çalışmada fırça kaplı bir irrigasyon iğnesinin etkinliği değerlendirilmiş ve bu yöntemin kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, kök kanallarının koronal üçte birlik kısmında daha etkili olduğu görülmüştür.

2.3.2. Makine aracılı irrigasyon aktivasyon yöntemleri

Döner fırçalar ile irrigasyon

Kök kanallarındaki debris ve smear tabakasının uzaklaştırılmasını kolaylaştırmak için döner aletlere takılan fırçaların kullanılmasını içeren yöntemdir. Bu fırçalardan biri olan CanalBrush (Coltene Whaledent, Langenau, Almanya), propilenden üretilen esnek yapıya sahip endodontik bir mikro fırçadır [127]. CanalBrush'ın smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırdığını gösteren çalışmalar mevcut olsa da, bazı araştırmacılar smear tabakası üzerinde yeterince etkili olmadığı sonucuna varmışlardır [135-137].

Şekillendirme sırasında irrigasyon yapan döner aletler

Döner enstrümantasyon ile kanalların şekillendirilmesi sırasında, irrigasyon solüsyonunun döner aletler aracılığı ile kanal içine ulaştığı sistemlerdir. Irrigasyon solüsyonunun sürekli kanalda bulunması, solüsyonun kanal duvarlarıyla temas süresini artırır. Böylece solüsyonun kök kanalı içine daha fazla penetrasyonu ve daha etkili kanal debridmanı sağlanabilir. Bu sistemlere örnek olarak Quantec-E irrigasyon sistemi (SybronEndo, Orange, CA, ABD) ve Self-Adjusting File (SAF) (Re-Dent-Nova, Ra'anana, İsrail) verilebilir. [131, 138]

Basınç değişim sistemleri ile irrigasyon

Basınç değişim cihazları, irrigasyon solüsyonunun kanala verilmesi ve sonrasında kanaldan uzaklaştırılması için geri aspirasyonun yapılmasını sağlar [127]. Negatif ve pozitif basınçlı irrigasyon cihazları, kanal içinde gaz sıkışmasını ortadan kaldıracak şekilde kanalın tamamen irrigasyon solüsyonu ile dolu olmasını, aynı zamanda solüsyonun apikalden

taşmasının önlenmesi için solüsyonun kanal içinde aşırı miktarda bulunmamasını sağlamak için bir denge kurma prensibi ile çalışır. Bu sistemlere örnek olarak EndoVac sistemi (Discus Dental, Culver City, CA, ABD) ve RinsEndo sistemi (Dürr Dental GmbH & Co, Bittigheim-Bissingen, Almanya) verilebilir [131].

Lazer sistemleri ile irrigasyon

Lazerler ile aktivasyon yöntemi, irrigasyon solüsyonunun Er:YAG veya Er, Cr:YSGG lazerleri tarafından hızlı bir şekilde ısıtılması ile optik kavitasyonların oluşması olarak tanımlanabilir [50]. Fotonla İndüklenmiş Fotoakustik Dalgalanma (PIPS) ve Şok Dalgası ile Emisyonu Artırılmış Fotoakustik Dalgalanma (SWEEPS) yöntemleri, lazer ile irrigasyon yapılan yöntemlere örnek verilebilir [139].

Ultrasonik aktivasyon

Ultrasonik irrigasyon aktivasyonu, pasif ve serbest olarak bulunabilen eğeler veya düz uçlar aracılığı ile kök kanalında güçlü akustik mikro akış üretimi sağlayan bir irrigasyon yöntemidir. Yüksek frekansta (25-30 kHz) çalışarak, kök kanalından inorganik ve organik kalıntıların giderilmesinde irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini fark edilir derecede artırır [140].

Sonik aktivasyon

Sonik aktivasyon cihazları düşük frekanslarda (1-6 kHz) titreşim üreterek çalışır ve titreşen ucun ileri-geri hareketi ultrasonik harekete göre daha fazladır. Titreşim için metal uçların kullanıldığı eski sonik aktivasyon sistemlerinin aksine, çağdaş sonik aktivasyon sistemlerinde, irrigasyon solüsyonunun aktivasyonu için esnek, kesmeyen polimer uçlar kullanılmaktadır. Bu polimer uçların ses kaynaklı salınımları, kanal duvarındaki smear tabakası katmanlarını ve bakteri biyofilmlerini bozmak için akustik akış oluşturur. [141].

EndoActivator

EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, ABD) sonik aktivasyon için kullanılan bir cihazdır. Taşınabilir bir başlık ve 3 farklı boyda, tek kullanımlık polimer uçlara sahiptir. Bu polimer uçlar dentini kesmez, böylece iatrojenik hasar riski azaltılmış olur.

Polimer uçların olası bir dezavantajı radyolüsent olmalarıdır. Bu uçlar tek kullanımlık olarak ve kullanım sırasında kolayca kırılmayacak şekilde tasarlanmış olsa da, ucun bir kısmı kanal içinde kırılırsa tespit edilemeyebilir [127, 131].

EndoActivator ile şırınga irrigasyonunun karşılaştırıldığı çalışmalar, EndoActivator kullanımının irrigasyon solüsyonunun penetrasyonunu ve mekanik temizliği kolaylaştırdığını, irrigasyon solüsyonunun apekten dışarı taşma riskinde bir artış olmadığını göstermiştir [142, 143]. Kanter ve ark. [144] tarafından yapılan bir çalışmada EndoActivator, geleneksel şırınga irrigasyonu ve pasif ultrasonik irrigasyonla karşılaştırılmış, EndoActivator sisteminin debrisin giderilmesinde ve lateral kanalların açılıp temizlenmesinde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Multisonik aktivasyon

GentleWave (Sonendo, Laguna Hills, CA, ABD) sistemi, çok frekanslı ses dalgalarını kullanarak karmaşık kök kanal sistemlerini temizlemek ve dezenfekte etmek üzere tasarlanmıştır [37]. Sistem, pulpa odası üzerine yerleştirilen ve bilgisayar tarafından kontrol edilen bir başlık aracılığı ile solüsyonun kök kanal sistemine iletilmesi ve sonrasında negatif basınçla geri çekilmesi üzerine kurulmuştur [145]. Kök kanal sisteminin temizlenmesi, dezenfekte edilmesi ve irrigasyon solüsyonunun kök kanal sisteminin tamamına ulaştırılması için herhangi bir kök kanalı hazırlığı gerektirmeyen bağımsız bir irrigasyon yöntemidir [50].

2.4. Kök Kanallarının Doldurulması

Kök kanal dolgusu, kök kanal sisteminin apikal bölgede dentin-sement birleşiminden başlayarak koronal giriş kavitesine kadar, dokularla ve organizmayla zararlı bir etkileşimi olmayan bir maddeyle doldurulmasıdır. Kök kanal preparasyonu ve dezenfeksiyonundan sonra kanalların yeniden enfekte olmaması için, kanal boşluğunda sızıntı meydana gelmeyecek şekilde, kök kanal sisteminin tümüyle, üç boyutlu olarak doldurulması gerekmektedir [1, 29]. Kanal dolgusu, ağız boşluğunda bulunan mikroorganizmaların periradiküler dokulara ulaşımını engellemek, preparasyon sonrası kanal içinde kalabilen mikroorganizmaların kök kanal sistemini yeniden enfekte etmesini önlemek ve kalan diş yapılarına destek sağlamak amacıyla yapılmaktadır [29, 146].

İdeal bir kök kanal dolgu materyalinin sahip olması istenilen özellikler Grossman tarafından özetlenmiştir [147]:

- Kolay uygulanabilmeli ve yeterli çalışma süresine sahip olmalı,
- Kanal anatomisine uyum sağlayarak kanalı lateral ve apikal olarak tıkamalı,
- Kanala yerleştirildikten sonra stabil olmalı, boyutsal değişiklik göstermemeli,
- Periradiküler dokuları irrite etmemeli,
- Doku sıvılarından etkilenmemeli, korozyon ve oksitlenme göstermemeli,
- Neme karşı dayanıklı olmalı,
- Bakteriostatik olmalı,
- Radyopak olmalı,
- Diş dokusunu renklendirmemeli,
- Steril olmalı,
- Gerektiğinde kanaldan kolayca uzaklaştırılabilmelidir.

Kök kanallarının doldurulmasında genellikle merkezi bir kor materyali olarak güta-perka ve kalan alanlar için kanal dolgu patı birlikte kullanılmaktadır. Kor materyali, akışkan olan kanal patı için bir piston görevi görerek, kanal patının yayılıp boşlukları doldurmasını, dentin duvarını ıslatmasını ve sonrasında dentine adezyonunu sağlar [148].

2.4.1. Kor materyalleri

Kor materyalleri, kök kanal boşluğunun büyük kısmını doldurmak ve bir tıkaç görevi görerek sızıntının önlenmesine katkıda bulunmak için kullanılmaktadır. Kanal içindeki alanın çoğunu kaplasalar da, kor materyali ile kanal duvarları arasındaki boşlukların veya düzensiz alanların doldurulabilmesi için kanal patı ile birlikte kullanılmaları gerekmektedir [149]. Son yıllarda başka materyaller üretilmiş olsa da güta-perka en yaygın kullanılan ve kabul edilen kor materyali olmaya devam etmektedir. Güta-perka dışında kor materyallerine örnek olarak; gümüş kon, Resilon, cam iyonomer kaplı güta-perka, rezin kaplı güta-perka ve kişisel konlar verilebilir [150, 151].

Güta-perka

Güta-perka, Sapotaceae familyasına ait ağaçlardan elde edilir. Kauçuk izomeridir, ancak daha sert, daha kırılğan ve daha az elastiktir. Yaklaşık %20 oranında güta-perka ve %75 oranında çinko oksitten oluşur. Buna ek olarak, renk ve radyografik kontrast için boya ve metal tuzları eklenmektedir. Güta-perka doğada α - fazındadır. İşlenme sırasında soğutulmasıyla β - fazı ortaya çıkar. Geleneksel güta-perka konlar β - fazındadır, 42-49°C arasında ısıtıldığında α - fazına dönüşür, soğuduktan sonra tekrar β - fazına geçip sertleşir. α - güta-perka daha akışkandır ve termoplastik kök kanal dolgusu yöntemlerinde kullanılmaktadır [29, 146, 148, 152].

Endodontide güta-perka konları bir kanal patı ile birlikte kullanılabileceği gibi çeşitli solventlerle plastik hale getirilip kanal patı olmadan da kullanılabilir [1].

2.4.2. Kök kanal dolgu patları

Kök kanallarının doldurulmasında kullanılan kanal patları, kök kanal sistemindeki tüm düzensiz alanların doldurulması, kanal içinde kalan bakterilerin dentin tübüllerine hapsedilmesi ve kök kanal sisteminin sızdırmaz olarak tıkanması amacıyla kullanılmaktadır [148].

İdeal kanal patı şu özelliklere sahip olmalıdır [30, 147, 153]:

- Sertleştiğinde kanal duvarı ile arasında iyi bir adezyonun sağlanabilmesi için uygulama esnasında akıcı kıvamda olmalı,
- Sızdırmaz bir tıkama sağlamalı,
- Kayganlaştırıcı özelliği olmalı,
- Osteokondüktif ve osteoindüktif olmalı,
- Radyopak olmalı,
- Sertleşirken büzölmeye uğramamalı, stabil olmalı,
- Diş dokularını renklendirmemeli,
- Bakteriyostatik olmalı,
- Yapılan işlemler sonucu zayıflayan kök kanalını güçlendirebilmeli,
- Sertleşme süresi uygun olmalı,

- Doku sıvılarında çözünmemeli,
- Periapikal dokulara taşıdığı rezorbe olabilirken kanal içinde rezorbe olmamalı,
- Periradiküler dokuları irrite etmemeli, immün yanıtı tetiklememeli,
- Kök kanal dolgusunun çıkarılması gerekiyorsa, kor materyaliyle ortak bir çözücü ile çözülebiliyor olmalı,
- Mutajenik veya kanserojenik olmamalı,
- İçeriklerindeki metaller toksik seviyeyi aşmamalıdır.

Kök kanallarının doldurulmasında çoğu zaman kor materyali olarak stabilitesi zamanla bozulmadığı için gütta-perkalar kullanılır. Gütta-perka genellikle kanaldaki düzensizliklere uyumlanamaması nedeniyle akışkan kanal patları ile birlikte kullanılmaktadır. Genel olarak kor materyalinin kanal içinde mümkün olduğunca çok yeri kaplaması istenmektedir. Çünkü kanal patları polimerizasyon büzülmesine uğrayabilmekte, rezorbe olabilmekte ve toksik etkiler gösterebilmektedir. Kanal patları, kor materyali ya da esas dolgu maddesi ile dentin arasında kalan boşlukları doldurmalı, dolgu maddesi ile dentini birbirine bağlamalıdır. Böylelikle kanal patlarının kök kanalı ve kor materyaliyle tek bir parça gibi hareket etmesi ve kök kanalını güçlendirmesi amaçlanmaktadır [30].

İçeriklerine göre çok çeşitli kanal patları mevcuttur. Genel sınıflandırma şu şekilde yapılabilir [150]:

1. Çinko oksit ojenollü kanal patları
2. Kalsiyum hidroksit içerikli kanal patları
3. Cam iyonomer içerikli kanal patları
4. Rezin içerikli kanal patları
5. Silikon içerikli kanal patları
6. Paraformaldehit içerikli kanal patları
7. Biyoseramik içerikli kanal patları

Biyoseramik esaslı kök kanal dolgu patları

Seramikler, ham minerallerin yüksek sıcaklıklarda ısıtılmasıyla elde edilen inorganik, metalik olmayan materyallerdir [154]. Biyoseramikler, tıp ve diş hekimliğinde kullanılmak üzere vücudun zarar gören veya işlevini yitiren organlarının onarımı veya yeniden

yapılanması amacıyla özel olarak tasarlanan, geliştirilmiş sızdırmazlık kabiliyetinin yanısıra antibakteriyel ve antifungal aktiviteye sahip, biyouyumlu seramik malzemeler veya metal oksitlerdir [155]. Biyoseramikler alümina, zirkonyum, biyoaktif cam, cam seramik, hidroksiapatit ve kalsiyum fosfatları içerir [30].

Kalsiyum silikat esaslı simanların endodonti alanında kullanımı, Dr. Torabinejad'ın MTA'yı tanıtmayla başlamıştır. MTA, kök perforasyonu onarımı, retrograd dolgu ve pulpa kaplaması için geliştirilmiş, Portland çimentosu bazlı bir formülasyondur. Günümüzde Portland çimentosu yerine, birçok avantajlı özelliğinden dolayı trikalsiyum silikat veya dikalsiyum silikatlara dayanan yeni siman formülasyonları kullanılmaktadır [156].

Biyoseramik materyallerin biyouyumlulukları sayesinde çevre dokular tarafından reddedilmemeleri, yüksek pH değerleri, diş ve kemik yapısında bulunan hidroksiapatit kristallerinin kimyasal bileşimine benzeyen kalsiyum fosfat içermeleri, bu materyallerin kanal patı olarak kullanılmasında avantaj sağlar. Kalsiyum fosfat, biyoseramiklerin sertleşme özelliklerini artırarak kök dentini ve kanal patı arasındaki bağlantıyı güçlendirir [157]. Kalsiyum silikat esaslı kanal patlarının genel bileşimi, değişen yüzdelerde trikalsiyum veya dikalsiyum silikatlar, radyoopaklaştırıcı madde, toz-sıvı bileşimi şeklinde sunulduysa bir karıştırma sıvısı ve katkı maddeleri şeklindedir [156].

Dia-Root Bio Sealer kök kanal dolgu patı

Dia-Root Bio Sealer (DiaDent, Cheongju, Kore), MTA içerikli, kalsiyum silikat esaslı bir biyoseramik kanal patıdır. Dentine ve gütaperkaya bağlanma yeteneği sayesinde gütaperka ile tüm dolum tekniklerine uygun olduğu belirtilmiştir. Üretici tarafından büzülme göstermediği, yüksek pH değerinden dolayı antibakteriyel etkisi olduğu, çözünürlüğünün düşük olduğu ve vücut sıvıları ile yıkanmaya dirençli olduğu savunulmaktadır. Önceden karıştırılmış ve kanal içine enjekte edilebilir bir şekilde sunulmaktadır [158].

Lee ve ark. [159] tarafından yapılan bir çalışmada, farklı biyoseramik esaslı kanal patlarının dentine bağlanma dayanımları ölçülmüştür. Bu çalışmanın sonuçlarına göre Dia-Root Bio Sealer, diğer biyoseramik esaslı kanal patlarına göre önemli ölçüde bağlanma dayanımını artırmıştır.

2.4.3. Kök kanallarının doldurulmasında kullanılan teknikler

Kök kanal sisteminin doldurulmasında farklı teknikler kullanılabilmektedir. Bu teknikler aşağıda verilmiştir [150]:

1. Soğuk güta-perka teknikleri
 - a. Lateral sıkıştırma tekniği
 - b. Tek kon tekniği
2. Isı ile yumuşatılmış güta-perkanın kullanıldığı teknikler
 - a. Vertikal sıkıştırma tekniği (Shilder tekniği)
 - b. Sistem B devamlı dalga sıkıştırma tekniği
 - c. Sıcak lateral sıkıştırma tekniği
 - i. Endotec II
 - d. Termoplastik enjeksiyon tekniği
 - i. Obtura III
 - ii. Ultrafil 3D
 - iii. Calamus
 - iv. Elements18
 - v. HotShot
3. McSpadden termomekanik sıkıştırma tekniği
4. Kimyasal olarak yumuşatılmış güta-perka tekniği
 - a. Kloroform, okaliptol, ksilen
5. Taşıyıcı esaslı teknikler
 - a. Thermafill
 - b. Successfill
 - c. Simplifill

Tek kon tekniği

Bu teknikte kök kanalının dolumu, hazırlanan kanala tam olarak oturan tek bir güta-perka konu ile yapılmaktadır. Tek kon tekniğinde genellikle kök kanalları, kullanılacak olan güta-perkaya uyumlu döner nikel-titanyum eğeler ile şekillendirilmektedir. Bu sayede güta-perka, son kullanılan döner aletin kanalda oluşturduğu geometriye uyum sağlayabilmekte ve kanallardaki sızıntının önlenmesi için boşluksuz, geçirgen olmayan bir kök kanal dolumu

yapılabilmektedir. Bu yöntem, uygulanmasının kolay olması ve kısa sürmesinden dolayı son zamanlarda sıklıkla tercih edilse de, gütaperka kök kanalına veya apikale tam uymadığında üç boyutlu tıkkama sağlanamamaktadır. Kök kanalındaki düzensiz alanların doldurulabilmesi için gütaperkanın bir kanal patı ile birlikte kullanılması gerekmektedir [151, 160].

Chybowski ve ark. [161], biyoseramik esaslı kanal patı ile birlikte kullanılan tek kon tekniğinin klinik olarak başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Sabetti ve ark. [162], apikal periodontitisin iyileşmesini kolaylaştırmada, kalsiyum silikat esaslı kanal patlarıyla birlikte uygulanan tek kon tekniğinin diğer dolum materyalleri ve teknikleriyle karşılaştırıldığında benzer sonuçlar gösterdiğini bildirmişlerdir.

2.5. Kök Kanallarında Adezyon

Adezyon, molekül yapıları farklı iki yüzeyin bağlanması anlamına gelmektedir. Endodontide adezyon, kök kanal dolgu maddesinin kök kanalından ayrılmaya karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir. Diş yapısına düzgün olarak bağlanmış bir kök kanal dolgusu, dentin tübüllerinde kalabilen mikroorganizmaların faaliyetlerine devam etmesini ve artıklarının periapikal dokulara zarar vermesini engeller [30]. Tagger ve ark. [163], kök kanal dolgusunun dentin duvarına adezyonunun iki ana hedefi olduğunu belirtmişlerdir; birincisi statik bir durumda dolgu ile dentin duvarı arasında sıvı geçişine izin verecek boşlukların olmaması, ikincisi post yuvası oluşturulması veya restorasyonun yenilenmesi gibi uygulamaların yapıldığı dinamik bir durumda, kök kanal dolgusunun yerinden çıkmaya karşı direnç göstermesidir.

Kanal patının hem dentine hem de kor materyaline adezyon göstermesi, kök kanal tedavisinin başarısı için önemlidir. Kanal preparasyonu, dolum tekniği, smear tabakasının varlığı ve kanal patının tipi gibi bazı faktörler de patın adezyonunu etkileyebilir [30]. Ayrıca kullanılan son yıkama solüsyonlarının da kanal patının adezyonunu etkilediği bilinmektedir [81, 164, 165].

Tedavide kullanılacak olan materyalin seçimi ve tedavi başarısının öngörülmesinde, bağlanma dayanımını değerlendiren mekanik testlerden yararlanılmaktadır [166]. Materyallerin test edilmesi için yapılan *in vivo* testler, yüksek maliyetli, standardizasyonu zor ve uzun zaman gerektiren testlerdir. Bu nedenle etkin ve çabuk sonuç

veren, nispeten uygun maliyetli ve kolay uygulabilen, parametreleri değiştirilebilir ve sonuçları kıyaslanabilir *in vitro* testler, bağlanma dayanımının belirlenmesinde daha çok tercih edilmektedir [167]. Bağlanma dayanımı ölçme yöntemleri, değerlendirilecek alanının büyüklüğüne göre makro (4-28 mm²) veya mikro (yaklaşık 1 mm²) olarak sınıflandırılabilir. Bu testler makaslama (makro/mikro), çekme (makro/mikro) ve itme testleridir. Testler, evrensel test makinası düzeneklerinde uygulanır [168].

2.5.1. Push-out testi

Kök kanal dentinine uygulanan materyallerin yerinden çıkma direnci genellikle push-out testleri ile değerlendirilir. Push-out, materyal yerinden çıkıncaya kadar dentin diskine dik bir itme yükünün uygulandığı mekanik bir testtir. Bu test ile bağlanma dayanımı ya da materyelin yerinden çıkmaya karşı direnci belirlenir [36].

Push-out testi için dentin diskleri, genellikle 1-4 mm kalınlığında ve kökün uzun eksenine dik olarak kesilir. Kök kanal çapından biraz daha küçük çaplı bir uç kullanılarak kök kanal dolgusunu yerinden çıkarmak için gereken sıkıştırma kuvvetinin ölçülmesiyle belirlenir. Bağlanma dayanımı, materyal ve dentin arasındaki bağlantıda başarısızlığın olduğu maksimum yükün (Newton), tüm bağlanmış alana (mm²) bölünmesi ile hesaplanır ve megapaskal (MPa) cinsinden ifade edilir [168].

Push-out yöntemi, klinik ortamı makaslama ve çekme testine göre daha iyi taklit eder. Çünkü bu yöntemde test edilen materyal ile dentin arasındaki adezyon esastır [169].

2.5.2. Bağlanma dayanımı testi esnasında oluşan başarısızlık tipleri

Bağlanma dayanımının test edildiği örneklerde meydana gelen kırık tipleri belirlenirken, kopma yüzeyleri görsel olarak ya da mikroskop kullanılarak incelenebilir. Kırık tipleri, meydana gelme şekillerine göre; adeziv, koheziv veya karışık (mixed) başarısızlık olarak değerlendirilir [169].

Adeziv başarısızlıklar, farklı materyaller arasında oluşan başarısızlıklardır. Kanal patı ile dentin yüzeyi arasında ya da kanal patı ile güta-perka arasında ayrılmanın görüldüğü durumdur. Koheziv başarısızlıklar, bir materyalin kendi içinde meydana gelen başarısızlıklardır. Kanal patının kendi içinde kopmaya uğraması ya da dentin kırıkları

koheziv başarısızlık olarak değerlendirilir. Hem koheziv, hem de adeziv başarısızlıkların eş zamanlı meydana geldiği başarısızlıklar ise karışık başarısızlıklardır [169-171].





3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Etik Kurul Onayı

Kanal tedavisi sırasında son yıkama olarak uygulanan altı farklı solüsyonun, biyoseramik esaslı bir kanal patının bağlanma dayanımına etkisinin push-out testi ile değerlendirilmesini amaçlayan bu çalışmaya, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 02.11.2023 tarihinde verilen GÜDHKAEK. 2023.21/3 sayılı etik kurulu onay raporu alındıktan sonra başlandı.

3.2. Örneklerin Seçimi

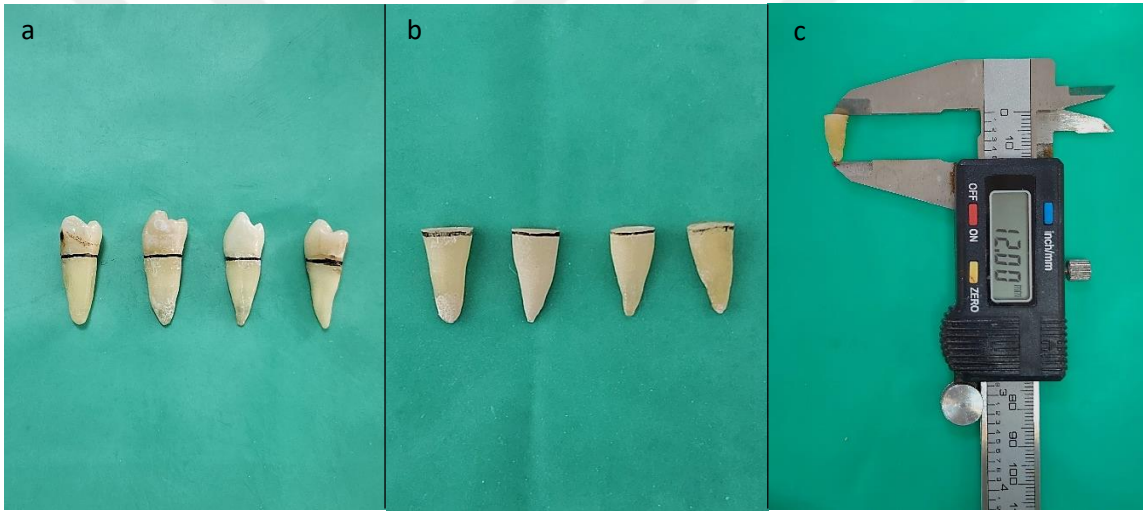
Bu çalışmada periodontal ve ortodontik sebeplerle çekilmiş, üzerinde herhangi bir restoratif işlem olmayan, kronunda ve kökünde kırık, çatlak bulunmayan, apeksleri kapanmış, tek kök ve tek kanallı, benzer uzunluktaki alt küçük azı dişleri kullanıldı. Dişler, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı Kliniği'nden temin edildi. Dişler üzerindeki diş taşı, debris, yumuşak doku gibi eklentiler periodontal küret yardımı ile uzaklaştırıldı. Dişler 3x3 büyütme altında lup ile, ardından mesiodistal ve bukkolingual eksenlerden alınan radyograflar ile incelendi. Bu incelemelerin ardından; rezorbsiyon, pulpa taşı, kök kanalında kalsifikasyon ve lateral kanallar bulunan, oval kanal şekline sahip, kanal eğimi bulunan, daha önceden yapılmış kök kanal dolgusu olan dişler çalışma dışı bırakıldı. Seçilen dişler, deney aşamasında kullanılana kadar steril serum fizyolojik sıvısı içinde, oda sıcaklığında bekletildi.

Araştırma öncesinde yapılan örneklem büyüklüğü hesabı için, istatistiksel gücün %85, istatistiksel önemlilik düzeyinin 0,05 olmasına karar verildi. Etki büyüklüğü hesabı için mevcut literatür bilgisi kaynak olarak alındı [83]. Bu hesaplamalara göre her solüsyon grubunda 57 kesit, diş bölgesine göre her alt grupta 19 kesit bulunacak şekilde, toplam 342 adet dentin kesitinin gerekli olduğu sonucuna varıldı. İstatistiksel gücün düşmesini engellemek ve çalışma süresinde ortaya çıkabilecek öngörülemez negatif durumların da olabileceği düşünülerek, her alt grupta 20 kesit olmak üzere, bir grupta toplam 60 kesit, 6 farklı solüsyon gurubu için de toplam 360 kesit ile çalışılmasına karar verildi. Her diştten koronal, orta ve apikal bölgelerinden olmak üzere 3 kesit alınacağından, bir solüsyon

grubunda alt grup olarak 20 koronal, 20 orta, 20 apikal kesit bulunması için, bir grupta 20 olmak üzere toplamda 120 diş kullanıldı.

3.3. Örneklerin Hazırlanması

Çalışma için benzer uzunluktaki 120 adet alt küçük azı diş seçildi. Diş boylarının standardizasyonunu sağlayabilmek amacıyla, örneklerin her biri 12 mm uzunlukta olacak şekilde dijital kumpas (Mitutoyo Corp, Kanogawa, Japonya) yardımı ile işaretlendi (Resim 3.1.a) ve ardından kron kısmı su soğutması altında separe frezlerle kesilerek uzaklaştırıldı (Resim 3.1.b).



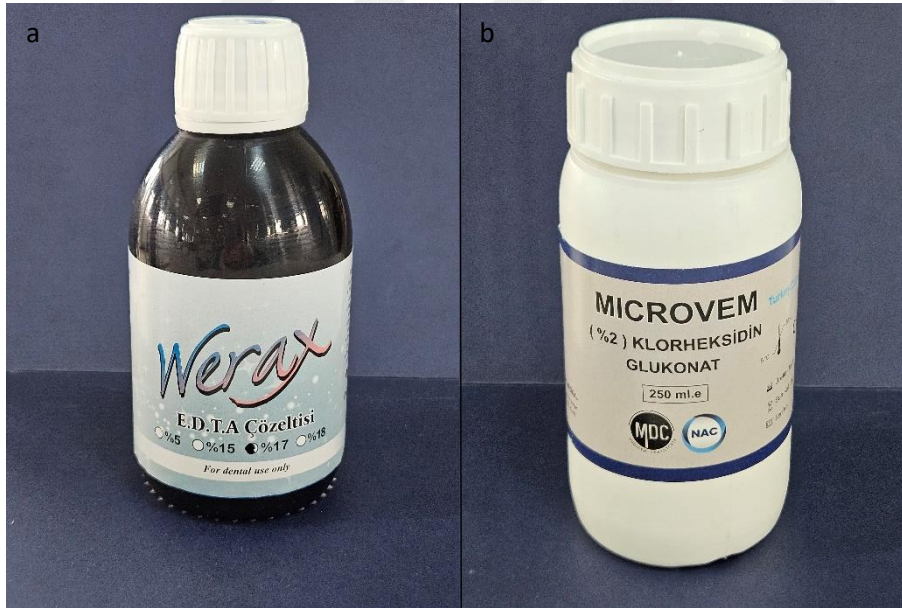
Resim 3.1. (a) Örneklerin kök boyunun 12 mm uzunluğunda olacak şekilde işaretlenmesi (b,c) Kronların uzaklaştırılmasından sonra kökler

Koronalden bakıldığı zaman oval kanal şekline sahip olan kökler çalışma dışı bırakıldı. #10 nolu K tipi eğenin (Diadent, Burnaby, BC, Kanada), ucu apikal foramenden görününceye kadar kanal içerisinde ilerletilerek kanalda ve apikal bölgede herhangi bir tıkanıklık olup olmadığı kontrol edildi. Apikal bölgede ve kanal içinde tıkanıklık mevcut olan kökler, çalışma dışı bırakıldı. Çalışma boyu, bu aşamada elde edilen uzunluğun 1 mm gerisinde olacak şekilde belirlendi. Her bir örneğin kök kanalları o örnek için tespit edilen çalışma boyuna kadar elektrikli endomotor (AI-motor; Woodpecker, Guilin, Çin) yardımı ile EndoArt Action Gold (İnci Dental, İstanbul, Türkiye) sistemi ile #F3 nolu enstrümana kadar prepare edildi. Preparasyon esnasında debrisin uzaklaştırılması ve lubrikasyon amacıyla her eğe değişiminde kök kanalları 2 ml %2,5 NaOCl (Werax, İzmir, Türkiye) ile, şekillendirme

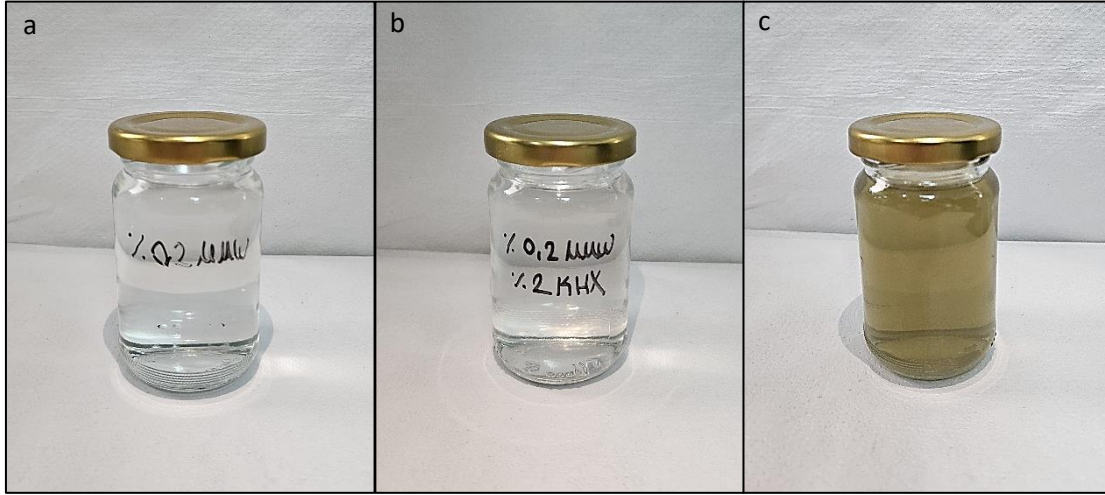
işleminin ardından ise 1 dk 5 ml distile su ile yıkandı. Çalışmada kullanılan 120 adet örnek, son yıkama için bir grupta 20 adet olacak olacak şekilde rastgele 6 gruba ayrıldı:

- Grup 1: 3 ml %17 EDTA (Werax, İzmir, Türkiye) (Resim 3.2.a)
- Grup 2: 3 ml %2 CHX (Microvem, İstanbul, Türkiye) (Resim 3.2.b.)
- Grup 3: 3 ml %0,2 Kitosan (Resim 3.3.a)
- Grup 4: 3 ml Kitosan-CHX (%2 CHX içeren %0,2 Kitosan çözeltisi) (Resim 3.3.b)
- Grup 5: 3 ml Kitosan-AgNP (AgNP içeren %0,2 Kitosan çözeltisi) (Resim 3.3.c)
- Grup 6 (kontrol grubu): 3 ml Distile su

Son yıkamalar, EndoActivator ile sonik aktivasyon uygulanarak yapıldı. Her grupta kök kanalları, çalışma boyundan 2 mm kısa olacak ve kanal içine sıkışmayacak şekilde 27 G'lik bir enjektör iğnesi aracılığıyla, 3 ml son yıkama solüsyonu ile yıkandı. EndoActivator cihazının kırmızı ucu (25/04), çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde yerleştirildi ve kanal içindeki solüsyon 1 dakika boyunca aktive edildi (Resim 3.4.).



Resim 3.2. (a) Çalışmamızda kullanılan %17 EDTA solüsyonu (b) Çalışmamızda kullanılan %2 CHX solüsyonu



Resim 3.3. Çalışmamızda kullanılan kitosan bazlı solüsyonlar (a) Kitosan solüsyonu (b) CHX içeren Kitosan çözeltisi (c) AgNP içeren Kitosan çözeltisi



Resim 3.4. EndoActivator ile sonik aktivasyon

3.4. Kitosan Solüsyonlarının Hazırlanması:

%0,2'lik kitosan çözeltisinin hazırlanabilmesi için öncelikle %1'lik laktik asit çözeltisi hazırlandı. Bu amaçla 1 ml laktik asit (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, ABD) ultra saf su ile balon jode 100 ml'ye tamamlandı. 100 ml %0,2'lik kitosan çözeltisi için orta molekül ağırlıklı kitosandan (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, ABD) 0,2 gram tartılarak, hazırlanan laktik asit çözeltisi içinde çözünmesi sağlandı ve hacmi laktik asit çözeltisi ile 100 ml'ye

tamamlandı. Hazırlanan çözelti 2,5 µm Whatman 42 filtre kağıdından süzülerek çözünmeyen fraksiyondan arındırıldı ve kullanılacağı ana kadar buzdolabında saklandı.

AgNP içeren kitosan çözeltisinin hazırlanabilmesi için öncelikle 100 ml kitosan çözeltisi hazırlandı. Ardından %0,2 kitosan çözeltisi içerisinde AgNP'lerin sentezlenebilmesi için tipik bir kimyasal sentez prosedürü uygulandı. Bu amaçla kitosan çözeltisine gümüş öncüsü olarak AgNO₃ (gümüş nitrat) (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, ABD) sulu çözeltisi eklendi ve çözelti 50°C'de 1 saat boyunca manyetik karıştırıcı üzerinde karıştırıldı. İndirgeyici ajan olan sodyum borhidrür (NaBH₄) (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, ABD) sulu çözeltisi, kitosan-gümüş nitrat çözeltisine saniyede yaklaşık 1 damla olacak şekilde eklendi ve sistemin renginin anında sarımsı-kahverengiye dönüşmesi ile AgNP'lerin oluşumu doğrulandı. Çözelti, reaksiyonun tamamlanması için 1 saat daha karıştırıldıktan sonra kullanılacağı ana kadar buzdolabında saklandı.

%2 CHX içeren %0,2 kitosan çözeltisinin hazırlanabilmesi için öncelikle 100 ml kitosan çözeltisi hazırlandı. 2 ml CHX (Drogsan, Ankara, Türkiye) balon jojeye aktarıldı ve %0,2'lik kitosan çözeltisi ile 100 ml'ye tamamlandı. Çözelti kullanılacağı ana kadar buzdolabında saklandı.

3.5. Örneklerin Doldurulması

Son yıkamanın ardından, solüsyonların etkinliğinin devam etmemesi ve etki süresinin standardizasyonu için kök kanalları 1 dk 5 ml distile su ile yıkandı ve sonrasında kağıt konlar (Pearl Endo, Ardadent L.T.D., Ankara, Türkiye) ile kurutuldu. Kurutulan kanallar biyoseramik esaslı bir kanal patı olan Dia-Root Bio Sealer (Resim 3.5.) ve F3 güta-perka konları (Pearl Endo, Pearl Dent Co. Ltd., Ho Chi Minh, Vietnam) kullanılarak tek kon tekniği ile dolduruldu (Resim 3.6.). Kanal dışında kalan fazla güta-perka bistüri yardımı ile uzaklaştırıldı. Örnekler, kanal patının tamamen sertleşmesi için %100 nem ve 37 C°'de etüv içerisinde 1 hafta bekletildi (Resim 3.7.).



Resim 3.5. Çalışmamızda kullanılan Dia-Root Bio Sealer kanal patı



Resim 3.6. Gta-perka ve Dia-Root Bio Sealer ile doldurulan örnekler



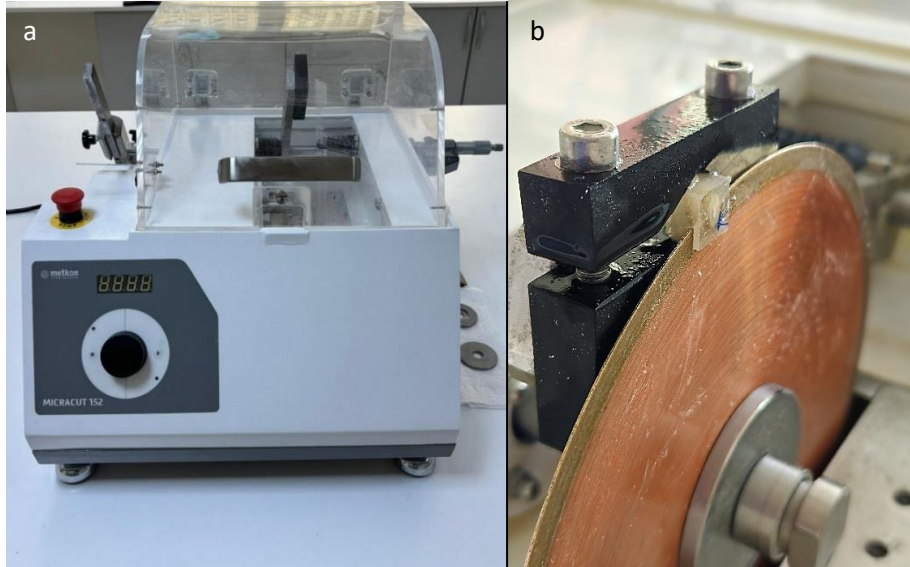
Resim 3.7. Etüvde bekletilen örnekler

3.6. Örneklerin Push-Out Testi Öncesi Hazırlanması

Etüvden çıkarılan örnekler, silikon kalıplar kullanılarak soğuk akrilik rezin içerisine gömüldü (Resim 3.8.). Apikal bölgede görülebilen dallanma, lateral kanal gibi anatomik varyasyonların sonuçları etkilememesi için, köklerin apikal 3 mm'lik kısmı çalışma dışı bırakıldı [83]. Daha sonra Microcut cihazı (Metkon, Bursa, Türkiye) ile su soğutması altında 0,5 mm kalınlığında elmas disk kullanılarak, örneklerin koronal, orta üçlü ve apikal üçlü bölgesinden birer tane olmak üzere her örnekten üçer tane, yaklaşık 1 mm kalınlığında yatay kesitler alındı (Resim 3.9). Kesit kalınlıkları dijital kumpas ile ölçüldü (Resim 3.10.). Örneklerin karışmaması için apikal yüzeyleri işaretlendi ve kökün hangi bölgesi olduğu yazıldı (Resim 3.11.). Her deney grubu için 60 kesit elde edildi.



Resim 3.8. Apikal 3 mm'lik kısmı dışarıda bırakılarak akrilik rezin içerisine gömülen örnekler



Resim 3.9. (a) Microcut hassas kesim cihazı (b) Örneklerden kesit alınması



Resim 3.10. Kesit kalınlıklarının dijital kumpas kullanılarak ölçülmesi



Resim 3.11. Alınan kesit örnekleri

3.7. Push-Out Testi

Hazırlanan toplam 360 kesitin bağlanma dayanımları, evrensel bir test cihazı (Autograph AG-10kNIS, Schimadzu Co., Kyoto, Japonya) ile test edildi (Resim 3.12.). Dentin diskleri, kök kanal dolgusunun yer değiştirmesine olanak sağlayacak şekilde, altında boşluk bulunan bir düzenek üzerine yerleştirildi. Kök kanalının konik formundan dolayı, kuvvet uygulama sırasında kök kanal dolgusunda sıkışma olmaması için, dentin diskleri apikal yüzeyleri üstte kalacak şekilde konumlandırılarak kuvvetin apikal yüzeyden koronal yüzeye doğru uygulanması sağlandı. Test için, kökün üç farklı bölgesine uyumlu olacak şekilde 0,8 mm, 0,6 mm, ve 0,4 mm çapında üç farklı paslanmaz çelik uç kullanıldı. Bu uçlar deney esnasında sadece kök kanal dolgusuna temas edecek şekilde pozisyonlandırıldı (Resim 3.13.). Kök kanal dolgusunda yer değiştirme oluncaya kadar 1 mm/dk sabit hız ile kuvvet uygulandı. Kanal dolgusunda kopmanın meydana geldiği an cihazın uyguladığı kuvvet, TRAPEZIUM 2 yazılımı (Shimadzu Co., Kyoto, Japonya) kullanılarak Newton (N) cinsinden kaydedildi. Elde edilen kuvvet değerlerinin (N), kesitlerin alanına bölünmesiyle Megapaskal (MPa) cinsinden bağlanma dayanımı değerleri hesaplandı. Bu hesaplamada aşağıdaki formül kullanıldı [59]:

$$\text{Push – out bağlanma dayanımı (MPa)} = \frac{\text{Maksimum kuvvet (N)}}{\text{Kök kanal dolgusunun bağlantı alanı (mm}^2\text{)}} \quad (3.1)$$

$$\text{Kök kanal dolgusunun bağlantı alanı (mm}^2\text{)} = [\pi (R + r)] \times [(R - r)^2 + h^2]^{1/2} \quad (3.2)$$

π : 3,14

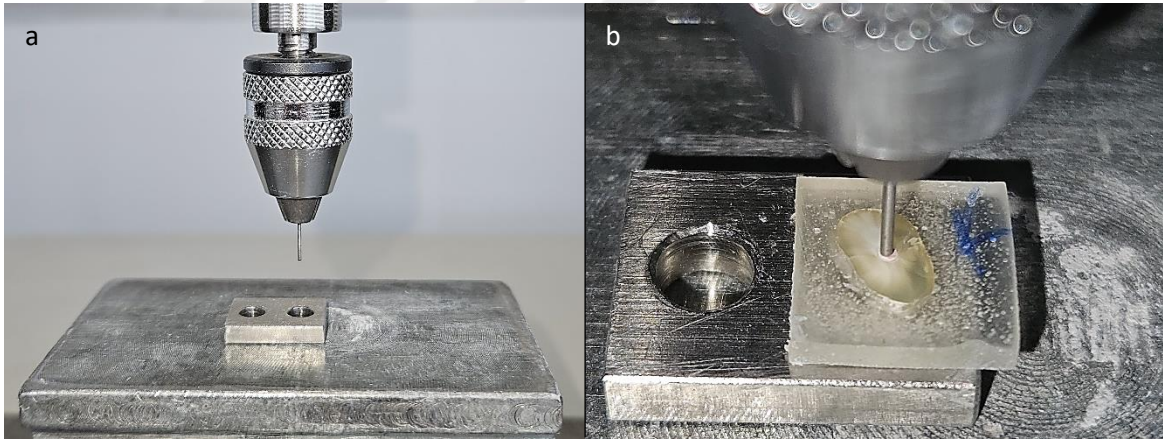
R: Kök kanal dolgusunun koronal yarıçapı

r: Kök kanal dolgusunun apikal yarıçapı

h: Kesit kalınlığı



Resim 3.12. Push-out testinin uygulandığı evrensel test cihazı



Resim 3.13. (a) Kök kanal dolgusunun hareket edebilmesi için altında boşluk bulunan düzenek (b) Kök kanal dolgusuna uç yardımıyla kuvvet uygulanması

Push-out testi uygulandıktan sonra, dentin diskleri büyütme altında görsel olarak incelendi ve kırık tipleri analiz edildi. İncelenen kırık tipleri şu şekilde sınıflandırıldı:

1. Adeziv kırık: Kök kanal dolgu patı ile dentin arayüzeyinde meydana gelen ayrılma
2. Koheziv kırık: Kök kanal dolgu patının kendi molekülleri arasında ya da dentin içinde meydana gelen ayrılma
3. Karışık tip kırık: Hem adeziv hem koheziv ayrılmanın birlikte görüldüğü kırık tipi

3.8. İstatistiksel Analiz

Veriler IBM SPSS V23 (SPSS Inc., Chicago, IL, A.B.D) programı kullanılarak analiz edildi. Normal dağılıma uygunluk çarpıklık-basıklık katsayıları (± 3) ile incelendi. Grup ve bölgeye göre normal dağılım gösteren MPa değerlerinin karşılaştırılmasında iki yönlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Tukey Testi ile yapıldı. Analiz sonuçları ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunuldu. Önem düzeyi $p=0,05$ olarak alındı.





4. BULGULAR

Çalışmamızda farklı son yıkama solüsyonlarının, biyoseramik esaslı bir kanal patı olan Dia-Root Bio Sealer patının bağlanma dayanımına etkisi değerlendirildi. 6 farklı son yıkama solüsyonu (EDTA, CHX, Kitosan, Kitosan-CHX, Kitosan-AgNP, Distile su) ile yıkanan köklerin 3 farklı bölgesinden (koronal, orta, apikal) elde edilen dentin kesitlerine push-out testi yapıldı. Push-out testi sonucunda elde edilen tüm veriler megapaskal (MPa) cinsinden kaydedildi.

4.1. Push-Out Bağlanma Dayanımı Testi Sonuçları

Son yıkama solüsyonları 6 ana grup, kök bölgeleri alt gruplar olarak değerlendirildi. Ana gruplar arası, grup içi (bölge) ve alt gruplar arası (grup x bölge) karşılaştırmalar yapıldı (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Grup ve bölgeye göre MPa değerlerinin karşılaştırılması

	F	p	KEK
Grup	11,390	<0,001	0,143
Bölge	0,300	0,741	0,002
Grup x Bölge	2,590	0,005	0,070

KEK: Kısmi Eta Kare

Solüsyon gruplarının bağlanma dayanımı üzerindeki ana etkisi, MPa ortalama değerleri üzerinden karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,001$). Koronal, orta ve apikal bölgelerde MPa ortalama değerleri üzerinden bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0,741$). Grup ve bölge etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,005$).

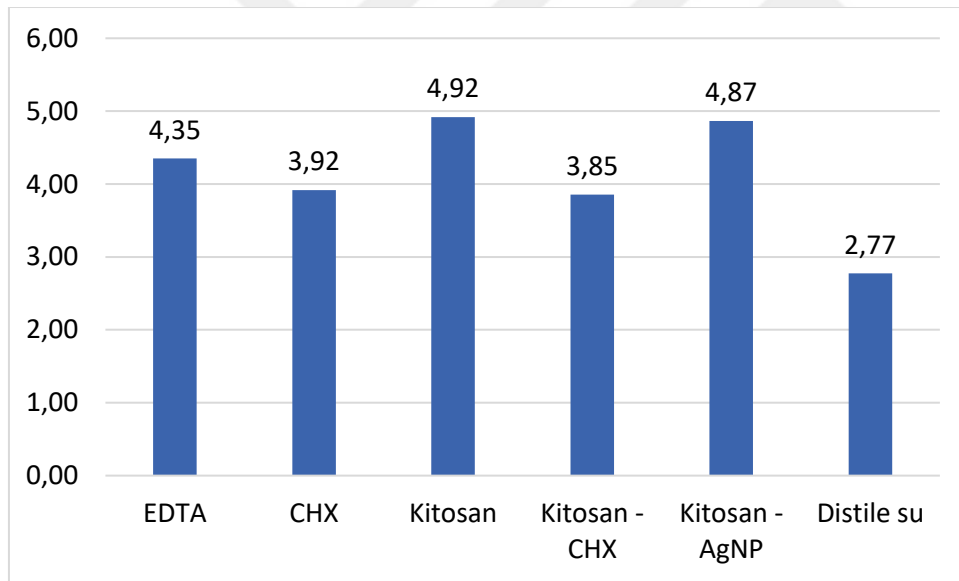
Solüsyon gruplarına göre MPa değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.2.'de gösterildi. Solüsyon gruplarının ortalama bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek bağlanma değerleri sırasıyla Kitosan, Kitosan-AgNP ve EDTA gruplarında görüldü, bu gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Tüm gruplar arasında distile su grubunun, anlamlı olarak en düşük bağlanma değerlerine sahip olduğu bulundu ($p<0,05$). CHX ve Kitosan-CHX grupları, Kitosan grubuna göre anlamlı olarak daha düşük bağlanma değerleri gösterdi ($p<0,05$). Kitosan-CHX grubu,

Kitosan-AgNP grubuna göre de anlamlı olarak daha düşük bağlanma değerleri gösterdi ($p<0,05$). Bunun yanında diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).

Çizelge 4.2. Solüsyon gruplarına göre MPa değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları

Solüsyon	n	Ortalama	Standart Sapma	En Büyük	En Küçük	p
EDTA	60	4,35 ^{abc}	2,19	10,50	0,66	<0,001
CHX	60	3,92 ^{bc}	1,55	8,26	1,06	
Kitosan	60	4,92 ^a	2,24	10,41	1,38	
Kitosan - CHX	60	3,85 ^c	1,87	8,41	0,66	
Kitosan - AgNP	60	4,87 ^{ab}	1,97	12,07	0,68	
Distile su	60	2,77 ^d	1,14	5,84	1,05	

a-d: Farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.1. Solüsyon gruplarının ortalama push-out bağlanma değerlerini (MPa) gösteren grafik

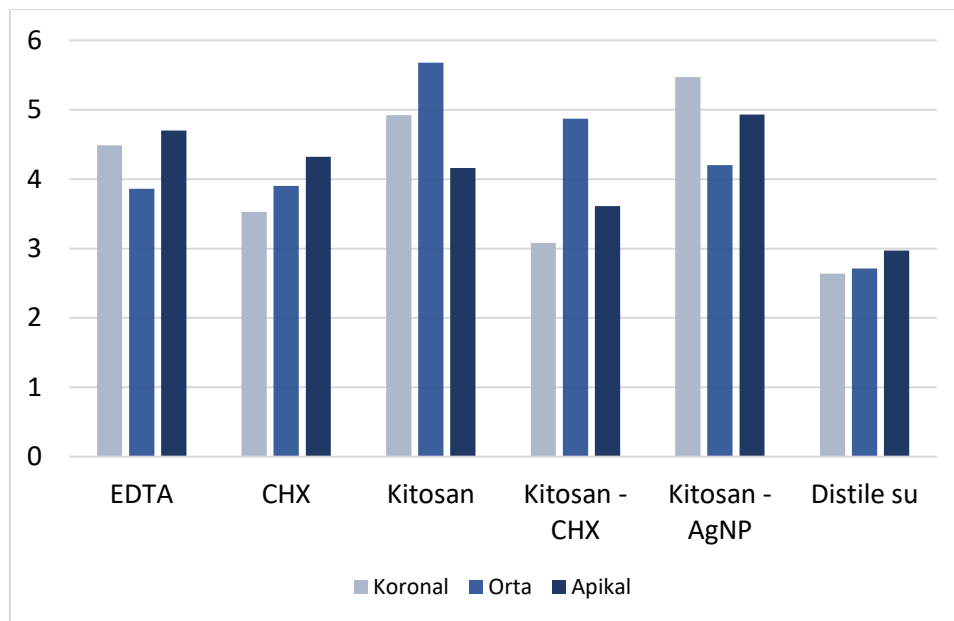
Solüsyon gruplarına ait bölgelerin ortalama MPa değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.3.'te gösterildi. Bölgelere göre bağlanma dayanımları MPa ortalama değerleri; koronal bölgede 4,02, orta bölgede 4,2 ve apikal bölgede 4,11 olarak bulundu. Bölge ana etkisi MPa ortalama değerleri üzerinden istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,741$).

Grup ve bölge etkileşimi MPa ortalama değerleri üzerinden istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,005$). En düşük bağlanma dayanımı distile su grubunun bölgelerinde görüldü. En yüksek bağlanma dayanımı gösteren bölge, Kitosan orta üçlü bölgesi oldu. Bu bölgedeki bağlanma dayanımı; CHX koronal, Kitosan-CHX apikal ve koronal bölgeler ile distile su grubunun tüm bölgelerinden anlamlı olarak daha yüksek bulundu ($p<0,05$). İkinci en yüksek bağlanma dayanımı gösteren bölge, Kitosan-AgNP koronal üçlü bölgesi oldu. Bu gruptaki bağlanma değeri, Kitosan-CHX koronal bölge ile ve distile su grubunun tüm bölgelerinden anlamlı olarak daha yüksek bulundu ($p<0,05$). Farklı solüsyon gruplarına ait diğer bölgelerin MPa değerleri arasında istatistiksel olarak fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Çizelge 4.3. Solüsyon gruplarına ait bölgelerin ortalama MPa değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları

Solüsyon	Bölge			p
	Koronal	Orta	Apikal	
EDTA	4,49 ± 2,21 ^{ABCDE}	3,86 ± 1,56 ^{ABCDE}	4,7 ± 2,67 ^{ABCD}	0,005
CHX	3,53 ± 1,31 ^{BCDE}	3,9 ± 1,54 ^{ABCDE}	4,32 ± 1,75 ^{ABCDE}	
Kitosan	4,92 ± 1,84 ^{ABC}	5,68 ± 2,59 ^A	4,16 ± 2,08 ^{ABCDE}	
Kitosan - CHX	3,08 ± 1,59 ^{CDE}	4,87 ± 2,15 ^{ABC}	3,61 ± 1,36 ^{BCDE}	
Kitosan - AgNP	5,47 ± 2,23 ^{AB}	4,2 ± 1,12 ^{ABCDE}	4,93 ± 2,22 ^{ABC}	
Distile su	2,64 ± 1,32 ^E	2,71 ± 0,77 ^{DE}	2,97 ± 1,28 ^{CDE}	
Toplam	4,02 ± 2,03	4,2 ± 1,93	4,11 ± 2,03	

Ortalama ± standart sapma; A-E: Farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.2. Solüsyon gruplarına ait bölgelerin ortalama push-out bağlanma değerlerini (MPa) gösteren grafik

Tüm solüsyon grupları ve bölgelerin bağlanma dayanımları ile çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.4.'te gösterildi.

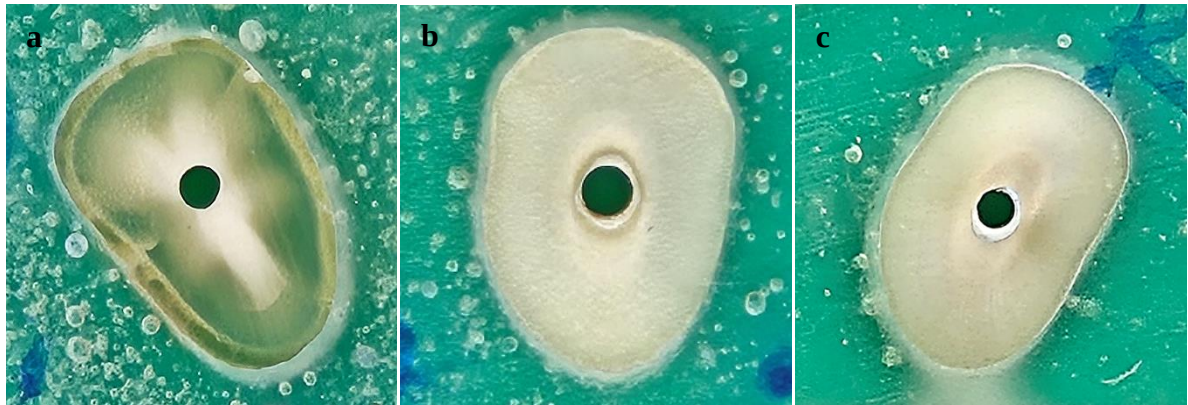
Çizelge 4.4. Grup ve bölgelere göre MPa değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve çoklu karşılaştırma sonuçları

Grup	Bölge			Toplam
	Koronal	Orta	Apikal	
EDTA	4,49 ± 2,21 ^{ABCDE}	3,86 ± 1,56 ^{ABCDE}	4,7 ± 2,67 ^{ABCD}	4,35 ± 2,19 ^{abc}
CHX	3,53 ± 1,31 ^{BCDE}	3,9 ± 1,54 ^{ABCDE}	4,32 ± 1,75 ^{ABCDE}	3,92 ± 1,55 ^{bc}
Kitosan	4,92 ± 1,84 ^{ABC}	5,68 ± 2,59 ^A	4,16 ± 2,08 ^{ABCDE}	4,92 ± 2,24 ^a
Kitosan - CHX	3,08 ± 1,59 ^{CDE}	4,87 ± 2,15 ^{ABC}	3,61 ± 1,36 ^{BCDE}	3,85 ± 1,87 ^c
Kitosan - AgNP	5,47 ± 2,23 ^{AB}	4,2 ± 1,12 ^{ABCDE}	4,93 ± 2,22 ^{ABC}	4,87 ± 1,97 ^{ab}
Distile Su	2,64 ± 1,32 ^E	2,71 ± 0,77 ^{DE}	2,97 ± 1,28 ^{CDE}	2,77 ± 1,14 ^d
Toplam	4,02 ± 2,03	4,2 ± 1,93	4,11 ± 2,03	4,11 ± 1,99

Ortalama ± standart sapma; a-d: Aynı harfe sahip gruplar arasında bir fark yoktur; A-E: Aynı harfe sahip bölgeler arasında bir fark yoktur.

4.2. Bağlanma Dayanımı Testi Esnasında Oluşan Başarısızlık Tipleri

Push-out bağlanma dayanımı testi sonrası örneklerde oluşan başarısızlık tipleri x20 büyütme altında incelendi ve meydana gelen kırık tipine göre adeziv, koheziv ve karışık tip kırık olarak adlandırıldı (Resim 4.1.). Örneklerde meydana gelen kırık tiplerinin sayısı ve ortalama yüzdesi Çizelge 4.5.'te gösterildi.

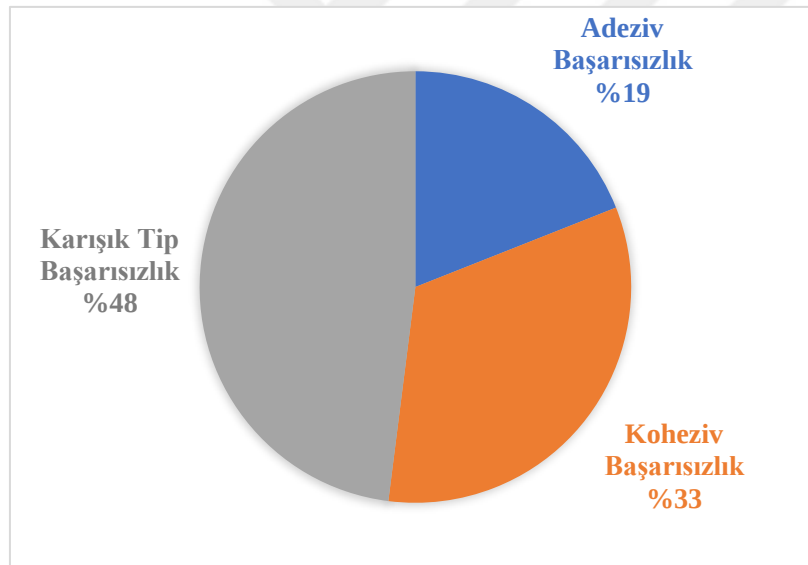


Resim 4.1. (a) Adeziv kırık (b) Koheziv kırık (c) Karışık tip kırık

Tüm örnekler içinde en çok görülen kırık tipi, karışık tip oldu (%48). Kitosan-AgNP grubu hariç, tüm gruplarda en çok görülen kırık tipi karışık tip olurken Kitosan-AgNP grubunda en çok koheziv kırık izlendi (%42).

Çizelge 4.5. Örneklerde meydana gelen kırık tipleri sayısı ve ortama yüzdesi

Grup	Kırık Tipi			Toplam
	Adeziv	Koheziv	Karışık	
EDTA	12 (%20)	22 (%37)	26 (%43)	60 (%100)
CHX	10 (%17)	20 (%33)	30 (%50)	60 (%100)
Kitosan	2 (%3)	16 (%27)	42 (%70)	60 (%100)
Kitosan - CHX	16 (%27)	17 (%28)	27 (%45)	60 (%100)
Kitosan - AgNP	12 (%20)	25 (%42)	23 (%38)	60 (%100)
Distile su	18 (%30)	17 (%28)	25 (%42)	60 (%100)
Toplam	70 (%19)	117 (%33)	173 (%48)	360



Şekil 4.3. Örneklerdeki toplam başarısızlık yüzdeleri

Çizelge 4.6. Bölgelere göre meydana gelen kırık tipleri sayısı ve ortalama yüzdesi

Bölge	Kırık Tipi			Toplam
	Adeziv	Koheziv	Karışık	
Koronal	26 (%22)	30 (%25)	64 (%53)	120 (%100)
Orta	24 (%20)	40 (%33)	56 (%47)	120 (%100)
Apikal	20 (%17)	47 (%39)	53 (%44)	120 (%100)
Toplam	70 (%19)	117 (%33)	173 (%48)	360

Bölgelere göre meydana gelen kırık tiplerinin sayısı ve ortalama yüzdeleri Çizelge 4.6.'da gösterildi. Buna göre tüm bölgelerde en çok görülen kırık tipi karışık tip, en az görülen kırık tipi ise adeziv kırık oldu. Yüzde olarak adeziv ve karışık tip kırık en çok koronal bölgede görülürken, koheziv kırık en çok apikal bölgede görüldü.



5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinin başarısı, pulpa dokusunun, dentin artıklarının ve enfektif mikroorganizmaların tüm kök kanal sisteminden mekanik ve kimyasal yollarla uzaklaştırılmasının ardından kök kanal boşluğunun sızdırmaz bir şekilde tıkanmasına bağlıdır [1, 3]. Kanalların mekanik enstrümantasyonundan sonra, kanal yüzey alanının %35'ine varan kısmının dokunulmamış olarak kalabileceği gösterilmiştir [5]. Bu nedenle kök kanal sisteminin tam olarak temizlenebilmesi için irrigasyon solüsyonları aracılığıyla kimyasal debridman yapılması gereklidir [3].

İrrigasyon solüsyonları, dentinin çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirerek, kanal patlarının dentine bağlanmasını etkileyebilir [56, 57, 172]. Kanal patının hem dentine hem de kor materyaline adezyon göstermesi, kök kanal tedavisinin başarısı için önemlidir. Diş yapısına düzgün olarak bağlanmış bir kök kanal dolgusu, kök kanal dolgusunun dayanıklılığını artırırken kanal içinde kalan mikroorganizmaların faaliyetlerini ve kanalda oluşabilecek sızıntıyı da engeller [30, 163].

Bu çalışmada farklı son yıkama solüsyonlarının (EDTA, CHX, Kitosan, Kitosan-CHX, Kitosan-AgNP, Distile su), biyoseramik esaslı bir kanal patının bağlanma dayanımına etkisi değerlendirildi.

Bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmalarda klinik koşulların taklit edilebilmesi için genellikle çekilmiş insan dişi kullanılmaktadır [34, 173]. Bağlanma dayanımı testlerinin uygulanabilmesi için tek köklü ve düz kök kanallarına sahip dişler kullanılmaktadır [12, 81, 174]. Kanal dolum tekniği olarak tek kon tekniği uygulanacak olan çalışmalarda, kanalların yuvarlak şekle sahip olması gerektiği için sıklıkla alt küçük azı dişleri tercih edilmektedir [175]. Kullanılacak dişlerin kök boyları, dişe ve yapılacak olan teste göre farklı uzunluklarda eşitlenmektedir [176]. Bu sebeplerden dolayı çalışmamızda tek köklü, düz ve yuvarlak kanallı alt küçük azı dişleri kullanıldı. Örnekler arasında standardizasyonun sağlanabilmesi için benzer uzunluktaki dişler seçildi ve kök uzunlukları 12 mm olacak şekilde eşitlendi.

Son yıllarda kök kanalı şekillendirme işleminde yaygın olarak Nikel Titanyum (Ni-Ti) döner ege sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerin, geleneksel yöntemlere göre çalışma süresini kısaltarak çalışma kolaylığı sağlaması, kök kanallarında daha etkin bir şekillendirme

yapabilmesi ve transportasyon riskini azaltması gibi avantajları bulunmaktadır [177]. Bu avantajlar göz önüne alınarak çalışmamızda, dişlerin şekillendirilmesinde Ni-Ti döner eğe sistemlerinden olan EndoArt Action Gold döner eğe sistemi kullanıldı. Birçok çalışmada alt küçük azı dişlerinin apikal çapının 0,30 mm olarak genişletilmesi yeterli görülmüştür [35, 176, 178]. Çalışmamızda örnekler arasında standardizasyonun sağlanabilmesi için tüm dişler, aynı döner alet sisteminin eğeleri aynı sıra ile kullanılarak #F3 enstrümanına kadar prepare edildi.

Endodontik tedavide irrigasyon solüsyonları kanal içi dezenfeksiyonun yanı sıra organik dokuların çözülüp kanaldan uzaklaştırılması ve mekanik preparasyon sırasında kanal içinde kayganlaştırıcı etki göstermesi amacı ile de kullanılmaktadır [37]. Bu amaçla en çok kullanılan irrigasyon solüsyonu NaOCl'dir [19, 41, 44]. NaOCl, klinik olarak %0,5 ile %8,25 arası konsantrasyonlarda kullanılabilir [37]. Yapılan bağlanma dayanımı çalışmalarında genellikle her eğe değişiminde kanallar, çalışmaya göre farklılık gösteren konsantrasyonlarda NaOCl ile yıkanmıştır. [82, 175]. Bu nedenle çalışmamızda klinik koşulları taklit etmek ve organik dokular ile debris kanaldan uzaklaştırabilmek için her eğe değişiminde kanallar 2 ml %2,5 NaOCl ile yıkandı.

Son yıkama solüsyonları ile ilgili yapılan çalışmalarda, son yıkama solüsyonundan önce [34] ya da sonra [179, 180] kanalların distile su ile yıkandığı görülmektedir. Nabavizadeh ve ark. [173] tarafından yapılan, farklı son yıkama solüsyonlarının bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, örnekler son yıkama solüsyonu kullanımının hem öncesinde hem de sonrasında distile su ile yıkanmıştır. Çalışmamızda, mekanik preparasyon sırasında kullanılan NaOCl'nin etkisini nötralize etmek için son yıkamaya geçilmeden önce kanallar 1 dk süre ile 5 ml distile su ile yıkandı. Son yıkama solüsyonlarının kullanımından sonra ise solüsyonların etkinliğinin devam etmesini engellemek ve etki süresinin standardizasyonunu sağlayabilmek için kanallar tekrar 1 dk süre ile 5 ml distile su ile yıkandı. Ayrıca diğer son yıkama solüsyonlarının etkinliklerinin değerlendirilebilmesi için, dentin ve kanal patı üzerinde herhangi bir etkisi olmayacağı düşünüldüğünden, kontrol grubunda örneklerin son yıkaması distile su ile yapıldı.

Endodontik tedavide kullanılan irrigasyon solüsyonlarının, dentinin organik ve inorganik bileşenlerini ve bu bileşenlerin dengede olan oranını etkilediği için dentinin bükülme dayanımı ve mikrosertliğini azalttığı düşünülmektedir [181]. Wagner ve ark. [172],

irrigasyon solüsyonlarının intertübüler ve peritübüler dentini erozyona uğrattığını ve dentin kollajeninin yapısında değişikliğe neden olduğunu göstermişlerdir. Benzer şekilde Scelza ve ark. [55], irrigasyon solüsyonlarının dentin tübüllerini açığa çıkardığını göstermişlerdir. Kullanılan solüsyonlar dentinin kanal patları tarafından ıslanabilirliğini, kanal patlarının özelliklerini ve dentine penetrasyon derinliğini de etkilemektedir [57, 68, 182, 183]. Moliz ve ark. [62], son yıkama solüsyonu olarak EDTA kullanımının trikalsiyum silikat esaslı kanal patlarının antibakteriyel etkisini artırdığını, aksine son yıkama solüsyonu olarak fosfat bazlı salin kullanımının bu kanal patlarının antibakteriyel etkisini azalttığını bulmuşlardır. Neelakantan ve ark. [61], rezin esaslı kanal patlarının kullanımından önce dekalsifiye edici bir ajanın uygulanmasının, kanal patının dentine bağlanma dayanımını artırdığını bulmuşlardır. Bu bilgiler ışığında irrigasyon solüsyonlarının, kanal patlarının dentine bağlanma dayanımlarını etkileyebildiği söylenebilir.

Mekanik preparasyon esnasında, mikroorganizmaları da içeren organik ve inorganik artıkların dentin duvarlarında birikmesi ile smear tabakası oluşur [8]. Çoğu araştırmacı, mikroorganizma ve bunların yan ürünlerini içerebildiği, irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini azaltarak kanal içi dezenfeksiyonu olumsuz etkilediği, kanalların doldurulmasından sonra mikrosızıntının artmasına neden olabileceği ve kanal içi ilaçlar ile kanal patlarının dentin tübülleri içine penetrasyonunu engelleyebileceği için smear tabakasının kaldırılması gerektiğini savunmaktadır [12, 13, 15, 16]. Smear tabakası hem organik hem de inorganik içeriğe sahip olduğu için, bu tabakanın çözülebilmesi için organik doku çözücü ile dekalsifiye edici bir ajanın birlikte kullanılması önerilmektedir. Bu amaçla genellikle NaOCl sonrası son yıkama solüsyonu olarak EDTA kullanılmaktadır [184]. Thompson ve ark. [185], 1-2 dk %17 EDTA uygulamasının dentin matriks metalloproteinazlarını önemli ölçüde inhibe ettiğini bulmuşlardır. EDTA, dentin yapısında bulunan kollajenin, metalloproteinazlar tarafından yıkıma uğramasını engelleyerek dentin ile rezin bağlantısında önemli olan hibrit tabakanın korunmasını sağlamış olur. NaOCl sonrası EDTA ile yıkamanın hem rezin esaslı kanal patlarının [59] hem de biyoseramik esaslı kanal patlarının [186] dentine bağlanma dayanımını artırdığını gösteren çalışmalar mevcuttur. EDTA'nın antibakteriyel etkinliğinin çok kısıtlı olması [74] ve dentin erozyonuna sebep olmasından dolayı [20] farklı son yıkama solüsyonları araştırılmaktadır. Yine de en sık tercih edilen son yıkama solüsyonu EDTA olduğu için çalışmamızın bir grubunda EDTA kullanıldı.

CHX, antimikrobiyal etkisi nedeniyle kök kanallarının dezenfeksiyonunda kullanılan bir irrigasyon solüsyonudur [19]. Kök kanallarındaki antimikrobiyal etkinliğinin uzun sürmesinden dolayı son yıkama solüsyonu olarak tercih edilmektedir [63, 65, 187]. Gendron ve ark. [188], CHX'in matriks metalloproteinazları inhibe ettiğini göstermişlerdir. Buna göre EDTA gibi CHX de metalloproteinaz inhibisyonu özelliği sayesinde kollajeni koruyarak dentin ile rezin bağlantısında önemli olan hibrit tabakanın güçlenmesini sağlar [189]. Yapılan çalışmalarda CHX'in dentin kollajenine bağlanabildiği görülmüş, bu sayede de dentin ile rezin bağlantısını güçlendirebileceği düşünülmüştür [190-192]. CHX'in bağlanma dayanımına olan etkisi ile ilgili çalışmaların sonucu bu bilgiyi desteklemektedir [193, 194]. Al-Zaka ve ark. [195] tarafından yapılan bir çalışmada, biyoseramik esaslı kanal patı kullanımı öncesinde son yıkama solüsyonu olarak CHX kullanımının apikal sızıntı miktarını önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur. CHX'in pek çok çalışmada, farklı amaçlarla son yıkama solüsyonu olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada, biyoseramik esaslı bir kanal patının bağlanma dayanımı üzerine etkisinin değerlendirilebilmesi için bir grupta son yıkama solüsyonu olarak CHX kullanıldı.

Kitinin deasetilasyonu ile elde edilen bir polisakkarit olan kitosan, biyoyumluluğu ve antibakteriyel özelliği sayesinde diş hekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır [22]. Kitosanın metal iyonları ile şelasyon yaptığı bilinmektedir [196]. Bu özelliğinden yola çıkılarak Silva ve ark. [22, 96] tarafından dentin üzerindeki etkisi incelenmiş ve kitosanın smear tabakasını dentin duvarlarından etkili bir şekilde uzaklaştırırken EDTA'dan daha az dentin demineralizasyonuna neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Sarkees ve ark. [197] da smear tabakasının uzaklaştırılmasında kitosan ile EDTA arasında bir fark bulamamışlardır. Kitosanın şelasyon etkisi olması [198], EDTA'dan daha az dentin erozyonuna sebep olması [22] ve EDTA'dan farklı olarak antibakteriyel etki göstermesi [109] gibi nedenlerden dolayı, endodontik tedavide son yıkama solüsyonu olarak EDTA'ya alternatif olabileceğini düşündüğümüz için çalışmamızın bir grubunda son yıkama solüsyonu olarak kitosan kullanıldı.

Kitosanın çözünmesi için asidik ortama ihtiyaç vardır ve farklı asitler içerisinde çözdürülebilir [89]. Koç ve ark. [199] tarafından yapılan bir çalışmada, farklı asitlerde çözdürülen kitosanın, MTA'nın dentine bağlanma dayanımı üzerindeki etkisi araştırılmış ve asetik asitte çözdürülen kitosan, laktik asitte çözdürülen kitosana göre daha yüksek bağlanma dayanımı ile ilişkilendirilmiştir. Buna göre farklı çözücülerin kullanılması, kitosan

çözeltilerinin fizikokimyasal özellikleri ve dentin ile olan etkileşimleri üzerinde etkili olabilmektedir. Laktik asitle hazırlanan kitosan çözeltisi; düşük sitotoksosite, yüksek biyouyumluluk, hidrofiliklik ve yüksek antibakteriyel özelliklerle ilişkilendirilmiştir [200]. Kitosan, daha düşük pH değerlerinde daha çok çözünür ve daha yüksek antibakteriyel aktiviteye sahiptir [92]. Laktik asitli kitosan çözeltisinin asetik asitli kitosan çözeltisine göre daha düşük pH değerine sahip olduğu bildirilmiştir [201]. Bu nedenle çalışmamızda kitosanın çözdürülmesi için laktik asit kullanıldı.

Kitosan, antibakteriyel özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla klinik uygulamalarda bazı materyallerle birleştirilip modifiye edilerek kullanılmıştır [97]. Bu amaçla bazı araştırmacılar Kitosan-CHX karışımını kanal içi ilaç olarak değerlendirmişler ve bu karışımın *E. faecalis*'e karşı, ayrı ayrı kitosan ve CHX kullanımından daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır [28, 110, 202]. Barreras ve ark. [27], farklı CHX solüsyonlarının kollajen membranlar üzerindeki antibakteriyel etkisini araştırmışlar, CHX ile kitosan nanopartikülleri kombinasyonunun önemli ölçüde daha yüksek bakteriyel inhibisyon gösterdiğini bulmuşlardır. Başka bir çalışmada CHX ve kitosan nanopartikülleri kanal patlarına eklenmiş, kanal patlarının *E. faecalis*'e karşı antibakteriyel etkinlikleri değerlendirilmiş ve Kitosan-CHX karışımının kanal patlarına eklenmesinin en yüksek antibakteriyel etki ile ilişkili olduğu bulunmuştur [203]. Kitosan-CHX kombinasyonunun irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldığı çalışmalarda ise bu karışımın kök kanallarından *E. faecalis*'i elimine etmede çok etkili olduğu bulunmuş, bu etkinin CHX'in yüksek antibakteriyel etkisi ve kitosanın şelasyon yeteneği ile smear tabakasına etki edebilmesinin ortak sonucu olduğu düşünülmüştür [204, 205]. Bu bilgiler ışığında CHX ve kitosanın antibakteriyel etkilerinin, birlikte kullanıldıklarında sinerjik etki gösterdiğini ve bu kombinasyonun endodontik tedavide irrigasyon solüsyonu olarak kullanılabileceğini söylemek mümkündür.

Kitosanın antibakteriyel özelliğinin geliştirilmesi için kitosan içine eklenerek kombine olarak kullanılan bir başka materyal AgNP'lerdir. AgNP'ler nano boyutta olmaları sayesinde bakteri hücre zarına kolayca nüfuz ederek hızlı bakterisidal etki gösterirler. Antibakteriyel etkilerinin uzun süre devam etmesinin yanında biyouyumlu olmaları ve düşük toksisite göstermeleri nedeniyle tercih edilirler [21]. Charannya ve ark. [206] AgNP'lerin *E. Faecalis* ve *C. Albicans*'a karşı CHX'ten daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Endodontik hastalıklara sebep olan mikroorganizmalara karşı etkili olduğundan ve NaOCl ile aralarında önemli bir

fark görülmediğinden, AgNP'lerin efektif bir antimikrobiyal ajan olarak kullanılabileceği birçok çalışmada gösterilmiştir [112-114, 120]. Bu özelliklerinden dolayı endodonti alanında kök kanal dolgu materyalleri, kanal patları, kanal içi ilaçlar ve irrigasyon solüsyonları olarak kullanımı araştırılmaktadır [115]. Kitosan solüsyonlarına AgNP'lerin eklenmesi ile yapılan çalışmalarda yüksek antibakteriyel aktivite bildirilmiştir. AgNP'lerin bakterisidal etkisi ve kitosanın şelasyon etkilerinden dolayı Kitosan-AgNP kombinasyonunun antibakteriyel aktivite için ikili bir etki mekanizmasına sahip olduğu düşünülmektedir [118, 122, 123].

Kitosan-AgNP ve Kitosan-CHX kombinasyonlarının son yıkama solüsyonu olarak kullanıldığında, kanal patının dentine bağlanma dayanımı üzerine etkisini araştıran sınırlı sayıda araştırma mevcuttur. Bir çalışmada Kitosan-AgNP kombinasyonunun MTA simanlarının bağlanma dayanımı üzerindeki etkisi değerlendirilirken [207], başka bir çalışmada Kitosan-AgNP ve Kitosan-CHX kombinasyonlarının rezin esaslı bir kanal patının bağlanma dayanımı üzerine etkisi araştırılmıştır [35]. Bu iki modifiye kitosan solüsyonunun biyoseramik esaslı kanal patlarının dentine bağlanma dayanımı üzerine etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmamızda biyoseramik esaslı bir kanal patı olan Dia-Root Bio Sealer patının dentine bağlanma dayanımının Kitosan-AgNP ve Kitosan-CHX kombinasyonlarından nasıl etkilendiğini değerlendirebilmek amacıyla son yıkama solüsyonu olarak bu kombinasyonlar da kullanıldı.

Endodontik tedavide kullanılan irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin, kullanılan solüsyonun kanala gönderilme yöntemine, dağıtım şekline ve aktivasyonuna bağlı olarak değiştiği bilinmektedir [19]. Solüsyonların aktivasyonu, etkinliklerini artırmaktadır. Bu amaçla kullanılan yöntemlerden biri olan sonik aktivasyon yöntemi için düşük frekanslarda titreşim üreten ve kesici olmayan esnek uçlara sahip EndoActivator cihazı kullanılmaktadır [127]. Yapılan çalışmalar EndoActivator kullanımının, irrigasyon solüsyonlarının penetrasyonunu artırdığını, mekanik temizliği ve debrisin giderilmesini kolaylaştırdığını ve lateral kanallara ulaşmada etkili olduğunu göstermiştir [142-144]. Özlek ve ark. [176] tarafından yapılan bir çalışmada kitosan solüsyonunun EndoActivator ile aktive edildiğinde, geleneksel şırınga irrigasyonuna göre, MTA-rezin hibrit bir kanal patının dentine bağlanma dayanımı değerlerini artırdığı bulunmuştur. Çalışmamızda kullandığımız son yıkama solüsyonlarının etkinliğini artırabilmek amacıyla, bütün solüsyonlar EndoActivator ile aktive edildi. EndoActivator, üreticinin talimatları doğrultusunda 1 dk süre ile uygulandı.

Kök kanal preparasyonu ve dezenfeksiyonundan sonra kanalların yeniden enfekte olmaması için, kanal boşluğunda sızıntı meydana gelmeyecek şekilde, kök kanal sisteminin tümüyle, üç boyutlu olarak doldurulması gerekmektedir [1, 29]. Kök kanallarının doldurulmasında genellikle merkezi bir kor materyali olarak gütaperka, kanal patı birlikte kullanılmaktadır [148]. Kök kanalı dolum tekniklerinden biri olan tek kon tekniği, kanal şekillendirmesine uygun boyutta olan gütaperkanın bir kanal patı ile birlikte uygulanmasını içermektedir [160]. Yapılan çalışmalarda bu tekniğin, biyoseramik esaslı kanal patları ile birlikte kullanıldığında başarılı sonuçlar gösterdiği bulunmuştur [161, 162]. Biyoseramik esaslı kanal patları biyoyumumluluk, yüksek mekanik dayanıklılık, yüksek pH değeri, düşük çözünürlük, antibakteriyel aktivite gibi avantajlarından dolayı tercih edilmeye başlanmıştır. Bu kanal patları, biyomineralizasyonun ve pulpa hücresi farklılaşmasının uyarılması gibi biyolojik aktivitelere sahip olup daha hızlı iyileşme ve daha az inflamasyon ile ilişkili bulunmuştur. Biyoseramik esaslı kanal patlarının sertleşme reaksiyonu sırasında üretilen kalsiyum hidroksitin, dentin arayüzünde hidroksiapatit oluşumunu indükleyerek, kanal patı ile dentin arasında kemo-fiziksel bir bağlanma sağlandığı düşünülmektedir [33]. Bu avantajları ve son dönemde giderek artan kullanımı nedeniyle çalışmamızda biyoseramik esaslı bir kanal patı olan Dia-Root Bio Sealer patı kullanıldı. Örnekler, üreticinin talimatları doğrultusunda kullanılan kanal patı ve gütaperka ile birlikte tek kon tekniği uygulanarak dolduruldu. Kullanılan kanal patının sertleşmesinin tamamlanması ve bu sırada ağız ortamının taklit edilebilmesi için, örnekler 1 hafta süre ile %100 nem ve 37 C°'de etüv içerisinde bekletildi.

Kök kanal dolgu malzemelerinin bağlanma dayanımı genellikle push-out testi ile değerlendirilir. Push-out testinde, kök kanal dolgusu üzerine küçük çaplı bir uç ile kuvvet uygulanarak bu dolguyu yerinden çıkarmak için gereken sıkıştırma kuvveti ölçülür [36]. Kök kanal dolgusu üzerine bu kuvvetin uygulanabilmesi için kökün horizontal olarak kesitlerinin alınıp dentin diskleri hazırlanması gerekmektedir. Bu test için kullanılan en uygun kesit kalınlığı tartışmalıdır. Farklı araştırmacılar 1 mm [81], 2 mm [82], 3 mm [208], 4 mm [174], 5 mm [209] kalınlığında diskler kullanmışlardır. Kalın disklerin kullanılmasıyla sürtünme alanı artacağından, kesitlerin kalınlaşmasının bağlanma dayanımının olduğundan fazla ölçülmesine neden olabileceği düşünülmektedir [210]. Bu çalışmada kökün koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden birer tane olmak üzere her örnekten, 1 mm kalınlığında olacak şekilde 3 farklı kesit alındı. Push-out testinde itme kuvveti uygulayacak olan uçların çapı sabit ya da dentin duvarına değmeden sadece kök kanal dolgusuna temas edecek şekilde

kanal çapına en uygun uç olarak belirlenmektedir [211]. Nagaş ve ark. [12], push-out bağlanma dayanımı testi sırasında kullanılan uçların çapının artmasının, bağlanma dayanımı değerlerini artırdığını bulmuşlardır. Yapılan çalışmalarda, kökün farklı bölgelerinden kesit alındığında kullanılan uçların çaplarının, o bölgenin kanal çapına uygun olacak şekilde genellikle 0,2 mm'lik artışlarla 0,4 ila 1,2 mm arasında seçildiği görülmüştür [211]. Çalışmamızda, kullanılan döner alet sisteminin kanalda oluşturacağı son genişlik baz alınarak itici uç çapı seçildi. Buna göre her uç bölge için de olası ortalama çaplar göz önünde bulundurularak, itici ucun kök kanal dentinine temas etmemesi için bu çaplardan küçük olacak şekilde koronal ul bölgesi için 0,8 mm, orta ul bölgesi için 0,6 mm, apikal ul bölgesi için 0,4 mm çapında uçlar kullanıldı. Push-out testi uygulamalarında itici uç hızının genellikle 0,5 mm/dk [179, 213, 214] ya da 1 mm/dk [174, 215, 216] olarak ayarlandığı görülmektedir. Bu çalışmada uygulanan kuvvetin hızı, itici ucun dakikada 1 mm hareket edeceği şekilde ayarlandı.

CHX'in, kök kanal dolgu materyallerinin dentine bağlanma dayanımı üzerine etkisinin araştırıldığı çeşitli çalışmalar mevcuttur. Carrilho ve ark. [193] tarafından yapılan bir çalışmada, rezin uygulaması ncesi CHX uygulanmasının dentine bağlanma dayanımını artırdığı bulunmuştur. Dinesh ve ark. [194] tarafından yapılan bir çalışmada, son yıkama solüsyonu olarak CHX kullanılmasının farklı kök kanal dolum materyallerinin dentine bağlanma dayanımını artırdığı sonucuna varılmıştır. EDTA ile CHX'in bağlanma dayanımı üzerine etkisinin karşılaştırıldığı çalışmalarda farklı sonuçlar bulunmuştur. Donnermeyer ve ark. [81] tarafından yapılan bir çalışmada, CHX'in kalsiyum silikat esaslı bir kanal patı olan BioRoot RCS'nin bağlanma dayanımını bir miktar artırırsa da anlamlı olarak etkilemediği, EDTA'nın ise bu kanal patının bağlanma dayanımını önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur. Araştırmacılar EDTA ile yıkamanın dentin-kanal patı arayüzündeki kalsiyumun azalmasına yol açabileceğini, bunun da kanal patının bağlanmasını etkileyebileceğini düşünmüşlerdir. Başka bir çalışmada ise benzer şekilde, CHX'in hem rezin esaslı hem de biyoseramik esaslı kanal patları için, bağlanma dayanımını EDTA'dan daha çok artırdığı bulunmuştur [53]. Bu çalışmaların aksine, Gündoğar ve ark. [82], EDTA'nın kalsiyum silikat esaslı bir kanal patının bağlanma dayanımını CHX'ten daha çok artırdığını bulmuşlardır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre CHX, biyoseramik esaslı kanal patının bağlanma dayanımını kontrol grubuna göre önemli ölçüde artırdı, ancak EDTA, Kitosan ve Kitosan-AgNP gruplarına göre daha düşük bağlanma değerleri gösterdi. Sonuçların çalışmalara göre farklılık göstermesinin sebebi kullanılan kanal patlarının ve solüsyonların farklılıkları ile

ilgili olabilir. Dia-Root Bio Sealer patı, diğer biyoseramik esaslı kanal patlarından farklı olarak yüksek kalsiyum alüminat içeriğine sahiptir [159]. Dia-Root Bio Sealer patı ile ilgili sınırlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır. Farklı solüsyonların kullanımının, bu kanal patının bağlanma dayanımı üzerine etkisini araştıran daha ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kitosan ile EDTA'nın bağlanma dayanımı üzerine etkisi çeşitli çalışmalarda kıyaslanmış ve farklı sonuçlar bulunmuştur. Rezin esaslı kanal patlarının bağlanma dayanımını kitosanın EDTA'dan daha çok artırdığını gösteren çalışmaların [179, 180] aksine, EDTA'nın daha yüksek bağlanma dayanımı ile ilişkili olduğu çalışmalar [217, 218] ve benzer sonuçların bulunduğu çalışmalar [219, 220] da mevcuttur. Veeramachaneni ve ark. [83], rezin esaslı kanal patı kullanıldığında EDTA'nın kitosana göre bağlanma dayanımını daha çok artırdığı, biyoseramik esaslı kanal patı kullanıldığında ise kitosanın EDTA'ya göre bağlanma dayanımını daha çok artırdığı sonucuna varmışlardır. Agarwal ve ark. [178], %17 EDTA ve %0,2 kitosanın BioRoot RCS patının bağlanma dayanımına olan etkisini incelemişler ve kitosan grubunda EDTA'ya göre daha yüksek değerler bulmuşlardır. Koçak Şahin ve ark. [221] kitosanın, farklı biyoseramik esaslı kök kanal dolgularının bağlanma dayanımını EDTA'ya oranla kabul edilebilir düzeyde artırdığını bulmuşlar ve smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırabilmesi, bağlanma dayanımı ve apikal sızıntı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olması, toksik olmaması ve doğal olarak bulunabilir olması nedeniyle kitosanı %17 EDTA'ya alternatif bir irrigasyon solüsyonu olarak önermişlerdir. Benzer şekilde çalışmamızda da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmasa da Kitosan grubu, EDTA grubundan daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri gösterdi. Bunun nedeni kitosanın dentin yüzeyinde EDTA'ya kıyasla daha az yüzey pürüzlülüğü ve kalsiyum/fosfat oranı değişimine sebep olması olabilir [222]. Aynı zamanda kalsiyum silikat içeren simanların sertleşmesi sırasında ihtiyaç duyduğu kalsiyumun EDTA tarafından şelatlanması da bu sonucuna sebep olmuş olabilir [83]. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuç, diğer tüm avantajları ile birlikte düşünüldüğünde, kitosanın EDTA'ya alternatif bir son yıkama solüsyonu olarak kullanılabileceği görüşünü desteklemektedir.

Göktürk ve ark. [207], %17 EDTA ile %0,2 Kitosan-AgNP çözeltisini kıyasladıklarında, EDTA'nın farklı MTA simanlarının bağlanma dayanımını Kitosan-AgNP'ye göre önemli ölçüde artırdığını bulmuşlardır. Kitosan-AgNP'nin daha düşük bağlanma dayanımı değerleri göstermesinin nedeni olarak kitosana eklenen AgNP'lerin dentin tübüllerinde çökmesi ve bunun sonucunda simanların dentin tübüllerine penetrasyonunun kısıtlanmış olabileceği

düşünülmüştür. Fakat bu çalışmada ayrı bir kitosan grubu olmadığı için düşük bağlanma dayanımı değerlerinin kitosan ya da AgNP kaynaklı olduğunu söylemek pek mümkün görünmemektedir. Çelikten ve ark. [35] tarafından yapılan bir çalışmada, AgNP ve CHX içeren kitosan solüsyonlarının son yıkama solüsyonu olarak kullanıldığında, rezin esaslı bir kanal patının bağlanma dayanımı üzerine etkisi incelenmiştir. Kitosan bazlı solüsyonların kontrol grubuna göre bağlanma dayanımını artırdığı bulunmuştur. Bu veriler çalışmamız ile uyumludur. Aynı çalışmada CHX ve %0,2 Kitosan-CHX, %0,2 Kitosan ve %0,2 Kitosan-AgNP'ye göre önemli ölçüde daha yüksek bağlanma değerleri göstermiştir. Bu veriler çalışmamız ile uyumlu değildir ve bunun sebebi, rezin esaslı bir kanal patı kullanılması olabilir. Araştırmacılar CHX'in smear tabakasından bağımsız olarak, rezin ile dentin arasındaki temas açısını artırarak bağlanma dayanımını artırdığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda biyoseramik esaslı bir kanal patı kullanıldı. Kullanılan tüm solüsyonlar, distile su grubuna kıyasla kanal patının dentine bağlanma dayanımını anlamlı olarak artırsa da, kontrol grubundan sonra en düşük bağlanma değerlerini Kitosan-CHX ve CHX grupları gösterdi. Buna göre CHX, çalışmamızda kullanılan biyoseramik esaslı kanal patının bağlanma dayanımını en az artıran materyaldir ve kitosana CHX ya da AgNP ilavesi, biyoseramik esaslı kanal patının dentine bağlanma özelliğini azaltmaktadır.

Push-out testi ile yapılan bazı çalışmalarda kökün koronal, orta ve apikal bölümleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Kökün farklı bölgelerindeki bağlanma dayanımı değerleri genellikle kullanılan kanal patı veya solüsyondan bağımsız olarak hesaplanmış ya da bu parametreler arasında anlamlı farklılıklar olmadığı sonucuna varılmıştır. Bazı çalışmalarda en yüksek bağlanma değerleri koronal üçlü bölgesinde, en az bağlanma değerleri apikal üçlü bölgesinde bulunmuştur [179, 219, 223]. Araştırmacılar, kullanılan kanal patının apikale ulaşmasının zorluğundan kaynaklı olarak apikal üçlüde bağlanma dayanımının düşük, koronal üçlüde en yüksek çıktığını düşünmüşlerdir. Bazı çalışmalarda ise en yüksek bağlanma değerleri apikal üçlü bölgesinde, en düşük bağlanma değerleri koronal üçlü bölgesinde bulunmuştur [35, 175, 224]. Bu durum, genellikle kanalların apikal kesitlerinin daha yuvarlak olduğu için tek kon tekniğinin uygulandığı dişlerde güta-perkanın apikale daha iyi oturması, koronal ve orta üçlü bölgelerinde ise kanalların daha geniş olduğu için güta-perkanın daha az yer kaplamasından kaynaklı olarak kanal patı kalınlığının artmış olması ile ilişkilendirilmiştir. Bu konuda görüş ayrılıkları mevcuttur. Çalışmamızda kökün her 3 bölgesi arasında bağlanma dayanımı açısından anlamlı farklar bulunmadı. Toplamda koronal üçlüdeki bağlanma dayanımı 4,02 MPa, orta üçlüdeki bağlanma dayanımı 4,2 MPa,

apikal üçlüdeki bağlanma dayanımı 4,11 MPa olarak bulundu. Kullanılan solüsyon grupları ve bölgeler kıyaslandığında en yüksek bağlanma dayanımları sırasıyla Kitosan grubunun orta üçlü bölgesi ve Kitosan-AgNP grubunun koronal üçlü bölgesinde görüldü. Fakat bu bulgular anlamlı bir sonuç ifade etmemektedir. Genel olarak bölgeler arasında bir fark olmaması, irrigasyon solüsyonlarının aktive edilmesinden ve kullandığımız kanal patının hidrolik sistemli bir pat olmasından dolayı hem solüsyonun hem de kanal patının kanalın her yerine eşit derecede ulaşmış olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Bağlanma dayanımının test edildiği örneklerde meydana gelen kırıklar şekillerine göre; adeziv, koheziv veya karışık tip başarısızlık olarak değerlendirilir [169]. Yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Vilanova ve ark. [174] farklı içerikteki 2 rezin esaslı kanal patı için farklı sonuçlar bildirmişlerdir. Buna göre AH Plus patı kullanıldığında en çok koheziv kırık meydana gelirken, Epiphany patı kullanıldığında genellikle adeziv veya karışık tip kırıklar meydana gelmiştir. Araştırmacılar bunun kanal patlarının farklı polimerizasyon özelliklerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Antunes ve ark. [179], hem kitosan hem EDTA grubunda rezin esaslı bir kanal patında oluşan kırık tipinin en çok karışık tip olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı çalışmada bölgelere göre de en çok görülen kırık tiplerine bakılmış ve koronal üçlü bölgesinde en çok koheziv kırıkların meydana geldiği görülürken, apikal ve orta üçlü bölgelerinde en çok karışık tip kırık meydana geldiği bulunmuştur. Bu çalışmanın aksine rezin esaslı kanal patı ile yapılan çalışmalarda en çok adeziv [219] veya koheziv [81] kırıkların meydana geldiği çalışmalar da mevcuttur. Biyoseramik esaslı kanal patlarıyla yapılan çalışmalarda daha çok koheziv kırıklar görülürken en az görülen kırık tipi adeziv kırık olarak bildirilmiştir [175, 178, 207, 225]. Çalışmamızda görülen kırık tipleri bu bilgiyi tam olarak desteklememektedir. Tüm gruplar arasında en az görülen kırık tipi adeziv kırık (%19) iken, en çok görülen karışık tip kırık (%48) idi. Bu sonuç, başka bir biyoseramik esaslı kanal patı ile yapılan çalışmanın sonucu ile uyumludur [81]. Bölgelere göre bakıldığında kırık tiplerinde büyük farklar görülmedi. Solüsyonlara göre bakıldığında ise Kitosan grubunda belirgin şekilde adeziv kırık tipinin az olduğu görüldü. Diğer gruplar arasında büyük farklar mevcut değildi. Görülen kırık tipleri birçok faktörden etkilense de yapılan çalışmalarda solüsyon ve bölgelere kıyasla kullanılan kanal patı çeşidinin kırık tipinde daha belirleyici olduğu görülmüştür [174].

Bu çalışma, *in vitro* şartlar altında laboratuvar ortamında yapıldı. *In vitro* olarak yapılan çalışmalar *in vivo* çalışmalara göre daha kolay uygulanabildiği, nispeten ucuz olduğu ve

parametreler değiştirilebildiği için tercih edilmektedir [167]. Fakat yine de *in vivo* şartlar, laboratuvar ortamında tam olarak sağlanamadığı için *in vitro* alışmalarda bazı limitasyonlar mevcuttur. Çalışmamızda çekilmiş dişler kullanıldığı için dentin özelliklerinin ve kanal formlarının birbirinden farklı olması bu limitasyonlar arasındadır. Kanal patları, klinik koşullarda endodontik tedavinin hemen ardından çiğneme kuvvetlerine maruz kalırken push-out çalışmalarında belirli sertleşme srelerinden sonra test edilir. Push-out testi klinik koşulları tam olarak taklit edememektedir ve çalışmamızda kullanılan solüsyonların bağlanma dayanımına olan etkisinin tam olarak değerlendirilebilmesi için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, EndoActivator ile aktive edilerek son yıkama amacıyla kullanılan EDTA, CHX, Kitosan, Kitosan-CHX, Kitosan-AgNP, Distile su solüsyonlarının, biyoseramik esaslı bir kanal patı olan Dia-Root Bio Sealer patının bağlanma dayanımına etkisi değerlendirildi. Elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda sıralandı:

- Distile su grubuna kıyasla, kullanılan tüm solüsyonlar Dia-Root Bio Sealer patının dentine bağlanma dayanımını artırdı.
- En yüksek bağlanma dayanımı değerleri sırasıyla Kitosan ve Kitosan-AgNP grubunda görüldü.
- Kitosan-CHX ve CHX grupları, distile su grubu hariç en düşük bağlanma dayanımı değerini gösterdi. Kitosana CHX ilave edilmesi ile bu solüsyonun bağlanma dayanımı değerinin düştüğü görüldü.
- Kitosan solüsyonu EDTA'dan daha yüksek bağlanma değeri gösterdi fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Kitosan ve EDTA'nın biyoseramik esaslı bir kanal patının dentine bağlanma değerini benzer oranda artırdığı görüldüğünden Kitosan, EDTA'ya alternatif bir son yıkama solüsyonu olarak kullanılabilir.
- Koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri arasında bağlanma dayanımı açısından önemli bir fark görülmedi. EndoActivator ile sonik aktivasyon uygulamasının, solüsyonların kanalın her bölgesine eşit ulaştırılmasında yararlı olduğu söylenebilir.
- Tüm kesitler değerlendirildiğinde en çok karışık tip kırık görüldü. Solüsyon grupları ve bölgeler arasında kırık tipleri açısından önemli bir fark saptanmadı.
- Çalışmadan elde edilen veriler, kitosan ve kitosanın modifiye solüsyonlarının bağlanma dayanımına etkisi konusunda önemli bilgiler sunmaktadır. Bu modifiye solüsyonlarla yapılan benzer çalışma sayısı sınırlı olduğundan sonuçlar bire bir karşılaştırılamamıştır. Farklı kanal patlarının, farklı solüsyon yüzdelерinin ve farklı aktivasyon sistemlerinin kullanıldığı daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.



KAYNAKLAR

1. Schilder, H. (1967). Filling root canals in three dimensions. *Dental Clinics of North America*, 723-744.
2. Kakehashi, S., Stanley, H. R., and Fitzgerald, R. J. (1965). The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 20, 340-349.
3. Kandaswamy, D., and Venkateshbabu, N. (2010). Root canal irrigants. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 13(4), 256-264.
4. Girard, S., Paqué, F., Badertscher, M., Sener, B., and Zehnder, M. (2005). Assessment of a gel-type chelating preparation containing 1-hydroxyethylidene-1, 1-bisphosphonate. *International Endodontic Journal*, 38(11), 810-816.
5. Peters, O. A., Schönenberger, K., and Laib, A. (2001). Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International Endodontic Journal*, 34(3), 221-230.
6. La Rosa, G. R. M., Plotino, G., Nagendrababu, V., and Pedullà, E. (2024). Effectiveness of continuous chelation irrigation protocol in endodontics: a scoping review of laboratory studies. *Odontology*, 112(1), 1-18.
7. Baker, N. A., Eleazer, P. D., Averbach, R. E., and Seltzer, S. (1975). Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. *Journal of Endodontics*, 1(4), 127-135.
8. Alaçam, T. (2012). *Endodonti*. Ankara: Özyurt Matbaacılık, 529-588.
9. Pintor, A. V., Dos Santos, M. R., Ferreira, D. M., Barcelos, R., Primo, L. G., and Maia, L. C. (2016). Does smear layer removal influence root canal therapy outcome? a systematic review. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 40(1), 1-7.
10. Michelich, V. J., Schuster, G. S., and Pashley, D. H. (1980). Bacterial penetration of human dentin in vitro. *Journal of Dental Research*, 59(8), 1398-1403.
11. Pashley, D. H., Michelich, V., and Kehl, T. (1981). Dentin permeability: effects of smear layer removal. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 46(5), 531-537.
12. Mozayeni, M. A., Zadeh, Y. M., Paymanpour, P., Ashraf, H., and Mozayani, M. (2013). Evaluation of push-out bond strength of AH26 sealer using MTAD and combination of NaOCl and EDTA as final irrigation. *Dental Research Journal*, 10(3), 359-363.
13. Economides, N., Liolios, E., Kolokuris, I., and Beltes, P. (1999). Long-term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability of different sealers. *Journal of Endodontics*, 25(2), 123-125.

14. Saunders, W. P., and Saunders, E. M. (1994). Influence of smear layer on the coronal leakage of Therafil and laterally condensed gutta-percha root fillings with a glass ionomer sealer. *Journal of Endodontics*, 20(4), 155-158.
15. Saunders, W. P., and Saunders, E. M. (1992). The effect of smear layer upon the coronal leakage of gutta-percha fillings and a glass ionomer sealer. *International Endodontic Journal*, 25(5), 245-249.
16. Gettleman, B. H., Messer, H. H., and ElDeeb, M. E. (1991). Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *Journal of Endodontics*, 17(1), 15-20.
17. Teixeira, C. S., Felipe, M. C., and Felipe, W. T. (2005). The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *International Endodontic Journal*, 38(5), 285-290.
18. Whitten, B. H., Gardiner, D. L., Jeanson, B. G., and Lemon, R. R. (1996). Current trends in endodontic treatment: report of a national survey. *Journal of the American Dental Association*, 127(9), 1333-1341.
19. Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., and Gao, Y. (2010). Irrigation in endodontics. *Dental Clinics of North America*, 54(2), 291-312.
20. Niu, W., Yoshioka, T., Kobayashi, C., and Suda, H. (2002). A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *International Endodontic Journal*, 35(11), 934-939.
21. Raura, N., Garg, A., Arora, A., and Roma, M. (2020). Nanoparticle technology and its implications in endodontics: a review. *Biomaterials Research*, 24(1), 21.
22. Silva, P. V., Guedes, D. F., Nakadi, F. V., Pécora, J. D., and Cruz-Filho, A. M. (2013). Chitosan: a new solution for removal of smear layer after root canal instrumentation. *International Endodontic Journal*, 46(4), 332-338.
23. Afkhami, F., Akbari, S., and Chiniforush, N. (2017). *Enterococcus faecalis* elimination in root canals using silver nanoparticles, photodynamic therapy, diode laser, or laser-activated nanoparticles: an in vitro study. *Journal of Endodontics*, 43(2), 279-282.
24. Chan, E. L., Zhang, C., and Cheung, G. S. (2015). Cytotoxicity of a novel nano-silver particle endodontic irrigant. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 7, 65-74.
25. Moghadas, L., Shahmoradi, M., and Narimani, T. (2012). Antimicrobial activity of a new nanobased endodontic irrigation solution: in vitro study. *Dental Hypotheses*, 3, 142.
26. Mohammadi, Z., and Abbott, P. V. (2009). The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *International Endodontic Journal*, 42(4), 288-302.
27. Barreras, U. S., Méndez, F. T., Martínez, R. E., Valencia, C. S., Rodríguez, P. R., and Rodríguez, J. P. (2016). Chitosan nanoparticles enhance the antibacterial activity of chlorhexidine in collagen membranes used for periapical guided tissue regeneration.

- Materials Science & Engineering. C: Materials for Biological Applications*, 58, 1182-1187.
28. Savitha, A., SriRekha, A., Vijay, R., Ashwija, Champa, C., and Jaykumar, T. (2019). An in vivo comparative evaluation of antimicrobial efficacy of chitosan, chlorhexidine gluconate gel and their combination as an intracanal medicament against *Enterococcus faecalis* in failed endodontic cases using real time polymerase chain reaction (qPCR). *The Saudi Dental Journal*, 31(3), 360-366.
 29. Alaçam, T. (2012). *Endodonti*. Ankara: Özyurt Matbaacılık, 705-768.
 30. Alaçam, T. (2012). *Endodonti*. Ankara: Özyurt Matbaacılık, 769-828.
 31. Candeiro, G. T., Correia, F. C., Duarte, M. A., Ribeiro-Siqueira, D. C., and Gavini, G. (2012). Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *Journal of Endodontics*, 38(6), 842-845.
 32. Küçükkaya Eren, S. (2023). Clinical applications of calcium silicate-based materials: a narrative review. *Australian Dental Journal*, 68(1), 96-109.
 33. Ortega, M. A., Rios, L., Fraile-Martinez, O., Liviu Boaru, D., De Leon-Oliva, D., Barrena-Blázquez, S., Pereda-Cerquella, C., Garrido-Gil, M. J., Manteca, L., Buján, J., García-Honduvilla, N., García-Montero, C., and Rios-Parra, A. (2024). Bioceramic versus traditional biomaterials for endodontic sealers according to the ideal properties. *Histology and Histopathology*, 39(3), 279-292.
 34. Rifaat, S., Rahoma, A., Alkhalifa, F., AlQuraini, G., Alsalman, Z., Alwesaibi, Z., and Taymour, N. (2023). Push-out bond strength of Endoseal mineral trioxide aggregate and AH Plus sealers after using three different irrigation protocols. *European Journal of Dentistry*, 17(1), 76-81.
 35. Celikten, B., Amasya, G., Oncu, A., Koohnavard, M., and Saklar, F. (2022). Effects of chitosan-containing silver nanoparticles or chlorhexidine as the final irrigant on the bond strength of resin-based root canal sealers. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 16(2), 118-122.
 36. Collares, F. M., Portella, F. F., Rodrigues, S. B., Celeste, R. K., Leitune, V. C. B., and Samuel, S. M. W. (2016). The influence of methodological variables on the push-out resistance to dislodgement of root filling materials: a meta-regression analysis. *International Endodontic Journal*, 49(9), 836-849.
 37. Zou, X., Zheng, X., Liang, Y., Zhang, C., Fan, B., Liang, J., Ling, J., Bian, Z., Yu, Q., Hou, B., Chen, Z., Wei, X., Qiu, L., Chen, W., He, W., Xu, X., Meng, L., Zhang, C., Chen, L., Deng, S., Lei, Y., Xie, X., Wang, X., Yu, J., Zhao, J., Shen, S., Zhou, X., and Yue, L. (2024). Expert consensus on irrigation and intracanal medication in root canal therapy. *International Journal of Oral Science* 16(1), 23.
 38. Haapasalo, M., Shen, Y., Wang, Z., and Gao, Y. (2014). Irrigation in endodontics. *British Dental Journal*, 216(6), 299-303.
 39. Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), 389-398.

40. Peters, O. A., Peters, C. I., and Basrani, B. (2016). Cleaning and shaping the root canal system. In K. M. Hargreaves and L. H. Berman (Eds.), *Cohen's pathways of the pulp*. 11th edition. St. Louis, Missouri: Elsevier, 209-279.
41. Stojicic, S., Zivkovic, S., Qian, W., Zhang, H., and Haapasalo, M. (2010). Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *Journal of Endodontics*, 36(9), 1558-1562.
42. Dunavant, T. R., Regan, J. D., Glickman, G. N., Solomon, E. S., and Honeyman, A. L. (2006). Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. *Journal of Endodontics*, 32(6), 527-531.
43. Hong, S. W., Baik, J. E., Kang, S. S., Kum, K. Y., Yun, C. H., and Han, S. H. (2016). Sodium hypochlorite inactivates lipoteichoic acid of *Enterococcus faecalis* by deacylation. *Journal of Endodontics*, 42(10), 1503-1508.
44. Boessler, C., Peters, O. A., and Zehnder, M. (2007). Impact of lubricant parameters on rotary instrument torque and force. *Journal of Endodontics*, 33(3), 280-283.
45. Austin, J. H., and Taylor, H. D. (1918). Behavior of hypochlorite and of chloramine-t solutions in contact with necrotic and normal tissues in vivo. *Journal of Experimental Medicine*, 27(5), 627-633.
46. Guida, A. (2006). Mechanism of action of sodium hypochlorite and its effects on dentin. *Minerva Stomatologica*, 55(9), 471-482.
47. Liu, H., Nio, S., and Shen, Y. (2024). Sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* biofilm in dentinal tubules: effect of concentration, temperature, and exposure time. *Odontology*, 112(2), 390-398.
48. Mohammed, S. A., Vianna, M. E., Penny, M. R., Hilton, S. T., Mordan, N., and Knowles, J. C. (2016). A novel experimental approach to investigate the effect of different agitation methods using sodium hypochlorite as an irrigant on the rate of bacterial biofilm removal from the wall of a simulated root canal model. *Dental Materials*, 32(10), 1289-1300.
49. Pascon, F. M., Kantovitz, K. R., Sacramento, P. A., Nobre-dos-Santos, M., and Puppim-Rontani, R. M. (2009). Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review. *Journal of Dentistry*, 37(12), 903-908.
50. Boutsoukis, C., and Arias-Moliz, M. T. (2022). Present status and future directions - irrigants and irrigation methods. *International Endodontic Journal*, 55(3), 588-612.
51. Pai, A. R. V. (2023). Injection of sodium hypochlorite into soft tissues of the oral cavity: a literature review with clinical preventive recommendations. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 124(6), 101581.
52. Kartit, Z., Delacroix, C., Clement, C., Beurrier, M., Mouton-Faivre, C., and Petitpain, N. (2024). Sodium hypochlorite accident diagnosis and management: analysis from the literature and the French pharmacovigilance database. *Fundamental and Clinical Pharmacology*.

53. Çelik, D., Özalp Koca, A. T., Koşar T., and Taşdemir, T. (2021). The effects of final irrigants on the push-out bond strength of two calcium silicate-based root canal sealers: an in vitro study. *European Oral Research*, 55(3), 146-151.
54. Tartuk, G. A., Kaya, S., and Adıgüzel, Ö. (2021). The effect of different final irrigation solutions on apical impermeability. *International Dental Research*, 11(1), 201-205.
55. Scelza, M. F., Antoniazzi, J. H., and Scelza, P. (2000). Efficacy of final irrigation - a scanning electron microscopic evaluation. *Journal of Endodontics*, 26(6), 355-358.
56. Uzunoğlu, E., Yılmaz, Z., Erdoğan, Ö., and Görduysus, M. (2016). Final irrigation regimens affect fracture resistance values of root-filled teeth. *Journal of Endodontics*, 42(3), 493-495.
57. Ballal, N. V., Tweeny, A., Khechen, K., Prabhu, K. N., Satyanarayan, and Tay, F. R. (2013). Wettability of root canal sealers on intraradicular dentine treated with different irrigating solutions. *Journal of Dentistry*, 41(6), 556-560.
58. Prado, M., Simão, R. A., and Gomes, B. P. (2013). Effect of different irrigation protocols on resin sealer bond strength to dentin. *Journal of Endodontics*, 39(5), 689-692.
59. Leal, F., Simão, R. A., Fidel, S. R., Fidel, R. A., and do Prado, M. (2015). Effect of final irrigation protocols on push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer to dentin. *Australian Endodontic Journal*, 41(3), 135-139.
60. Neelakantan, P., Sharma, S., Shemesh, H., and Wesselink, P. R. (2015). Influence of irrigation sequence on the adhesion of root canal sealers to dentin: a fourier transform infrared spectroscopy and push-out bond strength analysis. *Journal of Endodontics*, 41(7), 1108-1111.
61. Neelakantan, P., Subbarao, C., Subbarao, C. V., De-Deus, G., and Zehnder, M. (2011). The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. *International Endodontic Journal*, 44(6), 491-498.
62. Arias-Moliz, M. T., and Camilleri, J. (2016). The effect of the final irrigant on the antimicrobial activity of root canal sealers. *Journal of Dentistry*, 52, 30-36.
63. Mohammadi, Z., Jafarzadeh, H., and Shalavi, S. (2014). Antimicrobial efficacy of chlorhexidine as a root canal irrigant: a literature review. *Journal of Oral Science*, 56(2), 99-103.
64. Gomes, B. P., Ferraz, C. C., Vianna, M. E., Berber, V. B., Teixeira, F. B., and Souza-Filho, F. J. (2001). In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*, 34(6), 424-428.
65. Rosenthal, S., Spångberg, L., and Safavi, K. (2004). Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, 98(4), 488-492.

66. Naenni, N., Thoma, K., and Zehnder, M. (2004). Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. *Journal of Endodontics*, 30(11), 785-787.
67. Erdemir, A., Arı, H., Güngüneş, H., and Belli, S. (2004). Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. *Journal of Endodontics*, 30(2), 113-116.
68. de Assis, D. F., Prado, M., and Simão, R. A. (2011). Evaluation of the interaction between endodontic sealers and dentin treated with different irrigant solutions. *Journal of Endodontics*, 37(11), 1550-1552.
69. Basrani, B. R., Manek, S., Sodhi, R. N., Fillery, E., and Manzur, A. (2007). Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *Journal of Endodontics*, 33(8), 966-969.
70. Rasimick, B. J., Nekich, M., Hladek, M. M., Musikant, B. L., and Deutsch, A. S. (2008). Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. *Journal of Endodontics*, 34(12), 1521-1523.
71. Vouzara, T., Koulaouzidou, E., Ziouti, F., and Economides, N. (2016). Combined and independent cytotoxicity of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid and chlorhexidine. *International Endodontic Journal*, 49(8), 764-773.
72. Violich, D. R., and Chandler, N. P. (2010). The smear layer in endodontics - a review. *International Endodontic Journal*, 43(1), 2-15.
73. Dutner, J., Mines, P., and Anderson, A. (2012). Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. *Journal of Endodontics*, 38(1), 37-40.
74. Haapasalo, M., and Qian, W. (2008). Irrigants and intracanal medicaments. In J. I. Ingle, L. K. Bakland and J. C. Baumgartner (Eds), *Ingle's endodontics*. 6th Edition. Hamilton, Ontario: BC Decker Inc, 992-1018.
75. Önay, E. O., Kurt, E., Kızılırmak, İ., Nuyan, D., Güran, Ç., ve Erdoğan, T. (2013). Kök kanal irrigasyonunda geleneksel ve güncel yaklaşımlar. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 7(2), 1459-1468.
76. Mohammadi, Z., Yaripour, S., Shalavi, S., Palazzi, F., and Asgary, S. (2017). Root canal irrigants and dentin bonding: an update. *Iranian Endodontic Journal*, 12(2), 131-136.
77. Czonstkowsky, M., Wilson, E. G., and Holstein, F. A. (1990). The smear layer in endodontics. *Dental Clinics of North America*, 34(1), 13-25.
78. Stojicic, S., Shen, Y., Qian, W., Johnson, B., and Haapasalo, M. (2012). Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMix. *International Endodontic Journal*, 45(4), 363-371.

79. Qian, W., Shen, Y., and Haapasalo, M. (2011). Quantitative analysis of the effect of irrigant solution sequences on dentin erosion. *Journal of Endodontics*, 37(10), 1437-1441.
80. Grawehr, M., Sener, B., Waltimo, T., and Zehnder, M. (2003). Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *International Endodontic Journal*, 36(6), 411-417.
81. Donnermeyer, D., Vahdat-Pajouh, N., Schäfer, E., and Dammaschke, T. (2019). Influence of the final irrigation solution on the push-out bond strength of calcium silicate-based, epoxy resin-based and silicone-based endodontic sealers. *Odontology*, 107(2), 231-236.
82. Gündoğar, M., Sezgin, G. P., Erkan, E., and Özyılmaz Ö, Y. (2018). The influence of the irrigant QMix on the push-out bond strength of a bioceramic endodontic sealer. *European Oral Research*, 52(2), 64-68.
83. Veeramachaneni, C., Aravelli, S., and Dundigalla, S. (2022). Comparative evaluation of push-out bond strength of bioceramic and epoxy sealers after using various final irrigants: an in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 25(2), 145-150.
84. Lee, Y. L., Lin, F. H., Wang, W. H., Ritchie, H. H., Lan, W. H., and Lin, C. P. (2007). Effects of EDTA on the hydration mechanism of mineral trioxide aggregate. *Journal of Dental Research*, 86(6), 534-538.
85. Hülsmann, M., Heckendorff, M., and Lennon, A. (2003). Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International Endodontic Journal*, 36(12), 810-830.
86. Morin-Crini, N., Lichtfouse, E., Torri, G., and Crini, G. (2019). Applications of chitosan in food, pharmaceuticals, medicine, cosmetics, agriculture, textiles, pulp and paper, biotechnology, and environmental chemistry. *Environmental Chemistry Letters*, 17(4), 1667-1692.
87. Kim, S. (2018). Competitive biological activities of chitosan and its derivatives: antimicrobial, antioxidant, anticancer, and anti-inflammatory activities. *International Journal of Polymer Science*, 2018.
88. Bowman, K., and Leong, K. W. (2006). Chitosan nanoparticles for oral drug and gene delivery. *International Journal of Nanomedicine*, 1(2), 117-128.
89. Agnihotri, S. A., Mallikarjuna, N. N., and Aminabhavi, T. M. (2004). Recent advances on chitosan-based micro- and nanoparticles in drug delivery. *Journal of Controlled Release*, 100(1), 5-28.
90. Arnaud, T. M., de Barros Neto, B., and Diniz, F. B. (2010). Chitosan effect on dental enamel de-remineralization: an in vitro evaluation. *Journal of Dentistry*, 38(11), 848-852.
91. Yan, D., Li, Y., Liu, Y., Li, N., Zhang, X., and Yan, C. (2021). Antimicrobial properties of chitosan and chitosan derivatives in the treatment of enteric infections. *Molecules*, 26(23), 7136.

92. Yılmaz Atay, H. (2020). Antibacterial activity of chitosan-based systems. *Functional Chitosan*, 457-489.
93. Goy, R. C., Britto, D. d., and Assis, O. B. (2009). A review of the antimicrobial activity of chitosan. *Polímeros*, 19, 241-247.
94. Khan, F., Pham, D. T. N., Oloketuyi, S. F., Manivasagan, P., Oh, J., and Kim, Y. M. (2020). Chitosan and their derivatives: antibiofilm drugs against pathogenic bacteria. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 185, 110627.
95. Pimenta, J. A., Zaparolli, D., Pécora, J. D., and Cruz-Filho, A. M. (2012). Chitosan: effect of a new chelating agent on the microhardness of root dentin. *Brazilian Dental Journal*, 23(3), 212-217.
96. Silva, P. V., Guedes, D. F., Pécora, J. D., and da Cruz-Filho, A. M. (2012). Time-dependent effects of chitosan on dentin structures. *Brazilian Dental Journal*, 23(4), 357-361.
97. Seidi, F., Khodadadi Yazdi, M., Jouyandeh, M., Dominic, M., Naeim, H., Nezhad, M. N., Bagheri, B., Habibzadeh, S., Zarrintaj, P., Saeb, M. R., and Mozafari, M. (2021). Chitosan-based blends for biomedical applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 183, 1818-1850.
98. Mikušová, V., and Mikuš, P. (2021). Advances in chitosan-based nanoparticles for drug delivery. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(17), 9652
99. Pandima Devi, M., Sekar, M., Chamundeswari, M., Moorthy, A., Krithiga, G., Murugan, N. S., and Sastry, T. (2012). A novel wound dressing material-fibrin-chitosan-sodium alginate composite sheet. *Bulletin of Materials Science*, 35, 1157-1163.
100. Wang, Y. W., Liu, C. C., Cherng, J. H., Lin, C. S., Chang, S. J., Hong, Z. J., Liu, C. C., Chiu, Y. K., Hsu, S. D., and Chang, A. H. (2019). Biological effects of chitosan-based dressing on hemostasis mechanism. *Polymers*, 11(11), 1906.
101. Azizi, S., Ahmad, M. B., Hussein, M. Z., Ibrahim, N. A., and Namvar, F. (2014). Preparation and properties of poly(vinyl alcohol)/chitosan blend bionanocomposites reinforced with cellulose nanocrystals/ZnO-Ag multifunctional nanosized filler. *International Journal of Nanomedicine*, 9, 1909-1917.
102. Singh, H. (2016). Microbiology of endodontic infections. *Journal of Dentistry and Oral Health*, 2(5), 1-4.
103. Alghamdi, F., and Shakir, M. (2020). The influence of *Enterococcus faecalis* as a dental root canal pathogen on endodontic treatment: a systematic review. *Cureus*, 12(3), 7257.
104. Baumgartner, J. C., Watts, C. M., and Xia, T. (2000). Occurrence of *Candida albicans* in infections of endodontic origin. *Journal of Endodontics*, 26(12), 695-698.
105. Basrani, B., Tjäderhane, L., Santos, J. M., Pascon, E., Grad, H., Lawrence, H. P., and Friedman, S. (2003). Efficacy of chlorhexidine- and calcium hydroxide-containing

- medicaments against *Enterococcus faecalis* in vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, 96(5), 618-624.
106. Gomes, B. P., Souza, S. F., Ferraz, C. C., Teixeira, F. B., Zaia, A. A., Valdrighi, L., and Souza-Filho, F. J. (2003). Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. *International Endodontic Journal*, 36(4), 267-275.
 107. Gomes, B. P., Vianna, M. E., Zaia, A. A., Almeida, J. F., Souza-Filho, F. J., and Ferraz, C. C. (2013). Chlorhexidine in endodontics. *Brazilian Dental Journal*, 24(2), 89-102.
 108. Thienngern, P., Panichuttra, A., Ratisoontorn, C., Aumnate, C., and Matangkasombut, O. (2022). Efficacy of chitosan paste as intracanal medication against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* biofilm compared with calcium hydroxide in an in vitro root canal infection model. *BMC Oral Health*, 22(1), 354.
 109. Wang, N., Ji, Y., Zhu, Y., Wu, X., Mei, L., Zhang, H., Deng, J., and Wang, S. (2020). Antibacterial effect of chitosan and its derivative on *Enterococcus faecalis* associated with endodontic infection. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 19(6), 3805-3813.
 110. Wassel, M., Radwan, M., and Elghazawy, R. (2023). Direct and residual antimicrobial effect of 2% chlorhexidine gel, double antibiotic paste and chitosan- chlorhexidine nanoparticles as intracanal medicaments against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* in primary molars: an in-vitro study. *BMC Oral Health*, 23(1), 296.
 111. Özdemir, O., and Kopaç, T. (2022). Recent progress on the applications of nanomaterials and nano-characterization techniques in endodontics: a review. *Materials (Basel, Switzerland)*, 15(15), 5109.
 112. de Almeida, J., Cechella, B. C., Bernardi, A. V., de Lima Pimenta, A., and Felipe, W. T. (2018). Effectiveness of nanoparticles solutions and conventional endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Indian Journal of Dental Research*, 29(3), 347-351.
 113. Halkai, K. R., Mudda, J. A., Shivanna, V., Rathod, V., and Halkai, R. (2018). Evaluation of antibacterial efficacy of fungal-derived silver nanoparticles against *Enterococcus faecalis*. *Contemporary Clinical Dentistry*, 9(1), 45-48.
 114. Afkhami, F., Pourhashemi, S. J., Sadegh, M., Salehi, Y., and Fard, M. J. (2015). Antibiofilm efficacy of silver nanoparticles as a vehicle for calcium hydroxide medicament against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Dentistry*, 43(12), 1573-1579.
 115. Öncü, A., Huang, Y., Amasya, G., Sevimay, F. S., Orhan, K., and Çelikten, B. (2021). Silver nanoparticles in endodontics: recent developments and applications. *Restorative Dentistry and Endodontics*, 46(3), 38.
 116. Afkhami, F., Forghan, P., Gutmann, J. L., and Kishen, A. (2023). Silver nanoparticles and their therapeutic applications in endodontics: a narrative review. *Pharmaceutics*, 15(3), 715.
 117. Yamanaka, M., Hara, K., and Kudo, J. (2005). Bactericidal actions of a silver ion solution on *Escherichia coli*, studied by energy-filtering transmission electron

- microscopy and proteomic analysis. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(11), 7589-7593.
118. Wei, D., Sun, W., Qian, W., Ye, Y., and Ma, X. (2009). The synthesis of chitosan-based silver nanoparticles and their antibacterial activity. *Carbohydrate Research*, 344(17), 2375-2382.
 119. Hou, X., Fu, H., Han, Y., Xue, Y., and Li, C. (2020). Analysis of transcriptome in *Enterococcus faecalis* treated with silver nanoparticles. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 20(2), 1046-1055.
 120. González-Luna, P.-I. V., Martínez-Castañón, G.-A., Zavala-Alonso, N.-V., Patiño-Marin, N., Niño-Martínez, N., Morán-Martínez, J., and Ramírez-González, J.-H. (2016). Bactericide effect of silver nanoparticles as a final irrigation agent in endodontics on *Enterococcus faecalis*: an ex vivo study. *Journal of Nanomaterials*, 2016, 7597295.
 121. Jowkar, Z., Omid, Y., and Shafiei, F. (2020). The effect of silver nanoparticles, zinc oxide nanoparticles, and titanium dioxide nanoparticles on the push-out bond strength of fiber posts. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 12(3), 249-256.
 122. Rhim, J. W., Hong, S. I., Park, H. M., and Ng, P. K. (2006). Preparation and characterization of chitosan-based nanocomposite films with antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(16), 5814-5822.
 123. Ge, J., Li, M., Fan, J., Celia, C., Xie, Y., Chang, Q., and Deng, X. (2024). Synthesis, characterization, and antibacterial activity of chitosan-chelated silver nanoparticles. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, 35(1), 45-62.
 124. Divakar, D. D., Jastaniyah, N. T., Altamimi, H. G., Alnakhli, Y. O., Muzahed, Alkheraif, A. A., and Haleem, S. (2018). Enhanced antimicrobial activity of naturally derived bioactive molecule chitosan conjugated silver nanoparticle against dental implant pathogens. *International Journal of Biological Macromolecules*, 108, 790-797.
 125. Noronha, V. T., Paula, A. J., Durán, G., Galembeck, A., Cogo-Müller, K., Franz-Montan, M., and Durán, N. (2017). Silver nanoparticles in dentistry. *Dental Materials*, 33(10), 1110-1126.
 126. Adam, M., and Wootton, J. (2022). Conventional vs ultrasonic irrigation - which leads to less post-operative pain? *Evidence-Based Dentistry*, 23(2), 50-51.
 127. Gu, L. S., Kim, J. R., Ling, J., Choi, K. K., Pashley, D. H., and Tay, F. R. (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of Endodontics*, 35(6), 791-804.
 128. Boutsoukis, C., Lambrianidis, T., Verhaagen, B., Versluis, M., Kastrinakis, E., Wesselink, P. R., and van der Sluis, L. W. (2010). The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *Journal of Endodontics*, 36(10), 1664-1668.

129. Wigler, R., Herteanu, M., Wilchfort, Y., and Kfir, A. (2023). Efficacy of different irrigant activation systems on debris and smear layer removal: a scanning electron microscopy evaluation. *International Journal of Dentistry*, 2023, 9933524.
130. Rajamanickam, K., Teja, K. V., Ramesh, S., AbuMelha, A. S., Alkahtany, M. F., Almadi, K. H., Bahammam, S. A., Janani, K., Choudhari, S., Jose, J., Srivastava, K. C., Shrivastava, D., and Patil, S. (2022). Comparative study assessing the canal cleanliness using automated device and conventional syringe needle for root canal irrigation-an ex-vivo study. *Materials (Basel, Switzerland)*, 15(18), 6184.
131. Holliday, R., and Alani, A. (2014). Traditional and contemporary techniques for optimizing root canal irrigation. *Dental Update*, 41(1), 51-52, 54, 56-58.
132. Mayer, B. E., Peters, O. A., and Barbakow, F. (2002). Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal*, 35(7), 582-589.
133. Machtou, P. P. (2018). Manual dynamic activation technique. *Clinical Dentistry Reviewed*, 2, 1-5.
134. Al-Hadlaq, S. M., Al-Turaiki, S. A., Al-Sulami, U., and Saad, A. Y. (2006). Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 32(12), 1181-1184.
135. Singh, N., Chandra, A., Tikku, A. P., and Verma, P. (2014). A comparative evaluation of different irrigation activation systems on smear layer removal from root canal: an in-vitro scanning electron microscope study. *Journal of Conservative Dentistry: JCD.*, 17(2), 159-163.
136. Al-Ali, M., Sathorn, C., and Parashos, P. (2012). Root canal debridement efficacy of different final irrigation protocols. *International Endodontic Journal*, 45(10), 898-906.
137. Protogerou, E., Arvaniti, I., Vlachos, I., and Khabbaz, M. G. (2013). Effectiveness of a canal brush on removing smear layer: a scanning electron microscopic study. *Brazilian Dental Journal*, 24(6), 580-584.
138. Walters, M. J., Baumgartner, J. C., and Marshall, J. G. (2002). Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 28(12), 837-839.
139. Abduljalil, M., ve Abduljalil, B.G. (2021). Dental Lazerlerin Kök Kanal Duvarlarındaki Smear Tabakasını Uzaklaştırma Etkinlikleri. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 42(2), 141-151.
140. Paixão, S., Rodrigues, C., Grenho, L., and Fernandes, M. H. (2022). Efficacy of sonic and ultrasonic activation during endodontic treatment: a meta-analysis of in vitro studies. *Acta Odontologica Scandinavica*, 80(8), 588-595.
141. Zeng, C., Hu, P., Egan, C. P., Bergeron, B. E., Tay, F., and Ma, J. (2024). Bacteria debridement efficacy of two sonic root canal irrigant activation systems. *Journal of Dentistry*, 140, 104770.

142. Townsend, C., and Maki, J. (2009). An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *Journal of Endodontics*, 35(7), 1040-1043.
143. Desai, P., and Himel, V. (2009). Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *Journal of Endodontics*, 35(4), 545-549.
144. Kanter, V., Weldon, E., Nair, U., Varella, C., Kanter, K., Anusavice, K., and Pileggi, R. (2011). A quantitative and qualitative analysis of ultrasonic versus sonic endodontic systems on canal cleanliness and obturation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, 112(6), 809-813.
145. Darcey, J., Jawad, S., Taylor, C., Roudsari, R. V., and Hunter, M. (2016). Modern endodontic principles part 4: irrigation. *Dental Update*, 43(1), 20-22, 25-26, 28-30.
146. Tomson, R. M., Polycarpou, N., and Tomson, P. L. (2014). Contemporary obturation of the root canal system. *British Dental Journal*, 216(6), 315-322.
147. Grossman, L., Oliet, S., and Del Rio, C. (1988). *Endodontic practice*. Philadelphia, USA: Lea & Febiger.
148. Ørstavik, D. (2005). Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endodontic topics*, 12(1), 25-38.
149. Gasner, N. S., and Brizuela, M. (March, 2023). Endodontic Materials Used To Fill Root Canals. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
150. Johnson, W., Kulild J. C., and Tay, F. (2016). Obturation of the Cleaned and Shaped Root Canal System. In K. M. Hargreaves and L. H. Berman (Eds.), *Cohen's pathways of the pulp*. 11th edition. St. Louis, Missouri: Elsevier, 280-323.
151. Soumya, S., Agarwal, P., Patri, G., Behera, S. S., and Kumar, M. (2021). Obturation an overview. *IP Indian Journal of Conservative and Endodontics*, 6(1), 11-20.
152. Combe, E. C., Cohen, B. D., and Cummings, K. (2001). Alpha- and beta-forms of gutta-percha in products for root canal filling. *International Endodontic Journal*, 34(6), 447-451.
153. Johnson, J. D. (2008). Root Canal Filling Materials. In J. I. Ingle, L. K. Bakland and J. C. Baumgartner (Eds), *Ingle's endodontics*. 6th Edition. Hamilton, Ontario: BC Decker Inc, 1019-1052.
154. Shenoy, A., and Shenoy, N. (2010). Dental ceramics: an update. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 13(4), 195-203.
155. Raghavendra, S. S., Jadhav, G. R., Gathani, K. M., and Kotadia, P. (2017). Bioceramics in endodontics - a review. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 51(3 Suppl 1), 128-137.
156. Ashkar, I., Sanz, J. L., Forner, L., and Melo, M. (2023). Calcium silicate-based sealer dentinal tubule penetration-a systematic review of in vitro studies. *Materials (Basel, Switzerland)*, 16(7), 2734.

157. Koyuncu, S. (2023). Biyoseramik esaslı kök kanal patları. *Uluslararası Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi*, 8(3), 71-76.
158. İnternet: *Dia-Root Bio Sealer*. Web: <https://diadent.com/products/dia-root-bio-sealer/> adresinden 5 Nisan 2024'te alınmıştır.
159. Lee, Y. N., Kim, M. K., Kim, H. J., Yu, M. K., Lee, K. W., and Min, K. S. (2024). Evaluation of the root dentin bond strength and intratubular biomineralization of a premixed calcium aluminate-based hydraulic bioceramic endodontic sealer. *Journal of Oral Science*, 66(2), 96-101.
160. Zan, R., and Demir, A. Ş. (2021). Contemporary endodontic obturation techniques: a comprehensive literature review. *Cumhuriyet Dental Journal*, 24(3), 310-317.
161. Chybowski, E. A., Glickman, G. N., Patel, Y., Fleury, A., Solomon, E., and He, J. (2018). Clinical outcome of non-surgical root canal treatment using a single-cone technique with Endosequence bioceramic sealer: a retrospective analysis. *Journal of Endodontics*, 44(6), 941-945.
162. Sabeti, M. A., Karimpourtalebi, N., Shahravan, A., and Dianat, O. (2024). Clinical and radiographic failure of nonsurgical endodontic treatment and retreatment using single-cone technique with calcium silicate-based sealers: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 50(6), 735-746.
163. Tagger, M., Tagger, E., Tjan, A. H., and Bakland, L. K. (2002). Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *Journal of Endodontics*, 28(5), 351-354.
164. Augusto, C. M., Cunha Neto, M. A., Pinto, K. P., Barbosa, A. F. A., Silva, E., Dos Santos, A. P. P., and Sassone, L. M. (2022). Influence of the use of chelating agents as final irrigant on the push-out bond strength of epoxy resin-based root canal sealers: a systematic review. *Australian Endodontic Journal*, 48(2), 347-363.
165. Ballal, N. V., Ulusoy, Ö. İ., Chhapparwal, S., and Ginjupalli, K. (2018). Effect of novel chelating agents on the push-out bond strength of calcium silicate cements to the simulated root-end cavities. *Microscopy Research and Technique*, 81(2), 214-219.
166. Braga, R. R., Meira, J. B., Boaro, L. C., and Xavier, T. A. (2010). Adhesion to tooth structure: a critical review of "macro" test methods. *Dental Materials*, 26(2), 38-49.
167. Van Meerbeek, B., Peumans, M., Poitevin, A., Mine, A., Van Ende, A., Neves, A., and De Munck, J. (2010). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental Materials*, 26(2), e100-121.
168. Kunt, G. E., ve Çetiner, R. B. (2017). Mekanik testler: bükülme dayanıklılığı ve ölçümü, sıkıştırma, germe, eğilme, bağlanma, çekme, itme, makaslama. *Türkiye Klinikleri Prosthodontics - Special Topics*, 3(3), 210-215.
169. Elmas, M. S., Başaran, E. G., ve İzgi, A. D. (2021). Diş hekimliğinde kullanılan bağlanma dayanımı test metotları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 31(2), 283-288.

170. Mohite, P., Gupta, D., Gupta, R., Kamat, S., and Shaw, A. K. (2024). Assessment of the impact of XP-Endo Finisher file on push-out bond strength of various endodontic sealers. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 27(1), 36-41.
171. Sirisha, K., Rambabu, T., Ravishankar, Y., and Ravikumar, P. (2014). Validity of bond strength tests: a critical review-Part II. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 17(5), 420-426.
172. Wagner, M. H., da Rosa, R. A., de Figueiredo, J. A. P., Duarte, M. A. H., Pereira, J. R., and Só, M. V. R. (2017). Final irrigation protocols may affect intraradicular dentin ultrastructure. *Clinical Oral Investigations*, 21(7), 2173-2182.
173. Nabavizadeh, M., Sobhnamayan, F., Sedigh-Shams, M., and Liaghat, S. (2022). Comparison of the push-out bond strength of AH Plus sealer to dentin after using different herbal irrigation solutions as the final rinse. *PloS One*, 17(11), e0276666.
174. Vilanova, W. V., Carvalho-Junior, J. R., Alfredo, E., Sousa-Neto, M. D., and Silva-Sousa, Y. T. (2012). Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *International Endodontic Journal*, 45(1), 42-48.
175. Sfeir, G., Bukiet, F., Hage, W., El Hachem, R., and Zogheib, C. (2023). Impact of final irrigation protocol on the push-out bond strength of two types of endodontic sealers. *Materials (Basel, Switzerland)*, 16(5), 1761.
176. Özlek, E., Rath, P. P., Kishen, A., and Neelakantan, P. (2020). A chitosan-based irrigant improves the dislocation resistance of a mineral trioxide aggregate-resin hybrid root canal sealer. *Clinical Oral Investigations*, 24(1), 151-156.
177. Kuzekanani, M. (2018). Nickel-titanium rotary instruments: development of the single-file systems. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 8(5), 386-390.
178. Agarwal, S., Raghu, R., Shetty, A., Gautham, P. M., and Souparnika, D. P. (2019). An in vitro comparative evaluation of the effect of three endodontic chelating agents (17% ethylenediamine tetraacetic acid, 1% peracetic acid, 0.2% chitosan) on the push out bond strength of gutta percha with a new bioceramic sealer (BioRoot RCS). *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 22(5), 475-478.
179. Antunes, P. V. S., Flamini, L. E. S., Chaves, J. F. M., Silva, R. G., and Cruz Filho, A. M. D. (2020). Comparative effects of final canal irrigation with chitosan and EDTA. *Journal of Applied Oral Science*, 28, e20190005.
180. Ratih, D. N., Sari, N. I., Santosa, P., and Kaswati, N. M. N. (2020). Time-dependent effect of chitosan nanoparticles as final irrigation on the apical sealing ability and push-out bond strength of root canal obturation. *International Journal of Dentistry*, 2020, 8887593.
181. Rath, P. P., Yiu, C. K. Y., Matinlinna, J. P., Kishen, A., and Neelakantan, P. (2020). The effect of root canal irrigants on dentin: a focused review. *Restorative Dentistry and Endodontics*, 45(3), 39.

182. Tuncer, A. K., and Tuncer, S. (2012). Effect of different final irrigation solutions on dentinal tubule penetration depth and percentage of root canal sealer. *Journal of Endodontics*, 38(6), 860-863.
183. Bodrumlu, E., Parlak, E., and Bodrumlu, E. H. (2010). The effect of irrigation solutions on the apical sealing ability in different root canal sealers. *Brazilian Oral Research*, 24(2), 165-169.
184. Haapasalo, M., Qian, W., and Shen, Y. (2012). Irrigation: beyond the smear layer. *Endodontic Topics*, 27(1), 35-53.
185. Thompson, J. M., Agee, K., Sidow, S. J., McNally, K., Lindsey, K., Borke, J., Elsalanty, M., Tay, F. R., and Pashley, D. H. (2012). Inhibition of endogenous dentin matrix metalloproteinases by ethylenediaminetetraacetic acid. *Journal of Endodontics*, 38(1), 62-65.
186. Ibrahim, N. K., and Nayif, M. M. (2015). Bond strength of Endosequence Bioceramic sealer to root canal dentine irrigated with different solutions. *International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering*, 4, 136-139.
187. Khademi, A. A., Mohammadi, Z., and Havaee, A. (2006). Evaluation of the antibacterial substantivity of several intra-canal agents. *Australian Endodontic Journal*, 32(3), 112-115.
188. Gendron, R., Grenier, D., Sorsa, T., and Mayrand, D. (1999). Inhibition of the activities of matrix metalloproteinases 2, 8, and 9 by chlorhexidine. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 6(3), 437-439.
189. Carrilho, M. R., Geraldeli, S., Tay, F., de Goes, M. F., Carvalho, R. M., Tjäderhane, L., Reis, A. F., Hebling, J., Mazzoni, A., Breschi, L., and Pashley, D. (2007). In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. *Journal of Dental Research*, 86(6), 529-533.
190. Carrilho, M. R., Carvalho, R. M., Sousa, E. N., Nicolau, J., Breschi, L., Mazzoni, A., Tjäderhane, L., Tay, F. R., Agee, K., and Pashley, D. H. (2010). Substantivity of chlorhexidine to human dentin. *Dental Materials*, 26(8), 779-785.
191. Kim, J., Uchiyama, T., Carrilho, M., Agee, K. A., Mazzoni, A., Breschi, L., Carvalho, R. M., Tjäderhane, L., Looney, S., Wimmer, C., Tezvergil-Mutluay, A., Tay, F. R., and Pashley, D. H. (2010). Chlorhexidine binding to mineralized versus demineralized dentin powder. *Dental Materials*, 26(8), 771-778.
192. Baca, P., Junco, P., Arias-Moliz, M. T., Castillo, F., Rodríguez-Archilla, A., and Ferrer-Luque, C. M. (2012). Antimicrobial substantivity over time of chlorhexidine and cetrimide. *Journal of Endodontics*, 38(7), 927-930.
193. Carrilho, M. R., Carvalho, R. M., de Goes, M. F., di Hipólito, V., Geraldeli, S., Tay, F. R., Pashley, D. H., and Tjäderhane, L. (2007). Chlorhexidine preserves dentin bond in vitro. *Journal of Dental Research*, 86(1), 90-94.

194. Dinesh, K., Murthy, B. V., Narayana, I. H., Hegde, S., Madhu, K. S., and Nagaraja, S. (2014). The effect of 2% chlorhexidine on the bond strength of two different obturating materials. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 15(1), 82-85.
195. Al-Zaka, I. M., Atta-Allah, A. A.-A., Al-Gharrawi, H. A., and Mehdi, J. A. (2013). The effect of different root canal irrigants on the sealing ability of bioceramic sealer. *Mustansiria Dental Journal*, 10(1), 1-7.
196. Qin, Y. (1993). The chelating properties of chitosan fibers. *Journal of Applied Polymer Science*, 49(4), 727-731.
197. Sarkees, M., and Al-Maarrawi, K. (2020). Chitosan: A natural substitute of EDTA solution for final irrigation in endodontics treatment. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 23(5), 697-703.
198. Del Carpio-Perochena, A., Bramante, C. M., Duarte, M. A., de Moura, M. R., Aouada, F. A., and Kishen, A. (2015). Chelating and antibacterial properties of chitosan nanoparticles on dentin. *Restorative Dentistry and Endodontics*, 40(3), 195-201.
199. Koç, C., Gülşahi, K., and Kahya, N. D. (2023). Effect of chitosan and EDTA solutions on bond strength of two different calcium silicate based materials. *Meandros Medical & Dental Journal*, 24(3), 209-214.
200. Muxika, A., Etxabide, A., Uranga, J., Guerrero, P., and de la Caba, K. (2017). Chitosan as a bioactive polymer: processing, properties and applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 105(2), 1358-1368.
201. Soares, L. S., Perim, R. B., de Alvarenga, E. S., Guimarães, L. M., Teixeira, A., Coimbra, J., and de Oliveira, E. B. (2019). Insights on physicochemical aspects of chitosan dispersion in aqueous solutions of acetic, glycolic, propionic or lactic acid. *International Journal of Biological Macromolecules*, 128, 140-148.
202. Kapadia, M., Sirekha, A., Lekha, S., Savitha, B., Vijay, R., and Archana, S. (2018). Comparative evaluation of chlorhexidine and its combination with chitosan as intracanal medicaments on *Enterococcus faecalis* in endodontic retreatment. *Dentistry*, 8(7), 8-11.
203. Loyola-Rodríguez, J. P., Torres-Méndez, F., Espinosa-Cristobal, L. F., García-Cortes, J. O., Loyola-Leyva, A., González, F. J., Soto-Barreras, U., Nieto-Aguilar, R., and Contreras-Palma, G. (2019). Antimicrobial activity of endodontic sealers and medications containing chitosan and silver nanoparticles against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*, 17(3), 2280800019851771.
204. Kondreddi, N., Venigalla, B. S., Singh, T. V., Kamishetty, S., Reddy, S., and Cherukupalli, R. (2019). Antibacterial activity of chitosan and its combination with other irrigants on *Enterococcus faecalis*: an in vitro study. *Endodontology*, 31(2), 133-137.
205. Hosseini, S., Kassaei, M., Elahi, S. H., and Bolhari, B. (2018). A novel binary chlorhexidine-chitosan irrigant with high permeability, and long lasting synergic antibacterial effect. *Nanochemistry Research*, 3(1), 92-98.

206. Charannya, S., Duraivel, D., Padminee, K., Poorni, S., Nishanthine, C., and Srinivasan, M. R. (2018). Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of silver nanoparticles and 2% chlorhexidine gluconate when used alone and in combination assessed using agar diffusion method: an in vitro study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 9(2), 204-209.
207. Göktürk, H., and Özkoçak, İ. (2022). The effect of different chelators on the dislodgement resistance of MTA Repair HP, MTA Angelus, and MTA Flow. *Odontology*, 110(1), 20-26.
208. Mosharraf, R., and Haerian, A. (2011). Push-out bond strength of a fiber post system with two resin cements. *Dental Research Journal*, 8(1), 88-93.
209. Durán, C. R., Gancedo-Caravia, D. L., González, V. V., and Losada, C. G. (2023). Push out bond strength of hydraulic cements used at different thicknesses. *BMC Oral Health*, 23(1), 81.
210. de Durão Mauricio, P. J., González-López, S., Aguilar-Mendoza, J. A., Félix, S., and González-Rodríguez, M. P. (2007). Comparison of regional bond strength in root thirds among fiber-reinforced posts luted with different cements. *Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials*, 83(2), 364-372.
211. Brichko, J., Burrow, M. F., and Parashos, P. (2018). Design variability of the push-out bond test in endodontic research: a systematic review. *Journal of Endodontics*, 44(8), 1237-1245.
212. Nagas, E., Uyanik, O., Durmaz, V., and Cehreli, Z. C. (2011). Effect of plunger diameter on the push-out bond values of different root filling materials. *International Endodontic Journal*, 44(10), 950-955.
213. da Silva Trandafilov, A. A., Grazziotin-Soares, R., Nogueira, A. P. A., Maia-Filho, E. M., Ferreira, M. C., de Jesus Tavares, R. R., Bauer, J., and Carvalho, C. N. (2024). Filling material bond strength to dentin is positively influenced by the agitation of endodontic final irrigating solutions. *Iranian Endodontic Journal*, 19(2), 112-119.
214. Tartari, T., Wichnieski, C., Silva, R. M., Letra, A., Duarte, M. A. H., and Bramante, C. M. (2023). Final irrigation protocols can be used to promote stable long-term bond strength of AH Plus to dentin. *Journal of Applied Oral Science*, 31, e20230005.
215. Galhano, G., de Melo, R. M., Valandro, L. F., and Bottino, M. A. (2009). Comparison of resin push-out strength to root dentin of bovine-and human-teeth. *Indian Journal of Dental Research*, 20(3), 332-336.
216. Topçuoğlu, H. S., Tuncay, Ö., Demirbuga, S., Dinçer, A. N., and Arslan, H. (2014). The effect of different final irrigant activation techniques on the bond strength of an epoxy resin-based endodontic sealer: a preliminary study. *Journal of Endodontics*, 40(6), 862-866.
217. Choudhury, S., Shivanand, S., Patil, A. C., Patil, S. A., Doddwad, P. K., and Patil, C. (2020). Evaluation of push-out bond strength of a resin sealer to dentin after a final flush of three irrigants. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 21, 982-985.

218. Hashem, S. S., Fawzy, M. I., and Bastawy, H. A. (2019). Effectiveness of chitosan as final irrigating solution on bond strength of resin based sealer to radicular dentin. *Al-Azhar Dental Journal for Girls*, 6(2), 137-146.
219. Mazzi-Chaves, J. F., Martins, C. V., Souza-Gabriel, A. E., Brito-Júnior, M., Cruz-Filho, A. M., Steier, L., and Sousa-Neto, M. D. (2019). Effect of a chitosan final rinse on the bond strength of root canal fillings. *General Dentistry*, 67(5), 54-57.
220. Aydin, U., Aksoy, F., Tosun, S., and Ozsevik, A. S. (2016). The effect of combined use of chitosan and PIPS on push-out bond strength of root canal filling materials. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 30(18), 2024-2031.
221. Koçak Şahin, T., and Ünal, M. (2024). Comparison of push-out bond strength and apical microleakage of different calcium silicate-based cements after using EDTA, chitosan and phytic acid irrigations. *Microscopy Research and Technique*. Advance online publication.
222. Mathew, S. P., Pai, V. S., Usha, G., and Nadig, R. R. (2017). Comparative evaluation of smear layer removal by chitosan and ethylenediaminetetraacetic acid when used as irrigant and its effect on root dentine: An in vitro atomic force microscopic and energy-dispersive X-ray analysis. *Journal of Conservative Dentistry :JCD*, 20(4), 245-250.
223. Reddy, B. N., Murugesan, S., Subramani, S. K., Kumar, O. N., Mohan, S. R., and Saket, P. (2022). Comparative assessment of Qmix as endodontic irrigant on reversal of bond strength in teeth subjected to irradiation: an scanning electron microscope study. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 23(3), 331-336.
224. Dudulwar, D., Patil, S., Bandekar, S., Patil, M., Gupta, D., and Gupta, R. (2024). A comparative evaluation of push-out bond strength of six different root canal sealers: an in-vitro study. *Cureus*, 16(3), e56481.
225. Donnermeyer, D., Dornseifer, P., Schäfer, E., and Dammaschke, T. (2018). The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers. *Head & Face Medicine*, 14(1), 13.



EKLER

EK-1. Etik Kurul İzni

EVRAK TARİHİ VE SAYISI: 02.11.2023-E./91423



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



Sayı : E-21071282-050.99-791423
Konu : Prof. Dr. BAĞDAGÜL
HELVACIOĞLU KIVANÇ

02.11.2023

Sayın Prof. Dr. BAĞDAGÜL HELVACIOĞLU KIVANÇ
Endodonti Anabilim Dalı Başkanlığına

Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna, etik açıdan değerlendirilmek üzere sorumlu araştırmacı tarafından sunulan "Farklı Son Yıkama Solüsyonlarının Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Dolgu Patının Push-Out Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi" konulu çalışmanız, Etik Kurulumuz tarafından incelenmiş ve araştırma etiği açısından uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

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

Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ
Kurul Başkanı

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

Belge Doğrulama Kodu :BSNHY4023

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/gazi-universitesi-ebys>

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Bışkek Cad. No:4 kat 1 Emek/Ankara
Tel:0 (312) 203 40 00 Faks:0 (312) 223 92 26
e-Posta :dhtbilisim@gazi.edu.tr İnternet Adresi :http://dent.gazi.edu.tr

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



EK-1. (devam) Etik Kurul İzni

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Prof. Dr. BAĞDAGÜL HELVACIOĞLU KIVANÇ tarafından sunulan "Farklı Son Yıkama Solüsyonlarının Biyoseramik Esaslı Kök Kanalı Dolgu Patinin Push-Out Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi" konulu çalışmanın kabulüne,	
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Bişkek Caddesi 82.Sokak No:4 E Blok Zemin Kat Çankaya ANKARA
	TELEFON	0312 203 40 69
	FAKS	0312 203 41 39
	E-POSTA	disetikkurul@gazi.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. BAĞDAGÜL HELVACIOĞLU KIVANÇ			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı Başkanlığı			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi			
	YARDIMCI ARAŞTIRMACILAR	Arş. Gör. Dt. Şadihan KURT KOÇ			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
		FAZ 4	☐		
		Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
		İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
İlaç dışı klinik araştırma		☐			
Diğer ise belirtiniz: İlaç Dışı Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐	

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ
İmza:

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

EK-1. (devam) Etik Kurul İzni

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Prof. Dr. BAĞDAGÜL HELVACIOĞLU KIVANÇ tarafından sunulan "Farklı Son Yıkama Solüsyonlarının Biyoseramik Esaslı Kök Kanalı Dolgu Patinin Push-Out Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi" konulu çalışmanın kabulüne,
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	25.10.2023	Versiyon 1	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	25.10.2023	Versiyon 1	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	25.10.2023	Versiyon 1	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı			Açıklama
	SIGORTA	☐		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒	25.10.2023 - Versiyon 1	
	BİYOLOJİK MATERİYEL TRANSFER FORMU	☐		
	İLAN	☐		
	YILLIK BİLDİRİM	☐		
	SONUÇ RAPORU	☐		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐		
	DİĞER:	☐		
KARAR BÜĞÜLERİ	Karar No: GÜDHKA EK. 2023.21/3	Tarih: 02.11.2023		
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.			

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

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişki	Katılım *	İmza
Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ (Etik Kurul Başkanı)	Çocuk Diş Hekimliği	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. Şebnem KAVAKLI	Fizyoloji	Lokman Hekim Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. Orhan Mecit ULUDAĞ	Farmakoloji	Gazi Ü. Eczacılık Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. Ferhan EĞİLMEZ (Etik Kurul Başkan Yardımcısı)	Protetik Diş Tedavisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Mine Betül UÇTAŞLI	Restoratif Diş Tedavisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. İlkay PEKER (Bildirimlerden sorumlu olan üye)	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. Benay YILDIRIM	Oral Patoloji	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. Nehir CANIGÜR BAYBEK	Ortodonti	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Doç. Dr. Mügem Aşlı EKİCİ	Endodonti	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	

Etik Kurul Başkanı

Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ

İmza:

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

EK-1. (devam) Etik Kurul İzni

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Prof. Dr. BAĞDAGÜL HELVACIOĞLU KIVANÇ tarafından sunulan "Farklı Son Yıkama Solüsyonlarının Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Dolgu Patının Push-Out Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi" konulu çalışmanın kabulüne,							
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU									
Doç. Dr. Hakan TÜZÜN	Halk Sağlığı	Gazi Ü. Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☒	
Doç. Dr. Sıla Çağrı İŞLER	Periodontoloji	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Av. Efe AYAZ	Avukat	Serbest Avukat	E ☒	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
İlker YAVUZ	Fotoğraf Eğitmeni	-	E ☒	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ
İmza:

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

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : KURT KOÇ, Şadihan
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri :
 Medeni hali :
 Telefon :
 e-posta :

Eğitim Derecesi	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Uzmanlık	Gazi Üniversitesi / Endodonti Anabilim Dalı	Devam Ediyor
Lisans	Hacettepe Üniversitesi / Diş Hekimliği Fakültesi	2019
Lise	Denizli Erbakır Fen Lisesi	2014

İş Deneyimi, Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2021-devam ediyor	Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dili

İngilizce

Yayınlar

1. Karakaş M., Kurt Ş., Deniz Arısu H, Renklenmiş Ön Dişin Walking Bleach Yöntemiyle Ağartılması. TDB 26.Uluslararası Dişhekimliği Kongresi, İstanbul, Türkiye, 8-11 Eylül 2022.
2. Kurt Ş, Helvacıoğlu Kıvanç B, Oklüzal Travma Kaynaklı Ekstraoral Fistül Yolunun Endodontik Tedavisi: Vaka Raporu. 15. Uluslararası Türk Endodonti Derneği Kongresi, Bursa, Türkiye, 8-10 Haziran 2023, ss. 337-8.
3. Kurt Koç Ş, Helvacıoğlu Kıvanç B, Radix Paramolaris Bulunan Mandibular İkinci Moların Endodontik Tedavisi: Olgu Sunumu. TDB 27. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi, Ankara, Türkiye, 26-29 Ekim 2023.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..