

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
DİŞ HASTALIKLARI TEDAVİSİ VE ENDODONTİ DOKTORA
PROGRAMI**

**FARKLI KURULAMA PROTOKOLLERİNİN KALSİYUM SİLİKAT
VE EPOKSİ REZİN ESASLI KÖK KANAL PATLARININ
TEKRARLAYAN KÖK KANAL TEDAVİLERİNDE DENTİNE
BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**HAZIRLAYAN
DERİN BUĞU YÜZER**

DOKTORA TEZİ

ANKARA - 2025

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
DİŞ HASTALIKLARI TEDAVİSİ VE ENDODONTİ DOKTORA
PROGRAMI**

**FARKLI KURULAMA PROTOKOLLERİNİN KALSİYUM SİLİKAT
VE EPOKSİ REZİN ESASLI KÖK KANAL PATLARININ
TEKRARLAYAN KÖK KANAL TEDAVİLERİNDE DENTİNE
BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**HAZIRLAYAN
DERİN BUĞU YÜZER**

DOKTORA TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR.ÜYESİ BİRGÜL ÖZAŞIR**

ANKARA - 2025

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Diş Hastalıkları Tedavisi ve Endodonti Doktora Programı çerçevesinde Dt. Derin Buğu YÜZER tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 23 Haziran 2025

Tez Adı: Farklı Kurulama Protokollerinin Kalsiyum Silikat Ve Epoksi Resin Esaslı Kök Kanal Patlarının Tekrarlayan Kök Kanal Tedavilerinde Dentine Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 27/ 06 / 2025

Öğrencinin Adı, Soyadı: Derin Buğu YÜZER

Öğrencinin Numarası: 22110024

Anabilim Dalı: Endodonti Anabilim Dalı

Programı: Diş Hastalıkları Tedavisi ve Endodonti Doktora Programı

Danışmanın Adı, Soyadı: Dr. Öğr. Üyesi Birgül ÖZAŞIR

Tez Başlığı: Farklı Kurulama Protokollerinin Kalsiyum Silikat Ve Epoksi Rezin Esaslı Kök Kanal Patlarının Tekrarlayan Kök Kanal Tedavilerinde Dentine Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 73 sayfalık kısmına ilişkin, 03 / 06 / 2025 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 11'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası :

Onay

27/ 06 / 2025

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad, İmza

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez sürecimde her anımda yanımda olup kahrımı çeken; hayatıma dokunan, yeri bende apayrı olan ablam, canım mentörüm Dr. Öğr. Üyesi Birgül ÖZAŞIR'a,

Doktora eğitimim ve tez çalışmam boyunca her konuda desteğini, ilgisini, engin bilgi ve tecrübesini benden esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Kamran GÜLŞAHI'na,

Doktora eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Prof. Dr. Emel Olga ÖNAY'a,

Tez yazma sürecim boyunca her soruma sabırla cevap veren bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Tufan ÖZAŞIR'a,

Klinik pratiğimde büyük katkısı olan canım ablam Öğr. Gör. Alev ERCAN'a,

Tez sürecimdeki kıymetli katkılarından dolayı Prof. Meltem DARTAR ÖZTAN'a, Doç. Dr. Kadriye DEMİRKAYA'ya,

Tezimin laboratuvar ve yazım sürecinde desteğini esirgemeyen, yükümü hafifleten can dostlarım Dt. Ayşe Gökçe ŞAHİN, Dt. Duru DOĞAN ve Dt. Deniz İMAMOĞLU'na,

Tez sürecimde yanımda olan sevgili Başkent Üniversitesi Endodonti Anabilim Dalı'ndaki asistan arkadaşlarıma,

Tez çalışmamın istatistiksel olarak değerlendirilmesini titizlikle yapan Prof. Dr. Yasemin YAVUZ'a,

Destekleri, özverileriyle bu günlere gelmemde en büyük rolü üstlenen; sahip olduğum her şeyi borçlu olduğum sevgili annem Arzu YÜZER ve canım babam Deniz Aşkın YÜZER'e,

Çok Teşekkür Ediyorum..

ÖZET

Dt. Derin Buğu YÜZER, Farklı Kurulama Protokollerinin Kalsiyum Silikat ve Epoksi Rezin Esaslı Kök Kanal Patlarının Tekrarlayan Kök Kanal Tedavilerinde Dentine Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi, Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 2025.

Kanal tedavisi kök kanal sisteminin temizlenmesi, şekillendirilmesi ve doldurulmasıdır. Bu tedavi için günümüzde guta-perka ve kök kanal dolgu patları birlikte kullanılmaktadır. Kök kanallarının doldurulması sonrası kök kanal sistemi bakterilerin giriş ve çıkışına engel olacak şekilde kapatılmış olur. Kök kanalının irrigasyonu sonrasında üç boyutlu olarak tüm anatomik düzensizliklerinin doldurulması kanal tedavisinin başarısı açısından çok önemlidir. Kök kanal dolgusu yeterli düzeyde yapılamaz ise tedavinin başarı şansı düşer. Bu amaçla guta-perka adlı kök kanal dolgu materyali, farklı içeriklere sahip çeşitli kök kanal dolgu patlarıyla kombine olarak kullanılmaktadır.

Epoksi rezin esaslı bir kök kanal patı olan AH Plus, antibakteriyel etkisi, üstün fiziksel özellikleri ve kök dentinine bağlanma gücünün yüksekliği nedeniyle altın standart olarak kabul edilmektedir.

Kalsiyum silikat esaslı simanlar ise biyouyumlulukları, toksisite göstermemeleri, boyutsal stabiliteleri ve biyolojik ortamda bozulmamaları nedeniyle perforasyon tamirinde, endodontik cerrahide, pulpa kuafajında ve rejeneratif endodontide kullanılmaktadır. Bu simanların üstün fiziksel ve biyolojik özelliklerinden yola çıkılarak yeni tür kalsiyum silikat esaslı patlar geliştirilmiştir. Geliştirilen bu patlar üstün fiziksel özellik, yeterli biyouyumluluk, yüksek bağlanma dayanımı, minimal renk değişimi ve üstün sızdırmazlık göstermiştir.

AH Plus Biyoseramik bu özelliklere sahip olan yeni geliştirilen patlardan biridir. Irrigasyon sonrası kök kanalını doluma hazırlayabilmek için kurulamak gereklidir ve kök kanalını kurutmak için çeşitli protokoller geliştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı kök kanal tedavisi sırasında irrigasyon solüsyonlarının kullanımını takiben kanalları kurulamak için uygulanan protokollerinin, kalsiyum silikat ve epoksi rezin esaslı kök kanal patlarının

tekrarlayan kök kanal tedavilerinde dentine bağlanma dayanımı üzerine etkilerini araştırmaktır.

Sıfır hipotezi, farklı kurulama protokollerinin, istatistiksel olarak iki patın tekrarlayan kök kanal tedavilerinde dentine bağlanma dayanımı üzerine etkisinin olmamasıdır.

Anahtar Kelimeler: Bağlanma dayanımı, kalsiyum-silikat, kanal tedavisi, kurulama protokolü

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış ve desteklenmiştir.



ABSTRACT

Dt. Derin Bugu YÜZER, Evaluation of the Effect of Different Drying Protocols on the Dentin Bond Strength of Calcium Silicate and Epoxy Resin Based Root Canal Sealers in Repeated Root Canal Treatments, Başkent University Faculty of Dentistry, Department of Endodontics, Doctoral Thesis, 2025.

Root canal treatment is the cleaning, shaping and filling of the root canal system. Today, gutta-percha and root canal filling pastes are used together for this treatment. After filling the root canals, the root canal system is closed to prevent the entry and exit of bacteria. After irrigation of the root canal, filling all anatomical irregularities in three dimensions is crucial for the success of root canal treatment. If the root canal filling cannot be done adequately, the chance of success of the treatment decreases. For this purpose, the root canal filling material called gutta-percha is used in combination with various root canal sealers with different contents.

AH Plus, an epoxy resin-based root canal sealer, is considered the gold standard due to its antibacterial activity, superior physical properties and high bonding strength to root dentin.

Calcium silicate based cements are used in perforation repair, endodontic surgery, pulp capping and regenerative endodontics due to their biocompatibility, non-toxicity, dimensional stability and not degrading in the biological environment. Based on the superior physical and biological properties of these cements, new types of calcium silicate based pastes have been developed. These developed sealers showed superior physical properties, sufficient biocompatibility, high bond strength, minimal color change and superior sealing.

AH Plus Bioceramic is one of the newly developed sealers with these features.

After final irrigation, it is advised to dry the root canal prior to obturation, and various protocols have been developed for this purpose. The aim of this study is to investigate the effects of protocols applied to dry the root canals following the use of final irrigation

solutions during root canal treatment and the effects of calcium silicate and epoxy resin based root canal sealer on the dentin bond strength in repeated root canal treatments.

The null hypothesis is that different drying protocols have no statistically significant effect on the dentin bond strength of the two sealers in repeated root canal treatments.

Keywords: Bond strength, calcium-silicate, drying protocol, root canal treatment

This study was approved and supported by the Ethics Committee of Başkent University, Faculty of Medicine and Health Sciences.



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Endodontide İrrigasyon	3
2.1.1. Smear tabakası	5
2.1.2. Sodyum hipoklorit.....	6
2.1.3. EDTA.....	7
2.1.4. Tetrasiklin asit ve deterjan karışımı (MTAD).....	8
2.1.5. Klorheksidin	8
2.2. İrrigasyon Solüsyonlarının Kurutulması.....	8
2.3. Kurulama Protokolleri	9
2.3.1. Paper-point	9
2.3.2. EndoVac	9
2.3.3. Alkol.....	10
2.3.4. İrrigasyon iğnesi	11
2.4. Kök Kanal Dolgu Materyalleri	12
2.4.1. Kor materyaller	12
2.4.1.1. Gümüş kon.....	12
2.4.1.2. Guta-perka	12
2.4.1.3. Resilon.....	12
2.4.2. Kök kanal patları	13
2.4.2.1. Çinko oksit öjenol içerikli patlar	14
2.4.2.2. Kalsiyum hidroksit içerikli patlar	14
2.4.2.3. Cam iyonomer içerikli patlar.....	14
2.4.2.4. Polimer içerikli patlar	15

2.4.2.5. Biyoseramik içerikli patlar.....	16
2.4.2.5.1. Mineral Trioksit Aggregat içerenler.....	17
2.4.2.5.2. Kalsiyum silikat içerenler	18
2.4.3. Bu çalışmada kullanılan kök kanal patları.....	18
2.4.3.1. AH plus	18
2.4.3.2. AH plus biyoseramik	18
2.5. Retreatment Prosedürü.....	19
2.5.1. Kanal Tedavisi Yenilenmesinde Endikasyon.....	19
2.5.1.1. Klinik inceleme.....	20
2.5.1.2. Radyolojik inceleme.....	20
2.5.2. Kanal Tedavisi Yenilenmesinde Kontrendikasyon	20
2.6. Dentine Bağlanma Dayanımı	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	24
3.1. Dişlerin seçilmesi ve hazırlanması.....	24
3.2. Bağlanma Dayanımı Testi	32
4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	38
5. SONUÇLAR.....	39
5.1. Push-Out Bağlanma Dayanımı.....	39
5.1.1. Birincil tedavide AH Plus patı uygulananlarda her bir kurulama prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması	39
5.1.2. Birincil tedavide AH Plus Biyoseramik patı uygulananlarda her bir kurulama prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması	40
5.2. Birincil Tedavide Kurulama Protokollerinin Karşılaştırılması	40
5.3. Birincil Tedavi İçin Kurulama Prosedürleri ve Kesitlerde Patların Karşılaştırılması.....	42
5.4. Tekrarlayan tedavide AH Plus patı uygulananlarda her bir kurulama protokolü için kesitlerin karşılaştırılması.....	44
5.5. Birincil tedavide AH Plus Biyoseramik patı uygulananlarda her bir kurulama prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması.....	44
5.6. Tekrarlayan tedavide kurulama protokollerinin karşılaştırılması.....	44
5.7. Tekrarlayan Tedavi İçin Kurulama Prosedürleri ve Kesitlerde Patların Karşılaştırılması.....	46
5.8. Birincil ve Tekrarlayan Tedavilerin Bağlanma Dayanımlarının Karşılaştırılması.....	47

5.9. Hata Analizi.....	49
5.10. Hata Analizi İncelemelerinde Kullanılan Mikroskop Görüntüleri.....	56
5.10.1. Birincil tedavi.....	56
5.10.2. İkincil Tedavi.....	56
6. TARTIŞMA.....	57
7. SONUÇ ve ÖNERİLER	72
KAYNAKLAR.....	75



TABLÖLER LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 5.1. Birincil tedavide AH Plus patı uygulananlarda her bir kurulum prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması.....	39
Tablo 5.2. Birinci tedavi için kurulum prosedürleri ve kesitlerde patların karşılaştırılması	41
Tablo 5.3. Tekrarlayan kanal tedavisinde kullanılan AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kök kanal patlarının, dört farklı kurulum prosedürü (Paper Point, EndoVac, Ethanol, İrrigasyon İğnesi) altında apikal, orta ve koronal bölgelerdeki bağlanma dayanımı değerleri (MPa).....	43
Tablo 5.4. Farklı kurutma protokolleri (Paper Point, EndoVac, Ethanol, İrrigasyon İğnesi) kullanıldığında AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kök kanal patlarının, apikal, orta ve koronal kesitlerde gösterdiği bağlanma dayanımı değerleri (Mpa).....	45
Tablo 5.5. Birincil ve tekrarlayan kanal tedavilerinde, farklı kurutma prosedürlerinin (Paper Point, EndoVac, Ethanol, İrrigasyon iğnesi) etkisi altında, AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kök kanal patlarının apikal, orta ve koronal kesitlerdeki bağlanma dayanımları	47
Tablo 5.6. Paper-point ile kurutulan örneklerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patlarının bağlanma dayanımı açısından hata tipleri dağılımı.....	49
Tablo 5.7. EndoVac ile kurutulmuş örneklerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patlarının bağlanma dayanımı açısından hata tipleri dağılımı	51
Tablo 5.8. Ethanol ile kurutulmuş örneklerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patlarının bağlanma dayanımı açısından hata tipleri dağılımı	53
Tablo 5.9. İrrigasyon iğnesi ile kurutulmuş örneklerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patlarının bağlanma dayanımı açısından hata tipleri dağılımı.....	54

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Dişlerin boyunun 16 mm'ye kumpas yardımıyla ayarlanması	25
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan distile su solüsyonu	26
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan etil alkol solüsyonu	26
Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan solüsyonlar	27
Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan Rotary eğeleri	27
Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan kurulama protokolü; Pi-Dent irrigasyon iğnesi.....	27
Şekil 3.7. Çalışmada kullanılan X3 guta-perka örneği.....	28
Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan kök kanal patı	28
Şekil 3.9. Çalışmada kullanılan kök kanal patı	29
Şekil 3.10. Çalışmada kullanılan dolgu materyalleri	29
Şekil 3.11. Çalışmada kullanılan etüv cihazı	30
Şekil 3.12. Etüve yerleştirilen örnekler	30
Şekil 3.13. Çalışmada kullanılan Buehler IsoMet 1000 cihazı	31
Şekil 3.14. Çalışmada kullanılan kesit almaya yarayan IsoMet cihazı	31
Şekil 3.15. Çalışmada kullanılan bir gruba ait 12 adet koronal, orta, apikal olacak şekilde kesit örneği	32
Şekil 3.16. Çalışmada kullanılan Universal test cihazı	33
Şekil 3.17. Çalışmada kullanılan Universal test cihazı	34
Şekil 3.18. Sırasıyla apikal, orta ve koronal bölüme karşılık gelen 3 farklı çapta (0.5-0.6-0.7) paslanmaz çelik silindirik pistonlar.....	34

Şekil 3.19. Çalışmada kullanılan ProTaper Universal Retreatment döner sistemin D1, D2 ve D3 eğeleri.....	37
Şekil 5.1. Kurulama prosedürlerinin bağlanma dayanımlarına göre değişimlerinin gösterildiği grafik	48
Şekil 5.2. Birincil tedavideki mikroskop görüntüleri	56
Şekil 5.3. İkincil tedavideki mikroskop görüntüleri.....	56



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

°C	santigrat derece
%	yüzde
#	numara
κ	Kappa istatistiği
p	istatistiksel anlamlılık derecesi
Ark.	arkadaşları
Ca(OH) ₂	kalsiyum hidroksit
CHX	klorheksidin
EDTA	etilendiamin tetraasetik asit
G	gauge
mg	miligram
ml	mililitre
mm	milimetre
NaOCl	sodyum hipoklorit
NiTi	nikel titanyum
D ₁	apikal çap
D ₂	koronal çap
h	kesit kalınlığı
ml	mililitre
mm ²	milimetrekare
MPa	megapaskal
MTA	mineral trioksit agregatı
µm	mikrometre
π	pi sayısı

1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin amacı; kök kanal sistemini mikroorganizmalardan kök kanal preparasyonu ve irrigasyonu prosedürleriyle uzaklaştırmak, ardından da kök kanal patlarıyla sızdırmaz şekilde doldurmaktır (1). Kök kanal sistemi oldukça karışık bir anatomiye sahiptir ve bütün mikroorganizmaları mekanik olarak temizlemek mümkün olmadığından irrigasyon oldukça önem kazanır. Irrigasyon sonrası kök kanalını doluma hazırlayabilmek için kurulamak gereklidir ve kök kanalını kurulamak için de çeşitli protokoller geliştirilmiştir.

Bu protokollerden bazıları; Paper-point, Endo-Vac, Ethanol, Propil alkol, Luer Vakum Adaptörüdür. Bu çalışmada kullandığımız EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA) bir irrigasyon sistemi olmasına rağmen kök kanal sistemini kurulamak için de kullanılmaktadır. Irrigasyon solüsyonu şırıngasına ve diş hekimi ünitenin yüksek hızlı emme mekanizmasına bir dağıtım-boşaltım ucu takılıdır. Küçük bir tüpe, vakum işlemi için bir makro veya mikro kanül bağlanır. Dağıtım/boşaltım ucu, irrigasyonu hazneye yerleştirilir ve apikalden taşmayı önlemek için fazlalığı bir boru aracılığıyla çeker. Negatif basınç aracılığıyla solüsyonu apikal bölgeye ulaştırır (2).

Kök kanalının irrigasyonu sonrasında üç boyutlu olarak tüm anatomik düzensizliklerinin doldurulması kanal tedavisinin başarısı açısından çok önemlidir. Bu amaçla guta-perka adlı kök kanal dolgu materyali, farklı içeriklere sahip çeşitli kök kanal dolgu patlarıyla kombine olarak kullanılmaktadır.

Kök kanalları düzgün bir şekilde doldurulamadığında yapılan tedavinin başarısı tehlikeye girer. Epley ve ark. (3), ideal kök kanal dolgu patının kanal duvarlarına, düzensizliklere, dentin tübüllerine iyi bir şekilde uyum sağlamasını ve tüm kök kanal sistemi boyunca guta perka ile homojen bir biçimde sıkıştırılmasını önermişlerdir.

Epoksi rezin esaslı kanal patı olan AH Plus (Dentsply, De Trey GmbH, Konstanz, Almanya) fiziksel özellikleri nedeniyle altın standart olarak kabul edilmektedir ve kök dentinine bağlanmada diğer patlarla kıyaslandığında daha yüksek bağlanma gücü göstermiştir (4). AH Plus patı, kök kanal tedavisinde çok yaygın olarak kullanılır. Çok iyi

mekanik özelliklere sahip olmakla birlikte, yüksek radyoopasite, düşük polimerizasyon büzülmesi, düşük çözünürlük gibi özellikleri de bulunmaktadır (5).

Biyoseramik esaslı malzemeler; perforasyon tamiri, rezeksiyon sonrası veya apeksifikasyonda kök ucu kapatma, pulpa kuafajı, kök rezorpsiyonları tamiri ve rejeneratif endodontik tedavilerde kullanılmaktadır (6). Formülasyonlarında alümina ve zirkonya partikülleri, biyoaktif cam, kalsiyum silikat, hidroksiapatit ve geri emilebilen kalsiyum fosfat içerebilirler (7). Bu patlar genel olarak biyouyumludurlar, toksisite ve büzülme göstermezler, biyolojik ortamda stabildirler (8,9). Ayrıca sertleşme sırasında hidroksiapatit oluşturma ve dentin ile kök kanal dolgu materyali arasında bağ oluşturma özellikleri vardır (10). Bu patlara örnek olarak AH Plus Biyoseramik patı; kalsiyum silikat bazlı yeni geliştirilen bir pattır. Hızlı sertleşen, güvenli ve biyouyumlu bir pattır (11).

Kök kanal tedavisinin ardından başarısız olduğu takdirde tekrarlayan kök kök kanal tedavisi uygulanabilir. Bu tedavide amaç, pulpa odasına erişmek ve materyalleri kök kanal boşluğundan çıkarmak ve eğer mevcutsa, patolojik veya iyatrojenik kökenli eksiklikleri veya kusurları gidermektir (12). Tekrarlayan kök kanal tedavisi etkili ve başarı şansı yüksek bir tedavi alternatifidir ancak yine de bazı vakalarda iyileşme sağlanamamaktadır. Tekrarlayan kök kanal tedavisinin başarısız olması durumunda cerrahi endodontik tedavi düşünülebilir (13).

Bu çalışmanın amacı, farklı kurulama protokollerinin, kalsiyum silikat ve epoksi rezin esaslı kök kanal patlarının tekrarlayan kök kanal tedavilerinde dentine bağlanma dayanımı üzerine etkisini araştırmaktır. Sıfır hipotezi, farklı kurulama protokollerinin, farklı iki kök kanal patının tekrarlayan kök kanal tedavilerinde dentine bağlanma dayanımı üzerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmamasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Endodontide İrrigasyon

Başarılı bir kök kanal tedavisi ideal enstrümantasyon, etkili irrigasyon ve iyi bir obturasyonun birleşimidir. İdeal kök kanal irrigantının sahip olması gereken özellikler; geniş antimikrobiyal spektrum, biyofilme yer alan anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalara karşı yüksek etki, organik doku çözme ve smear tabakasını uzaklaştırma yeteneğidir (14).

Kök kanal tedavisi esnasında irrigasyon solüsyonlarının kullanımı ile mikroorganizmalar kök kanalından daha rahat uzaklaştırılırlar. İrrigasyon solüsyonları özellikle kök kanal aletleri ile ulaşılabilen bölgelerde kalan doku artıklarının kimyasal olarak çözülmesini ve yıkama etkisi ile fiziksel olarak kanaldan atılmasını sağlarlar. Antimikrobiyal irrigasyon solüsyonları kullanılmadığında kanal içi antimikrobiyal ilaçlar kullanılsa bile asepsi sağlamak güçleşir ve kanal içerisinde oldukça fazla miktarda mikroorganizma bulunur ve bu mikroorganizmalar iyileşmeyi engelleyebilir (15).

İdeal bir irrigasyon solüsyonu alerjik reaksiyona sebep olmamalıdır, smear tabakasını tamamen kaldırabilmelidir ve dentin tübüllerini dezenfekte edebilmelidir (16).

Kemomekanik preparasyon ister vital ister nekrotik/enfekte olsun pulpa dokusunu uzaklaştırmayı, antimikrobiyal ajanların etkinliği için en uygun şekilde prepare edilmiş bir kök kanal sistemi oluşturmayı, bakteriyel biyofilmleri ortadan kaldırmayı ve tüm kanal içi mikrobiyotayı azaltmayı veya mümkünse ortadan kaldırmayı hedefler (17).

Antiseptik irrigasyon maddeleri kullanılmadan tek başına mekanik enstrümantasyon, birçok anaerobik bakterinin düşük oksijen toleransına sahip olması nedeniyle kök kanalında bulunan bakterileri hem mekanik etki hem de oksijene maruz kalma yoluyla önemli ölçüde azaltır (18).

Bununla birlikte kök kanal morfolojisi, lateral ve aksesuar kanallar, isthmuslar, apikal deltalar ve dentin tübülleri ile oldukça karmaşıktır. Bu karmaşıklıklar, kök kanalı irrigasyonu ve dezenfeksiyonunu son derece zorlu bir prosedür haline getirerek, kök

kanalında bakteriyel biyofilmlerin bulunduğu prepare edilmemiş alanların kalmasına neden olur (19).

Etkili bir irrigasyon için bazı cihazlar ve sistemler geliştirilmiştir ancak irrigasyon iğnesiyle konvansiyonel irrigasyon iğnesiyle irrigasyon yöntemi halen sıklıkla kullanılmaktadır. Teknik, değişken çaplarda iğneler/kanüller aracılığıyla kanala bir irrigant uygulanmasını içerir; bu işlem pasif olarak veya hareketle gerçekleştirilebilir. İğnenin kanal boşluğu içinde yukarı ve aşağı hareket ettirilmesiyle sağlanır. Yandan perfore iğne tasarımları mevcuttur. Bu sayede irrigasyon solüsyonunun apikalden ekstrüzyonu önlenir ve irrigantın hidrodinamik aktivasyonu iyileştirilir (20). Enjektörle yapılan irrigasyonun avantajlarından biri, iğnenin kanal içindeki penetrasyon derinliğinin ve kanal boyunca yıkama hacminin nispeten kolay kontrol edilmesine izin vermesidir (21). Genellikle 2.5 ml'lik iğneler kök kanal tedavisinde tercih edilir. 28G, 30G ve 31G iğneler kolaylıkla çalışma boyuna ilerler (22). Eğimli kanallarda kullanılmak üzere Nikel-Titanyum ile fiberden yapılmış enjektör iğneleri üretilmiştir.

Bir diğer yöntem ise fırçalar ile irrigasyondur. Fırçalar doğrudan irrigantın kanal boşluklarına verilmesi için kullanılmaz. Bunlar, kanal duvarlarının temizlenmesi veya kök kanal irrigantının hareketlendirilmesi için tasarlanmış yardımcı araçlardır. (23) Yakın zamanda, bir fırça ile kaplanmış 30 numara bir irrigasyon iğnesi (NaviTip FX; Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) ticari olarak piyasaya sürülmüştür. Irrigasyon işlemi sırasında fırça kaplı iğnenin mekanik olarak fırçalama hareketiyle aktive edilmesi durumunda fırçanın verimliliği artırılabilir (24). Endobrush (C&S Microinstruments Ltd, Markham, Ontario, Kanada), endodontik kullanım için tasarlanmış, bükülmüş teller içine yerleştirilmiş naylon kıllardan oluşan, sapı olan ve tüm uzunluğu boyunca nispeten sabit bir çapa sahip spiral bir fırçadır. Temizleme sırasında, fırçanın kıllarının prepare edilmemiş kanal duvarlarına ve kanal sisteminin kıvrımlarına, kör noktalara ve isthmuslarına uzandığı, doku ve smear tabakasını uzaklaştırdığı iddia edilmiştir (25).

Self Adjusting File (SAF) olarak adlandırılan preparasyon sistemi, kafes şeklindeki içi boş metal ege ile kanala kesintisiz şekilde irrigasyon solüsyonu verilmesine olanak sağlar. Solüsyonun 5ml/dk akış hızıyla devamlı dağıtılması ile çalışır. SAF egesi nikel titanyumdan üretilmiş, kanalın şekillendirilmesi ve temizlenmesi esnasında üç boyutlu

olarak kanalın orjinal şekil ve anatomisine göre uyum sağlayabilen, sıkıştırılabilen, esnek ve yorulmaya dirençli bir eğerdir (26).

Sonik sistemlerden EndoActivator, kesici özelliği olmayan, polimer yapıda uç ile vibrasyon yaparak etki gösteren yeni nesil bir irrigasyon cihazıdır (27,28). Vibrasyon yapan ucun kanal içerisinde ileri-geri hareket ettirilmesi güçlü bir hidrodinamik etki yaratmaktadır.

İrrigasyon için ultrasonik sistemlerden de yararlanılmaktadır. Sonik enerjiye kıyasla ultrasonik enerji daha yüksek frekans ve daha düşük amplitüd ile çalışmaktadır. Ultrasonikle yapılan irrigasyon sırasında eğenin dentini aşındırmasındaki kontrol güçlüğü nedeniyle perforasyonlar ve düzensiz kanal şekilleri sıklıkla meydana gelmektedir. Literatürde simultanöz ultrasonik (UI) ve pasif ultrasonik (PUI) olmak üzere iki çeşit ultrasonik irrigasyon tanımlanmıştır (29).

Literatürde RinsEndo ve EndoVac adında tanımlanan iki cihaz da ardışık düzenli basınç uygulayarak kök kanal sistemi irrigasyonunu sağlar. RinseEndo basınç-vakum teknolojisine dayanan bir otomatik kanal irrigasyon cihazıdır. Ünite takılan başlık, enjektör ve kanülden oluşmaktadır. Etkili bir antimikrobiyal irrigasyon solüsyonuyla birlikte kullanıldığında, RinsEndo ile yapılan yıkama, konvansiyonel yöntem ve PUI ile yapılan yıkamaya göre bakteri azalmasında daha etkili bulunmuştur (23).

EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA), tüpler aracılığıyla tükürük emiciye bağlı makrokanül, mikrokanül ve enjektörden oluşan bir irrigasyon sistemidir (22). EndoVac sisteminin en büyük avantajı periapikal dokulara solüsyonun taşmasını önleyerek çalışma boyuna kadar etkili bir kanal temizliği yapabilmesidir (23).

2.1.1. Smear tabakası

Smear tabakası kök kanal preparasyonu esnasında meydana gelen; pulpa dokusu artıkları, mikroorganizmalar ve metabolitleri, dentin talaşları gibi organik ve inorganik komponentlerden oluşan, kanal duvarını ve dentin tübüllerini kaplayan ince bir tabakadır. İlk kez McComb ve ark tarafından 1975'te tanımlanmıştır.

Smear tabakasının uzaklaştırılması, kök kanal patlarının adaptasyon ve penetrasyonunu arttırarak kök kanal dolumunun kalitesini etkiler (30).

Kök kanallarındaki smear tabakasının bazı dezavantajları mevcuttur. Smear tabakası varlığında, bakterilerin adezyonu ve kolonizasyonu kolaylaşır. Bakteriler bu tabakada canlılığını sürdürebilir, çoğalabilir ve dentin tübüllerine doğru ilerletebilir. Dezenfektanların etkilerini geciktirir (31).

Smear tabakasının uzaklaştırılıp uzaklaştırılmaması gerektiği konusunda henüz fikir birliğine ulaşılamamıştır. Smear tabakasının uzaklaştırılmasının kök kanal dolgusunun adaptasyonunu arttırdığı, mikrozıntıyı önleyerek patojenlerin penetrasyonunu engellediği düşünülmektedir (32).

Smear tabakasının kimyasal yapısı organik ve inorganik materyallerden oluşmaktadır. Organik maddeler pulpa artıkları, odontoblast uzantıları, kan hücreleri ve mikroorganizmalardır. İnorganik maddeler ise dentin parçaları ve smear tabakasının büyük kısmını oluşturmaktadır (33).

Smear tabakasının uzaklaştırılması mekanik preparasyon ile sağlanamadığından bu tabakayı uzaklaştırmak için irrigasyon solüsyonları kullanılmaktadır. Günümüzde yaygın olarak smear tabakasının organik kısmını uzaklaştırmak için NaOCl, inorganik kısmını uzaklaştırmak için EDTA kullanılmaktadır (34).

2.1.2. Sodyum hipoklorit

Endüstrideki en popüler kök kanal irrigasyonu olan NaOCl, organik bileşenleri ortadan kaldırma kapasitesinin yanı sıra mikroorganizmalara karşı geniş bir yelpazede antibakteriyel etki sağlar. Ancak yüksek yüzey gerilimi nedeniyle dentin tübülünün derinliklerine nüfuz edemeyebilir ve bölgedeki bakterilere ulaşamayabilir (35).

Sodyum hipoklorit (NaOCl) bugüne kadarki en popüler kök kanal irrigasyonudur ve özellikle biyofilmlerde yer alan bakterilere karşı üstün antimikrobiyal etkisi nedeniyle geniş çapta tercih edilen birincil irrigasyon solüsyonu olarak kabul edilir.

Ayrıca endotoksinler ve lipoteikoik asitler gibi bakteriyel virölans faktörlerini azaltabilir ve ayrıca döner aletler için etkili bir lubrikant görevi görebilir. Düşük maliyeti ve kolay bulunabilirliği de yaygın kullanımına katkıda bulunmuş olabilir (36).

Önerilen değerlerin %0,5 ile %5,25 arasında değişmesiyle, NaOCl çözeltilerinin optimum konsantrasyonu konusunda hâlâ bir fikir birliği yoktur (37).

NaOCl, antimikrobiyal ve doku çözücü etkisi ile etkili bir irrigasyon solüsyonu olmasına rağmen kök kanal sisteminden ekstrüze olması durumunda konsantrasyonu ile orantılı olarak çevre periapikal ve periodontal dokularda yüksek derecede toksik etki göstermektedir (38).

Döner aletlerin kullanımı sırasında lubrikant etki göstererek preparasyonu kolaylaştırır, aynı zamanda alet kırılması gibi komplikasyonların önüne geçer (39).

2.1.3. EDTA

Kök kanal sisteminin etkili temizliği, organik ve inorganik materyalleri çözecek bir irrigantla mümkün olur. Kök kanal sisteminin tamamen temizlenmesi, organik ve inorganik maddeleri çözen irrigasyon maddelerinin kullanılmasını gerektirir. Sodyum hipoklorit sadece organik maddelere karşı etkili olduğundan, smear tabakasının ve dentin kalıntılarının uzaklaştırılmasının tamamlanması için başka maddelerin kullanılması gerekir. EDTA'nın smear tabakasının inorganik kısmını çözebilmesi ve sınırlı antimikrobiyal etkiye sahip olması nedeni ile NaOCl ile kombine kullanımı önerilmektedir (40). EDTA, hidroksiapatit de dahil olmak üzere inorganik maddeleri etkili bir şekilde çözer. EDTA ile ilgili bazı çelişkili raporlara rağmen, organik doku üzerinde çok az etkileri vardır veya hiç etkileri yoktur ve tek başlarına antibakteriyel aktiviteye sahip değildir. EDTA en yaygın olarak %17'lik nötrale solüsyon (disodyum EDTA, pH 7) olarak kullanılır, ancak birkaç rapor daha düşük konsantrasyonlu solüsyonların (örn. %10, %5 ve hatta %1) smear tabakasını kaldırdığını göstermiştir (12).

2.1.4. Tetrasiklin asit ve deterjan karışımı (MTAD)

Kombine irrigantlar arasında yer alan, pH değeri 7.0 olan BioPure MTAD solüsyonunun biyolojik olarak kabul edilebilir bir irrigant olduğu ve final irrigasyonu için tek bir çözelti olarak kullanılabileceği iddia edilmektedir. Bu solüsyon, doksisisiklin, sitrik asit ve Tween 80 içermektedir (41). Toz halindeki doksisisiklin hidrat konsantrasyonu ile BioPure MTAD, *E. faecalis*'e karşı geniş spektrumlu antibakteriyel aktivite göstermektedir (42).

İçeriğindeki deterjan (Tween 80) yüzey gerilimini düşürür, böylece kök kanal dolgusunun penetrasyon kabiliyeti yükselir ve kök kanal sisteminde dentine yüksek penetrasyon gösterebilir (43,44). Düşük yüzey gerilimi irrigantların prepare edilememiş kök kanalındaki alanlarına, lateral kanallara ve denin tübüllerine penetrasyonlarını ve dentin duvarları ile temaslarını arttırabilir (45).

2.1.5. Klorheksidin

Klorheksidin, kök kanal tedavisinde önemli yeri olan bir irrigasyon solüsyonudur. Geniş bir antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. NaOCl'den daha düşük bir sitotoksiteye sahiptir. Etkili bir klinik performansa sahiptir. Apikal lezyonlu dişlerde ve yeniden kök kanal tedavisi uygulanan vakalarda sık tercih edilir (46).

Kimyasal olarak stabildir, leke bırakmaz, kokusuzdur, suda çözünür. CHX, biyoyumluluğu nedeniyle özellikle açık apeks, kök rezorpsiyonu ve kök perforasyonu durumlarında NaOCl'ye alternatif olarak önerilmiştir (47,48).

2.2. İrrigasyon Solüsyonlarının Kurutulması

Birçok faktör, kök kanal patlarının penetrasyon yüzdesini ve penetrasyon derinliğini etkileyebilmektedir. Smear tabakasının uzaklaştırılma etkinliğinin, obturasyon tekniğinin, patların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, kök kanal anatomisinin ve kanal kurutulmasından sonra kalan rezidüel nemin bu durumu etkileyebileceği bildirilmiştir (49).

Kök kanal patlarının adeziv özelliğinin önemine literatürde dikkat çekilmiştir. Bir materyal kök kanalı duvarlarına bağlanırsa dolgunun yerinden çıkmasına karşı direnç gösterir (50).

Kök kanalındaki farklı seviyelerdeki artık nemin, geleneksel ve rezin bazlı patların sızdırmazlık özelliklerini değiştirdiği gösterilmiştir. Bu nedenle kök kanal dentini ile patlar arasındaki adezyonun kalitesi, dolum prosedürlerinden önce kök kanallarının nem durumundan da etkilenebilir (51).

Kanalların kurutulmasından sonra kalan nemin epoksi rezin içerikli patların penetrasyon derinliğini düşürdüğü bildirilmiştir (52).

2.3. Kurulama Protokolleri

2.3.1. Paper-point

Paper-pointler endodontide birçok amaç için kullanılır. Paper-pointlerin kullanım alanları şunlardır: irrigasyondan sonra kök kanallarını kurutmak, antiseptik veya dezenfekte edici medikamanları kök kanalına yerleştirmek, bakteriyolojik numuneleri kök kanalından kültür ortamına aktarmak ve kanal eksudasının renginin yanı sıra kalitesini belirlemek için indikatör olarak kullanılır.

Kök kanalının biyomekanik preparasyonu ve dezenfeksiyonu, kök kanal sisteminin içinde nem bırakacaktır. Bu durum kabarcıkların, gözenekliliğin ve/veya boş alanların oluşumuna neden olarak endodontik patın akışkanlığını ve bağlanmasını azaltır ve apikal sızdırmazlıktan ödün verilmiş olunur. Bu nedenle biyomekanik preparasyon ve final irrigasyonu sonrasında kalan nemin uzaklaştırılması çok önemlidir. Bunun için alkol, aspirasyon kanülü ve pamuk peletler önerilmiştir. Ancak en yaygın kullanılan ve etkili yöntem paper-pointlerdir (53).

2.3.2. EndoVac

EndoVac, özellikle dişlerin apikal bölgelerine güvenli bir şekilde yıkama solüsyonlarının gönderilmesi ve artıkların uzaklaştırılması amacıyla John Schoeffel tarafından geliştirilmiş bir negatif basınçlı bir sistemdir. Ayrıca, ulaşılamayan bölgelere ve

lateral kanallara solüsyonların daha etkin bir şekilde ulaşmasını sağlayarak kök kanallarının daha etkin bir şekilde temizlenmesine yardımcı olur. Kanal içinde negatif basınç oluşturan bu sistem, ana dağıtıcı-emici uç, makrokanül, mikrokanül ve titanyum başlık gibi bileşenlerden oluşur. Ana dağıtıcı-emici uç, enjektör ile bağlanan dağıtıcı uç ile yüksek emiş gücüne sahip bir dental üniteye bağlanan emici uçtan oluşur. Bu sayede, yıkama solüsyonu dişe gönderilirken aynı anda artıklar ve fazla solüsyon da emilerek boşaltılır. Makrokanül, kök kanalının orta bölgesindeki solüsyon ve artıkları uzaklaştırırken, mikrokanül apikal bölgedeki artıkları ve solüsyonları uzaklaştırır. EndoVac sistemi, antimikrobiyal etkinliği ile de dikkat çeker (53,54). Birçok çalışma, EndoVac'ın *E. faecalis* gibi mikroorganizmaları daha etkili bir şekilde ortadan kaldırdığını göstermektedir (53,55,56).

Kök kanalının son birkaç milimetresinin temizliği oldukça zorlu bir süreçtir ve bu bölgede sodyum hipoklorit taşıma riski bulunmaktadır (57). Aspirasyon, sadece vakum kaynağı olmakla kalmaz, aynı zamanda endodontik irrigasyon solüsyonunu çekerken, irrigasyon solüsyonunun apikal foramenin ötesine taşmasını engeller. İntrakanal aspirasyon tekniği kullanılarak yapılan kök kanalı irrigasyonu, kök kanallarının apikal bölgesindeki smear tabakasının, uzaklaştırılmasında etkili olmuştur. EndoVac sisteminin ana bileşeni, dış çapı 0,32 mm olan, kılavuzluk için kullanılan küresel olarak kapatılmış bir uç ve son 0,7 mm'de radyal olarak düzenlenmiş 12 mikro delikten oluşan bir mikrokanüldür (58).

2.3.3. Alkol

Endodontik tedavide alkol, kanalların kurutulması sürecinde yaygın bir şekilde kullanılan bir materyaldir. Kök kanallarının tam olarak kurutulması, kök kanal patının kök kanalına yerleştirilmesi ve sızıntının önlenmesi için önemlidir.

Ethanolün etkilerinin temelinde, yüzey aktif bir madde olması yatmaktadır. Bu özelliği sayesinde ethanol, kök kanal patlarının, irrigasyon maddelerinin ve kök kanal sisteminin yüzey gerilimini azaltabilir. Ethanol, dentin tübüllerine yayıldığında buharlaşarak dehidratasyona neden olur. Dehidratasyon sonucunda, dentin daha hidrofobik hale gelir. Bu durum, dentinin birçok kanal dolum patıyla daha uyumlu olmasını sağlayacak fiziksel bir değişiklik yaratır. Bu nedenle, kanal dolgu patının penetrasyonu artar ve kök kanal dolgusunun sızdırmazlığı olumlu yönde etkilenir (59,60).

Alkol, endodontik tedavide kurutma protokolünde çeşitli amaçlar için kullanılabilir:

1. Kök Kanalının Kurutulması: Alkol, kanalların içinde kalan fazla sıvının uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Bu, kanalların tamamen kuru olmasını sağlar ve doldurma materyalinin daha iyi bağlanmasına ve kök kanalının sızıntıya karşı korunmasına yardımcı olur (61).

2. Dezenfeksiyon: Alkol, kök kanallarını dezenfekte etmek için kullanılabilir. Alkol, mikroorganizmaların yok edilmesine ve kök kanalının temizlenmesine yardımcı olabilir (54).

3. Obtürasyon Öncesi Hazırlık: Kök kanalının kurutulması, dolum malzemesinin uygulanmasından önce önemlidir. Alkol, kanalın içinde kalan tüm sıvıyı uzaklaştırarak patın kök kanalına daha iyi nüfuz etmesine yardımcı olabilir (54).

Ancak, alkolün endodontik tedavide kullanımıyla ilgili bazı önemli noktalar vardır:

- Alkolün yüksek uçuculuğu nedeniyle, kök kanalının kurutulması sırasında dikkatli olunmalı ve işlem hızlı bir şekilde gerçekleştirilmelidir.
- Alkol, kanalın içine dikkatli bir şekilde uygulanmalı ve aşırı miktarda kullanılmamalıdır, çünkü bu doku tahrişine neden olabilir.
- Alkol, yanıcı bir madde olduğundan, uygulama sırasında ateş kaynaklarından uzak tutulmalı ve güvenli bir şekilde saklanmalıdır.

Sonuç olarak, alkol endodontik tedavide kanal kurulumu protokolü olarak yaygın bir şekilde kullanılan bir materyaldir. Ancak, doğru ve güvenli bir şekilde uygulanmalıdır ve diğer tedavi adımlarıyla birlikte dikkatlice yönetilmelidir (54).

2.3.4. İrrigasyon iğnesi

Son zamanlarda, yandan ve alttan delikli 30 gauge irrigasyon iğnesi Pi-Dent piyasaya sunuldu. Bu iğnenin özelliği, kavisli kanallara daha iyi nüfuz etmesini sağlayan esnekliğidir. Bu iğne yandan perfore olduğu için dişin apikalinden irrigasyon solüsyonunun ekstrüzyonunu engeller.

2.4. Kök Kanal Dolgu Materyalleri

2.4.1. Kor materyaller

Kök kanalı ana kor materyali olarak geçmişten günümüze kullanılan materyaller genel olarak şunlardır: Gümüş kon, GP ve resilon.

2.4.1.1. Gümüş kon

Gümüş konlar dişte renklenmeye yol açar. Katı yapısından ötürü kolay yerleştirilir; ancak kanalın düzensizliklerine uyum sağlayamaz bu da apikal sızıntıya sebep olur. Korozyona uğrayarak sitotoksik etki gösterir.

2.4.1.2. Guta-perka

Geleneksel olarak, gutta-perka, genellikle çinko oksit-öjenol, kalsiyum hidroksit veya epoksi rezin esaslı kök kanal patlarıyla birlikte kullanılan endodontik dolgu malzemesidir. Toksisitesi düşüktür, radyoopasitesi ise iyidir. Dentine bağlanamaz. Guta perka %75 oranda çinko oksit, %20 guta perka, %5-10 oranında radyoopasite veren madde, bağlayıcı ve renklendirici maddelerden oluşmaktadır (62).

Guta- perka konlar, biyouyumludur, boyutsal stabilitesi iyidir, radyoopasitesi yeterlidir, gerektiğinde kök kanalllarından sökmek kolaydır (63).

2.4.1.3. Resilon

Termoplastik ve sentetik polimer (poliüretan) esaslı kor materyalidir. Materyal, bir rezin pat olan ve dentin dokusuna adeziv olarak bağlanabilen Epiphany ile kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Nontoksik, nonmutajenik ve biyolojik olarak uyumludur. Kanal dolgu patı ve dentin arasında adezyonu ve böylece monoblok yapı sağlamak amacıyla üretilmiştir (64).

2.4.2. Kök kanal patları

İdeal bir kanal dolgu materyalinde bulunması gereken özellikler şunlardır:

- Boyutsal olarak stabil olmalı ve yerleştirildikten sonra büzülme göstermemeli
- Kanalin üç boyutlu yapısına uyumlu bir şekilde tıkayabilmeli
- Steril olmalı veya steril edilebilmeli
- Periapikal dokulara zarar vermemeli
- Su geçirmez ve boşluksuz olmalı
- Radyopak olmalı
- Kolay uygulanabilir olmalı
- Doku sıvılarından etkilenmemeli, korozyon ve oksidasyona karşı dayanıklı olmalı
- Bakteri üremesini engellemeli
- Dış yapısını renklendirmemeli
- Gerektiğinde kanaldan kolayca çıkarılabilir olmalıdır (62).

Grossman (1988) ideal bir kök kanal dolgu materyalinde aranılan özellikleri belirtmiştir:

- Bakterilerin çoğalmasına engel olmalı.
- Periapikal dokuları irrite etmemeli.
- Kök kanalını apikal ve lateral olarak örtmeli ve kanal anatomisine uyum göstermeli.
- Steril olmalı.
- Gerektiğinde kök kanallarından kolayca uzaklaştırılabilmeli.
- Boyutsal olarak stabil olmalı.
- Dış dokularını boyamamalı.
- Kolay hazırlanabilmeli ve çalışma süresi yeterli olmalı.
- Radyopak olmalı ve radyografide kolayca ayırt edilebilmeli.
- Doku sıvılarından etkilenmemeli.
- Korozyon göstermemeli.
- Neme dayanıklı olmalı ve pöröz olmamalı.

Kanal dolgusunun sızdırmazlığı, patın dentin tübüllerine nüfuz etmesi ve toksinlerin girişini engellemesi önemlidir. Kök kanal patları kimyasal yapılarındaki ana bileşene göre gruplandırılmaktadır. Buna göre kök kanal patları 5 ana grup altında toplanırsa;

2.4.2.1. Çinko oksit öjenol içerikli patlar

Çinko oksit öjenol içerikli patlar antibakteriyel etkinliğe sahiptir. Yavaş sertleşir. Doku sıvılarında çözünür (62).

Bu patlara örnek olarak Pulpdent Root Canal Sealer, Pulp Canal Sealer, Roth- 801, N- Rickert, Sealite Ultra, Grossman patı, Wach patı, Kerr PCS, Tubli-Seal, Proco-Sol ve Roth 501 ve 801 patı çinko oksit öjenol esaslı kök kanal patlarına örnektir.

2.4.2.2. Kalsiyum hidroksit içerikli patlar

Kalsiyum hidroksit antibakteriyeldir. Bu patların en büyük dezavantajı, çözünürlüklerinin fazla olması sebebiyle mikroorganizma ve doku sıvılarının geçişine izin vermesidir. Ayrıca kök kanalından ekstrüze olması durumunda hızla rezorbe olsa da periapikal dokularda kronik periapikal reaksiyonlara sebep olmaktadır (65).

Seal apex, Apexit, Apexit Plus, Biocallex gibi ürünler kalsiyum hidroksit esaslı kök kanal patlarına örnek olarak verilebilir.

2.4.2.3. Cam iyonomer içerikli patlar

Cam iyonomerler, cam ve poliakrilik asit arasındaki asidik reaksiyon sonucu sertleşir. Cam iyonomerlerin kimyasal yapıları değiştirilerek fiziksel özellikleri geliştirilmiş ve kanal dolgu patı olarak kullanımı sağlanmıştır. Örnek olarak Ketac Endo, Endion, Activ GP patıdır.

Bu patlar, cam iyonomerin dentine kimyasal olarak bağlanma özelliğinden faydalanmayı amaçlar. Ancak, polimerizasyon büzülmesi nedeniyle bu bağlantının beklenildiği gibi olmadığı gösterilmiştir (66).

- Cam iyonomerler, mine ve dentin hidroksiapatitine bağlanarak flor salınımı yapar.
- Kloroform ve halotan ile çözülmezler ve kanaldan uzaklaştırılmaları zordur.
- Antimikrobiyal etkisi düşüktür.
- Toksisiteleri düşüktür.

2.4.2.4. Polimer içerikli patlar

Kök kanal dolgu malzemeleri arasında epoksi rezin bazlı olanlar, fizikokimyasal özellikleri açısından oldukça tatmin edicidir. Epoksi rezin içerikli kök kanal patları, polimerizasyon sırasında büzülme göstermemesi, nem varlığında polimerize olabilmesi ve dentinle iyi bir bağlanma sağlaması nedeniyle tercih edilir (67). 3 gruba ayrılırlar:

a) Epoksi rezin içerikliler: AH Plus, Sealer 26, ThermaSeal Plus, Topseal, Adseal, EZ-Fill, Smartpaste.

Epoksi rezin içerikli patlardan ilk olarak AH 26 kullanılmaya başlanmıştır. AH 26'nın olumsuz özellikleri düzeltilerek AH Plus geliştirilmiştir. AH Plus, kolayca çıkarılabilmesi için termoplastik özelliklere sahip hale getirilmiş ve çift patlı sistem olarak piyasaya sunulmuştur. Radyoopasitesi de AH 26'ya göre artırılmıştır (67). AH Plus kök kanal patı, dentine bağlanabilir, Enterococcus faecalis'e karşı antimikrobiyal aktiviteye sahiptir, biyouyumludur, yüksek akışkanlık gösterir ve uzun süreli boyutsal stabilite sağlar. AH Plus, kök kanal tedavisinde yaygın olarak kullanılan ve tüm yeni patlarla karşılaştırma için altın standart olarak kabul edilen epoksi rezin içerikli bir kök kanal patıdır (67).

AH Plus, AH 26 patının olumsuz özelliklerine karşı geliştirilmiş epoksi rezin içerikli bir pattır. AH 26'dan farklı olarak polimerizasyon sırasında formaldehit salınımına ve renklemeye neden olmaz (68).

b) Metakrilat rezin içerikliler: EndoRez, Epiphany, Real Seal, Simplifill SE, Resinate, Fiberfill RCS, Metaseal, Superbond RC

Restoratif diş tedavilerinde kullanılan dentin bonding sistemleri, araştırmacılar tarafından kök kanal patı olarak denenmiştir. Resin içerikli kök kanal patlarının dentine adezyon ile bağlanması sağlanarak yüksek örtücülüğün oluşması amaçlanmaktadır. Bu sistemlerden en çok bilinenlerden biri Epiphany/Resilion'dur (69). Bu sistem hem dentinde

hem de kendi içeriğinde monoblok bir yapı oluşturur. Bu durumun da diş sert dokularının iç direncini arttırarak hem koronal hem de apikal sızıntıyı engellediği belirtilmiştir (70). Epiphany'nin içeriği şu şekildedir: BisGMA, etoksilat BisGMA, UDMA, hidrofilik difonksiyonel metakrilatlar. İçeriğinin %70'i doldurucu maddedir ve bu maddeler baryum sülfat, kalsiyum hidroksit, bizmut oksiklorit, baryum camı ve silikadır (71).

c) Poliketon (Polivinil) polimer içerenler:

Diaket

Fiziksel olarak üstünlükleri olan bir pattır. Dayanıklısıdır ve diş adezyonu kuvvetlidir. Kanal duvarına iyi uyum sağlar. Bakteriyostatiktir (72).

2.4.2.5. Biyoseramik içerikli patlar

Biyoseramikler, yüksek biyouyumlulukları ve biyoaktiviteleri sebebiyle diş hekimliğinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Osteoindüktiftir. Dentine başarılı örtücülük sağlar. İyi bir radyoopasiteye sahiptir. Hidrofiliktir. Antimikrobiyal özelliklere sahiptir (72).

Biyoseramikler; kök ucu dolgusu, kök kanal tedavisi, vital pulpa tedavisi, apeksifikasyon/rejeneratif endodontik tedavi, perforasyon onarımı ve kök defekti onarımı dahil olmak üzere çeşitli klinik endodontik durumlarda kullanılır (73).

"Seramik malzemeler" terimi inorganik, metalik olmayan maddeleri, genellikle kristal oksitleri, nitrürleri veya karbürleri içerir. Biyouyumlu seramikler spesifik biyolojik veya fizyolojik amaçlar için kullanılan bir alt gruptur. Biyoseramikler, uygulamalarına bağlı olarak komşu dokularla doğrudan etkileşime girerek doku büyümesini teşvik edebilir veya yeni doku rejenerasyonunu tetikleyebilir. Biyoseramikler biyoinert veya biyoaktif olarak kategorize edilebilir (74).

Biyoinert bir malzeme örneği olan zirkonya, esas olarak zirkon ($ZrSiO_4$) silikat ve yapay olarak üretilmiş zirkonyum oksit (ZrO_2) kristallerinden oluşur. Buna karşılık, hidroksiapatit (HA), kalsiyum silikatlar ve kalsiyum fosfatlar gibi biyoaktif materyaller

çevredeki dokularla aktif olarak etkileşime girerek HA tabakası çökmesini ve dentin ile kimyasal bağlanmayı teşvik eder (75).

Biyoseramik bazlı patlar, kalsiyum silikat bazlı ve kalsiyum fosfat bazlı kategorilere ayrılır ve ilave dolgu maddeleri fizikokimyasal özellikleri geliştirir. HA oluşumunu ve apatit benzeri tabaka birikimini teşvik eden gelişmiş biyoaktivite, dentin-sızdırmaz ara yüzey bağlanmasını kolaylaştırır (76).

Temelde iki ana başlığa ayrılır; mineral trioksit agregat içerenler ve kalsiyum silikat içerenler.

2.4.2.5.1. Mineral Trioksit Agregat içerenler

MTA 1993'te Torabinejad tarafından geliştirilmiştir. İçeriğinde trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, aluminat, bizmut oksit, kalsiyum sülfat ve tetrakalsiyum aluminoferrit içermektedir. pH'ı 12,5'tur. Endodontide uygulanan ilk biyoaktif seramik materyal olan mineral trioksit agregatı (MTA), bugüne kadar üzerinde en çok çalışılan biyoseramiktir. MTA grubu patlar; kök kanal patı, perforasyon tamir materyali veya retrograd dolgu materyali olarak kullanılabilir. Nemli ortamda sertleşir ve sertleşme süresi en az 3 saattir. MTA, sert dokuyu indükleyen biyouyumlu ve biyoaktif bir malzeme olarak kabul edilmiştir (75).

Kanal içerisine yerleştirildiğinde kalsiyum aktivitesini serbestleştirerek hücre tutunmasını ve çoğalmasını sağlar, pH'ı yükseltir, interlökin IL4, IL6, IL8, IL10 gibi sitokinleri düzenler ve dolayısıyla sert dokuların çoğalmasını, göçünü ve farklılaşmasını sağlayarak hidroksiapatit üretir ve bu da pat ile MTA arasında fiziksel bağ oluşumuna yardımcı olur (77). MTA içerikli ürünlerdeki bizmut oksit renklenme yaptığı için bu içerik zirkonyum oksit veya tantalum oksit ile değiştirilmiştir.

Mineral trioksit agregat (MTA) ilk olarak kök ucu dolgu malzemesi olarak geliştirilmiş ve önerilmiştir ve daha sonra pulpa kaplaması, pulpotomi, apeksogenez, apeksleri açık dişlerde apikal bariyer oluşumu (apeksifikasyon), kök perforasyonlarının onarımında kullanılmıştır (78). Bu gruba örnek olarak ProRoot EndoSealer, MTA Obtura, Endo CPM Sealer, DiaRoot Bioaggregate, MTA-Fillapex verilebilir (79,80).

2.4.2.5.2. Kalsiyum silikat içerenler

Kalsiyum silikat içeren patlar, yüzeylerinde hidroksiapatit tabakası oluşumunu indüklemeye yeteneği göstermiştir. Periodontal ligament kök hücrelerinin osteo/odonto/sementogenik farklılaşmasını teşvik ederek, iyileşme sürecinin hızlanmasına ve periapikal lezyonların çözülmesine yol açabilir (81). iRoot SP, Bioseal, EndoSequence BC Sealer, Smartpaste Bio, Appetite kök kanal dolgu patı örnek verilebilir (79).

2.4.3. Bu çalışmada kullanılan kök kanal patları

2.4.3.1. AH plus

Almanya'da Dentsply DeTrey tarafından üretilen epoksi rezin bazlı bir pat olan AH-Plus, üstün apikal tıkaması, azalmış çözünürlüğü, kök kanalı dentininde gelişmiş mikro tutuculuk özelliğinin yanı sıra minimum büzülme ve mükemmel boyutsal stabiliteye sahip olması nedeniyle kullanılmıştır. Ancak AH Plus'ın yüksek dozlarda sitotoksik etkiler de gösterdiğini belirtmek önemlidir (82,83).

2.4.3.2. AH plus biyoseramik

Kalsiyum silikat bazlı dolum materyalleri, su ve nemle sertleşen hidrofilik malzemelerdir. Bu malzemeler alkali bir pH'a sahiptir ve kalsiyum iyonlarını serbestleştirme yeteneğine sahiptir, bu da biyoaktivitelerini ve biyouyumluluklarını açıklayabilecek bir apatit tabakasının birikmesine neden olur (84). AH Plus Bioceramic, (AHPB; Dentsply Sirona, Charlotte, NC) yeni üretilen kalsiyum silikat bazlı dolgu maddesidir. Üreticinin sunduğu bilgilere göre, hızlı sertleşir, yüksek yıkanma direncine ve radyoopasiteye sahiptir; güvenli ve biyouyumludur; ve dişin rengini değiştirmez (6).

Ek olarak, kalsiyum iyonlarını serbestleştiren ve mineralize doku oluşumunu teşvik etmek için alkaliniteyi artıran biyoseramik formülasyonun faydalarını da öne sürülmektedir (75,77).

2.5. Retreatment Prosedürü

Endodontik başarısızlık, birincil endodontik tedavi ile kök kanal sisteminin başarılı bir şekilde tedavi edilememesi, bunun sonucunda kronik veya tekrarlayan semptomlar veya hastalıkların ortaya çıkmasıdır. Endodontik başarısızlığın sebepleri, teknik ve biyolojik olmak üzere iki kategoriye ayrılabilir (85).

Teknik sorunlar, orijinal kök kanal tedavisinin kalitesiyle ilgili zorlukları içerir; örneğin, kötü dolgu, hastalıklı pulpa dokusunun veya dentin kalıntılarının yetersiz şekilde çıkarılması ve kök kanal sisteminin şekil anormallikleri gibi sorunlardır (86).

Biyolojik nedenler ise bakterilerin varlığı veya tedavi edilmemiş kanalların varlığı nedeniyle kalıcı veya tekrarlayan hastalığı içerir. Endodontik tedavide yetersiz preparasyon, kök kanal sisteminde bakterilerin varlığının devam etmesine neden olur, bu da tekrarlayan enfeksiyona ve nihayetinde tedavi başarısızlığına yol açabilir (87).

Geleneksel olarak mekanik (paslanmaz çelik eğeler, NiTi döner alet sistemleri, gates glidden frezleri), kimyasal (çözücüler) ve termal (ısı ileten aletler) teknikler ile bu tekniklerin kombinasyonunun kanal dolgu maddelerini kanaldan uzaklaştırdığı bildirilmiştir. Ancak bu teknikler dolgu materyallerinin tamamını ortadan kaldıramaz (88,89).

İşlem sonrası kanal dolgu materyalleri periapikal sahaya ekstrüze olan materyaller sonucunda flare-up, periapikal iltihap ve doku irritasyonu işlem sonrası yan etkiler arasındadır (90).

2.5.1. Kanal Tedavisi Yenilenmesinde Endikasyon

Kanal tedavisinin yenilenmesi, kök kanal sistemindeki kök kanal dolgu materyalinin sökülmesi ve gerekli irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemlerinin uygulanması sonrası yeniden ideal sızdırmaz şekilde kapatılması anlamına gelir. Kanal tedavisinin yenilenmesinde endikasyonların detaylı belirlenmesi nihai başarı için kritiktir (91).

- Tedavi öncesinde var olan semptomların geçmemesi veya belli aralıklarla nüks etmesi

- Tedavi öncesinde bulunmayan ağrı, şişlik gibi semptomların oluşması
- Tedavi sonrasında yeni bir periapikal lezyon oluşması ya da var olan lezyonun büyümesi
- Periapikal lezyonu bulunan, asemptomatik dişlerde eksik kök kanal dolgusu ya da tespit edilememiş kanalların varlığı

2.5.1.1. Klinik inceleme

Diş, tekrarlayan kök kanal tedavisi sonrasında ağızda fonksiyon görebilmelidir; dolayısıyla dişin restore edilebilirliği, periodontal hastalık varlığı (cep derinliği, mobilite, kron-kök oranı ve sert – yumuşak doku anomalileri) değerlendirilmelidir. Fistül varlığı, spontan veya provoke ağrı, intra ve ekstraoral şişlik, perküsyon ve palpasyona hassasiyeti, ilgili dişin protetik bir restorasyonun üyesi olup olmayacağı değerlendirilmelidir (92).

2.5.1.2. Radyolojik inceleme

Kanal tedavisi yenileme işleminin başarılı olması için radyolojik muayene oldukça önem taşır. Diş anatomisi, kök kanalları, kök yapısı ve eğrilik derecesi, kalsifikasyon varlığı, gözden kaçmış kanallar, var olan kök kanal dolgusu, dolgunun taşkınlığı, vertikal ya da lateral kondenzasyon yapıp yapılmadığı, kanal dolgu materyalinin türü, kök kırığı ve periapikal lezyon varlığı değerlendirilmelidir (93).

2.5.2. Kanal Tedavisi Yenilenmesinde Kontrendikasyon

Kök kanal tedavisinin yenilenmesinin genel kontrendikasyonları hastanın tıbbi veya duygusal olarak işleme elverişli olmaması, operatörün deneyimi ve kabiliyetinin işlemi yapmak için yeterli olmamasıdır (94).

Lokal kontrendikasyonlar da akut inflamasyon varlığı, cerrahi sahaya erişimin olmaması, dişin prognozlarının zayıf olmasıdır (95).

Gutta-Perkanın Kök Kanalından Sökülmesi

Gutta-perkanın kök kanalından uzaklaştırılması için 3 ana yöntem vardır. Bunlar mekanik, ısısal ve kimyasal yöntemlerdir. Hangi teknik kullanılırsa kullanılsın, gutta-perka

kök kanalından progresif bir şekilde çıkarılmalıdır, böylece iritanların periapikal bölgeye yanlışlıkla taşması önlenir. Kökler üçe bölünerek, gutta-perka başlangıçta koronal üçte birlik kısımdan, ardından orta üçte birlik kısımdan ve sonunda apikal üçte birlik kısımdan çıkarılabilir. Kanal dolgusu söküm teknikleri arasında döner aletler, ultrasonik enstrümanlar, ısı, ısı veya kimyasallarla birlikte kullanılan el aletleri ve kimyasallarla birlikte kullanılan kâğıt konlar yer alır. K-file ile ksilen, kloroform, okaliptüs yağı, Endosolv, halotan gibi kimyasallar kullanılabilir (89).

Gümüş konların sökülmesi

Giriş kavitesi dikkatlice planlanmalı ve herhangi bir gümüş konun yanlışlıkla kısaltılma riskini en aza indirmek için özenle yapılmalıdır. Gümüş konu tamamen ortaya çıkarmak için ultrasonik enstrümanlar kullanılabilir (89).

Nikel-titanyum (NiTi) aletlerin çıkarılması

Nikel-titanyum döner aletlerin kanalda kırılmalarının nedenlerinden biri yetersiz giriş kavitesi açılmasıdır. Giriş kavitesinin yanlış konumda olması veya çok küçük olması, aletin kök kanalında kullanılması sırasında gereksiz stres uygular. Bu durum, döngüsel yorgunluk sonucunda aletin kırılmasına yol açar.

Tedavi sonrası ortaya çıkan hastalıklarda, inatçı kanal içi bakterilerin varlığı dezenfeksiyon prosedürlerinin önemini artırır. Ancak, çok seanslı veya tek seanslı tedavi seçeneklerinin kalsiyum hidroksit ile uygulanması hâlâ tartışma konusudur. Kanal içindeki iritan maddelerin kanal dışına itilmesini en aza indirmek için crown-down tekniği ile şekillendirme önerilmektedir (89).

Retreatmentin prognozu

Doğru teşhis ve retreatment prensipleri titizlikle uygulandığında, ortograd retreatment genellikle başarılıdır fakat prognoz büyük ölçüde lezyon varlığına bağlıdır (93).

Apikal periodontitis yok ise, tekrarlayan kök kanal tedavisinde prognoz yaklaşık %92-98 oranında başarılı iken, apikal periodontitis varlığında bu oran %74-86'ya

düşmektedir. Buna ek olarak, retreatment ile periapikal iyileşme oranlarının birincil tedaviden daha düşük olduğunu kabul edenler de vardır ve bunu, kanaldaki tıkanıklıklar nedeniyle apikale ulaşamama ve retreatment gerektiren kanalda daha dirençli mikroorganizmaların bulunmasına dayandırılabilir. Özellikle kırık aletlerin varlığında aletlerin çıkarılması veya yanından geçilerek apikale ulaşılması en önemli prognostik faktörlerden biridir çünkü başarı için apikale ulaşılması ve dezenfeksiyon sağlanması şarttır (96). Başarı ve başarısızlık değerlendirmesi için, postoperatif gözlem süresinin minimum 6 ay ile 5 yıl arasında olması gerektiği bildirilmektedir (97).

2.6. Dentine Bağlanma Dayanımı

Dentine bağlanma dayanımı, dolgu malzemesini yerinden çıkarmak için gereken yükü hesaplayarak kök dentini ve dolgu malzemesi arasındaki ara yüzey bağlanma kuvvetini ölçen, kanal patı ile kök dentini arasındaki bağlantının değerlendirilmesi için ilgili prognostik faktör olarak kabul edilir. Dentine yüksek bağlanma kuvveti, kök kanal dolgusunun yerinden çıkmasına karşı direnç sağlamak tam bir sızdırmazlık sağlamak için çok önemli olan dentin ile kök kanal dolgu malzemesi arasında boşluksuz bir arayüze katkıda bulunduğundan, patın önemli bir özelliği olarak kabul edilir.

Bağlanma dayanımı testi, diş hekimliğinde ilk olarak kompozit rezinlerin dentine olan bağlanma gücünü değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Kök kanal dolgu maddelerinin bağlanma dayanımını incelemek için genellikle push-out testi tercih edilmektedir (98). Bu testte, kök kanalına uygun paslanmaz çelik uçlar kullanılarak dolgu maddelerine dikey yönde kuvvet uygulanır. Push-out testinde, dolgu maddesinin dentinden ayrıldığı noktadaki maksimum kuvvet Newton cinsinden ölçülür. Bu kuvvet, adezyonun gerçekleştiği yüzey alanına bölünerek bağlanma dayanımı hesaplanır (99). Push-out testte, universal test cihazı ile numunelere dikey kuvvet uygulanır. Ancak, test cihazındaki piston, kök kanal dentinine temas etmeden yalnızca kök kanal dolgusuna temas etmelidir.

Push-out testinin tamamlanmasından sonra, örnekler 40x büyütmede optik bir mikroskop altında incelenip, kanal dolum patının örneklerden çıkması nedeniyle oluşan hata modları (adeziv, koheziv veya karışık) değerlendirilmiştir. Hata olarak kabul edilen durumlar;

Adeziv: kanal patının tamamen dentinden ayrılması (kanal patı olmayan dentin yüzeyi)

Koheziv: hatanın pat içerisinde olduğu durum (yüzeysel olarak pat ile kaplanmış dentin).

Karışık: pat ve pat modların bir kombinasyonu meydana geldiğinde (kanal patı ile kısmen kaplanmış dentin yüzeyi) (100).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Dişlerin seçilmesi ve hazırlanması

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: D-KA24/05) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

Bu çalışmadaki örneklerin hazırlanması ve uygulanacak testler deneyimli tek bir uygulayıcı tarafından yapılmıştır.

Bu çalışma için periodontal, protetik ve ortodontik nedenlerle çekilmiş 192 adet anonimize, tek köklü insan mandibular ikinci premolar diş çalışmaya dahil edilmiştir. Örnekler daha sonra dezenfeksiyon için 48 saat boyunca timol çözeltisine daldırılıp kullanılabilecek kadar 4°C distile su içinde bekletilmiştir. Dişlerden bukkal-lingual ve mesio-distal yönlerden periapikal radyografiler alınmıştır. Dahil edilme kriterleri; herhangi bir kök kanal tedavisi olmaması, tek bir kanala sahip olması, internal ve eksternal rezorpsiyonun bulunmaması, kalsifiye kök kanalı olmaması, kök gelişimini tamamlamış olması, kökte veya kronda çürük, çatlak veya kırık olmaması ve 10 dereceden düşük kök kanalı eğriliğine sahip olmasıdır.

Dişlerin kök kanal şekillendirilmesine başlamadan önce kök uzunluğu 16 mm olacak şekilde kronları elmas frez ile kesilerek boyları standardize edilmiştir. Standardizasyonu sağlamak için mine-sement sınırında kök çapları dijital kumpas yardımı ile ölçülerek birbirine yakın çapa sahip dişler seçilmiştir.



Şekil 3.1. Dişlerin boyunun 16 mm'ye kumpas yardımıyla ayarlanması

Giriş kavitesi elmas rond frez (801-016 C) ile açıldıktan sonra, 10 numaralı K tipi (Technical & General Ltd, London, United Kingdom) eğe kullanılarak eğenin apikalden görüldüğü boydan 0.5 mm kısa olacak şekilde çalışma boyu tespit edilmiştir. Kök uçları, kapalı uçlu bir sistem oluşturmak amacıyla yapışkan mum ile kapatıldı; böylece irrigasyon çözeltisinin apikal foramenden akışı engellendi ve irrigasyon çözeltilerinin ters akışı sağlanmış oldu. Örneklerin kök kanalları Protaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) döner sistemin kullanım prensiplerine göre X3 eğesine kadar genişletilmiştir. Her eğeleme sonrası debrislerin eliminasyonu için 2 ml %2,5'luk sodyum hipoklorit ile (Werax, Spot Diş Deposu, İzmir) (NaOCl) irrigasyon prosedürü 30 gauge (ga) yandan perfore irrigasyon iğneleriyle (Pi-Dent International, China) sağlanmıştır. Kök kanallarının preparasyonunu takiben smear tabakasını kaldırmak amacıyla kök kanalları 5 ml %2.5'luk NaOCl, sonra 5 ml %17'lik Etilendiamin tetrasetikasit (Werax, Spot Diş Deposu, İzmir) (EDTA) ile 1 dk, daha sonra 5 ml %2.5'luk NaOCl solüsyonu ile yıkanmıştır. Son olarak solüsyonların etkinliklerini sonlandırmak amacıyla 5 ml distile su ile irrigasyon işlemi tamamlanmıştır.



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan distile su solüsyonu



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan etil alkol solüsyonu



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan solüsyonlar



Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan Rotary eğeleri



Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan kurulama protokolü; Pi-Dent irrigasyon iğnesi



Şekil 3.7. Çalışmada kullanılan X3 gutta-perka örneği

Kök kanallarının preparasyonundan sonra örnekler farklı kurulama protokollerine göre rastgele aşağıdaki şekilde doldurulmuştur;

Grup 1a : Paper-point / AH Plus

Grup 1b : Paper-point / AH Plus Bioceramic

Grup 2a : EndoVac +Paper-point / AH Plus

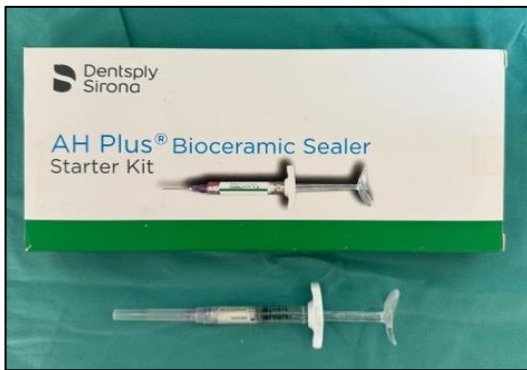
Grup 2b : EndoVac +Paper-point / AH Plus Bioceramic

Grup 3a : Ethanol +Paper-point / AH Plus

Grup 3b : Ethanol +Paper-point / AH Plus Bioceramic

Grup 4a: İrrigasyon İğnesi +Paper-point / AH Plus

Grup 4b: İrrigasyon İğnesi +Paper-point / AH Plus Bioceramic



Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan kök kanal patı



Şekil 3.9. Çalışmada kullanılan kök kanal patı

Paper-point ile kurulama prosedürü, görsel olarak paper-point tamamen kuru çıkana kadar yapılmıştır.

Üretici firmanın talimatlarına göre kök kanal dolgu patı hazırlanıp lentülo ile kök kanalına yerleştirilmiştir. Daha sonra kök kanalı Tug back hissi alınan X3/0.07 taperli Protaper güta-perka (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kon ile doldurulmuştur. Örneklerin giriş kavimleri akışkan kompozit dolgu materyali² (Filtek Z250 XT Universal, 3M, ESPE) ile kapatılıp, patın sertleşmesi için dişler 37°C, %100 nemli ortamda 14 gün bekletilmiştir.



Şekil 3.10. Çalışmada kullanılan dolgu materyalleri



Şekil 3.11. Çalışmada kullanılan etüv cihazı



Şekil 3.12. Etüve yerleştirilen örnekler

Örnekler 14 gün etüvde bekletilmiştir.

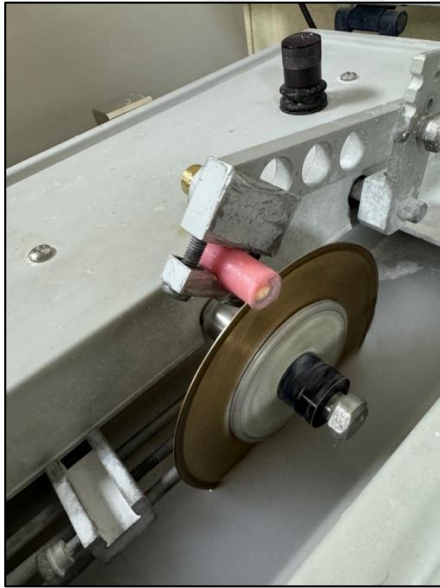
Her gruptan 12 örnek olacak şekilde hazırlanmış kalıplar içerisinde akrilik rezine (Meliodent, Heraeus-Kulzer, Almanya) gömülmüştür.

Daha sonra su soğutuculu 75 g'lık bir yük ile 300 rpm'de düşük hızlı hassas bir elmas testere (IsoMet 1000; Buehler, Lake Bluff, IL) ile uzun eksenine dik olacak şekilde her bir

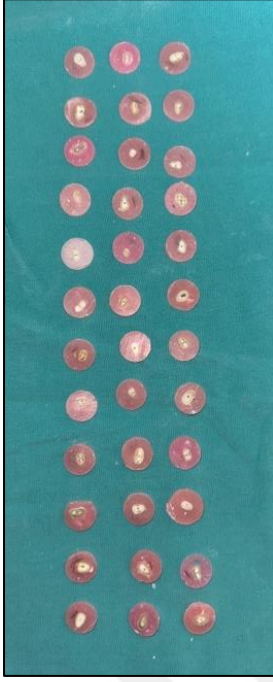
örnekten yaklaşık 1 ± 0.1 mm kalınlıkta, kök ucundan 3, 8 ve 12 mm mesafeden (apikal, orta ve koronal) üç horizontal kesit elde edilmiştir.



Şekil 3.13. Çalışmada kullanılan Buehler IsoMet 1000 cihazı



Şekil 3.14. Çalışmada kullanılan kesit almaya yarayan IsoMet cihazı



Şekil 3.15. Çalışmada kullanılan bir gruba ait 12 adet koronal, orta, apikal olacak şekilde kesit örneği

3.2. Bağlanma Dayanımı Testi

Bağlanma dayanımı testi için Selçuk Üniversitesi laboratuvarı kullanılmıştır. Test tek bir uygulayıcı tarafından yapılmıştır.

Bağlanma dayanımı testinde kök kanal dolgu materyallerini kanaldan çıkarmak için gereken kuvvet Universal test cihazı (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Hants, UK) kullanılarak ölçülmüştür. Örneği sabitlemek için bir platform olarak 3 farklı çapta delikli bir metal taban tasarlanmış, metal taban üzerindeki bölümü tutacak bir örnek tutucu düzenlenip, kuvveti dolgu materyallerine dikey olarak uygulamak için sırasıyla apikal, orta ve koronal bölüme karşılık gelen 3 farklı çapta (0.5 -0.6 -0.7) paslanmaz çelik silindirik pistonlar kullanılmıştır. Her bir bölüm 3 × loupe kullanılarak ilgili delik üzerinde ortalanıp ve apikalden koronale yüklemek için 1 mm / dakikalık hızda kullanılan universal test makinesine monte edilmiştir.

Kanal dolum materyalinin yerinden çıkmasının meydana geldiği anda uygulanan kuvvet Newton cinsinden kaydedilip her bir örnek için aşağıdaki denkleme göre megapaskal (MPa) cinsinden itme bağ gücü hesaplanmıştır:

Bağlanma dayanımı (MPa) = F-max / adezyon yüzey alanı (Mm²)

F-max: Maksimum kuvvet.

Adezyon yüzey alanı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

Adezyon yüzey alanı = $(D1 + D2 / 2) \times \mu \times h$

D1 = apikal çap, D2 = koronal çap, $\mu = 3.14$ ve h = kesit kalınlığı

Push-out testinin tamamlanmasından sonra, örnekler 40x büyütmede optik bir mikroskop altında incelenip, kanal dolum patının örneklerden çıkması nedeniyle oluşan hata modları (adeziv, koheziv veya karışık) değerlendirilmiştir. Hata olarak kabul edilen durumlar;

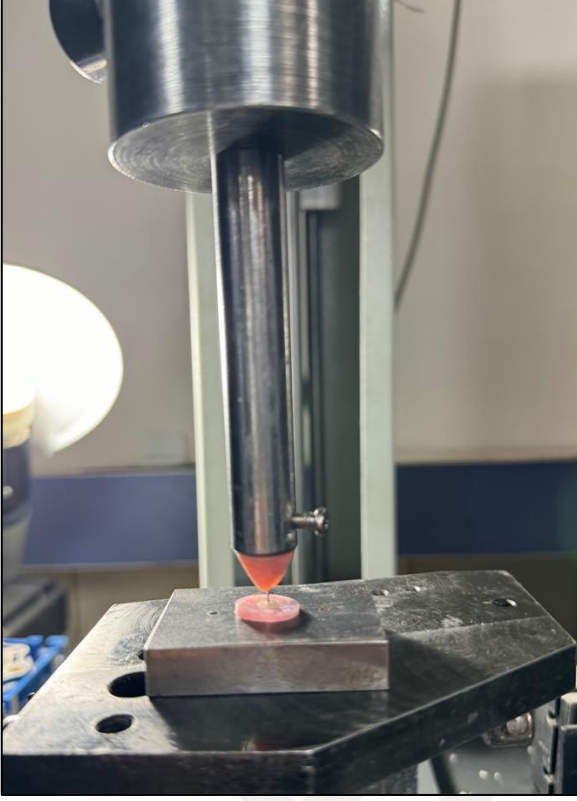
Adeziv: kanal patının tamamen dentinden ayrılması (kanal patı olmayan dentin yüzeyi)

Koheziv: hatanın pat içerisinde olduğu durum (yüzeysel olarak pat ile kaplanmış dentin)

Karışık: yapıştırıcı ve yapıştırıcı modların bir kombinasyonu meydana geldiğinde (kanal patı ile kısmen kaplanmış dentin yüzeyi)



Şekil 3.16. Çalışmada kullanılan Universal test cihazı



Şekil 3.17. Çalışmada kullanılan Universal test cihazı



Şekil 3.18. Sırasıyla apikal, orta ve koronal bölüme karşılık gelen 3 farklı çapta (0.5-0.6-0.7) paslanmaz çelik silindirik pistonlar

Tekrarlayan kök kanal tedavisi prosedürüne geçildiğinde dişlerin kök kanal şekillendirilmesine başlamadan önce kök uzunluğu 16 mm olacak şekilde kronları elmas frez ile kesilerek boyları standardize edilmiştir. Standardizasyonu sağlamak için mine-sement sınırında kök çapları dijital kumpas yardımı ile ölçülerek birbirine yakın çapa sahip dişler seçilmiştir.

Giriş kavitesi elmas rond frez (801-016 C) ile açıldıktan sonra, 10 numaralı K tipi (Technical & General Ltd, London, United Kingdom) eğe kullanılarak eğenin apikalden görüldüğü boydan 0.5 mm kısa olacak şekilde çalışma boyu tespit edilmiştir. Kök uçları, kapalı uçlu bir sistem oluşturmak amacıyla yapışkan mum ile kapatıldı; böylece irrigasyon çözeltisinin apikal foramenden akışı engellendi ve irrigasyon çözeltilerinin ters akışı sağlanmış oldu. Örneklerin kök kanalları Protaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) döner sistemin kullanım prensiplerine göre X3 eğesine kadar genişletilmiştir. Her eğeleme sonrası debrislerin eliminasyonu için 2 ml %2,5'luk sodyum hipoklorit ile (Werax, Spot Diş Deposu, İzmir) (NaOCl) irrigasyon prosedürü 30 gauge (ga) yandan perfore irrigasyon iğneleriyle (Pi-Dent International, China) sağlanmıştır. Kök kanallarının preparasyonunu takiben smear tabakasını kaldırmak amacıyla kök kanalları 5 ml %2.5'luk NaOCI, sonra 5 ml %17'lik Etilendiamin tetrasetikasit (Werax, Spot Diş Deposu, İzmir) (EDTA) ile 1 dk, daha sonra 5 ml %2.5'luk NaOCI solüsyonu ile yıkanmıştır. Son olarak solüsyonların etkinliklerini sonlandırmak amacıyla 5 ml distile su ile irrigasyon işlemi tamamlanmıştır.

Kök kanallarının preparasyonundan sonra örnekler farklı kurulama protokollerine göre rastgele aşağıdaki şekilde doldurulmuştur;

Grup 1a : Paper-point / AH Plus

Grup 1b : Paper-point / AH Plus Bioceramic

Grup 2a : EndoVac +Paper-point / AH Plus

Grup 2b : EndoVac +Paper-point / AH Plus Bioceramic

Grup 3a : Ethanol +Paper-point / AH Plus

Grup 3b : Ethanol +Paper-point / AH Plus Bioceramic

Grup 4a: İrrigasyon İğnesi +Paper-point / AH Plus

Grup 4b: İrrigasyon İğnesi +Paper-point / AH Plus Bioceramic

Paper-point ile kurulama prosedürü, görsel olarak paper-point tamamen kuru çıkana kadar yapılmıştır.

Üretici firmanın talimatlarına göre kök kanal dolgu patı hazırlanıp lentülo ile kök kanalına yerleştirilmiştir. Daha sonra kök kanalı Tug back hissi alınan X3/0.07 taperli Protaper güta-perka (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kon ile doldurulmuştur. Örneklerin giriş kaviteleri akışkan kompozit dolgu materyali2 (Filtek Z250 XT Universal, 3M, ESPE) ile kapatılıp, patın sertleşmesi için dişler 37°C, %100 nemli ortamda 14 gün bekletilmiştir.

Her gruptan kök kanal dolumu yapılmış olan 12 örnek ProTaper Universal Retreatment döner sistemin D1, D2 ve D3 eğeleri sırasıyla kullanılarak kök kanal dolgu materyali sökülüştür. Daha sonra kök kanalları, üreticinin talimatlarına göre, Protaper Next (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, İsviçre) X4 döner sistem eğeleri ile prepare edilmiştir. Kanal X4/0.07 taperli Protaper güta-perka (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kon ile doldurulmuştur.



Şekil 3.19. Çalışmada kullanılan ProTaper Universal Retreatment döner sistemin D1, D2 ve D3 eğeleri

Üretici firmanın talimatlarına göre kök kanal dolgu patı hazırlanıp lentülo ile kök kanalına yerleştirilmiştir. Örneklerin giriş kavimleri akışkan kompozit dolgu materyali (Filtek Z250 XT Universal, 3M, ESPE) ile kapatılıp, patın sertleşmesi için dişler 37°C, %100 nemli ortamda 14 gün bekletilmiştir.

Kesitler yukarda belirtilen şekillerden temin edildikten sonra örnekler yeniden push-out teste tabi tutulmuştur. Push-out testinin tamamlanmasından sonra, başarısızlık modlarını değerlendirmek için optik bir stereomikroskoptan (40x büyütme) yararlanılmıştır.

4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Verilerin analizi IBM SPSS Statistics 25.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, US) paket programında yapılmıştır. Sürekli sayısal değişkenlerin dağılımının normale yakın dağılıp dağılmadığı Shapiro-Wilk testiyle varyansların homojenliği varsayımının sağlanıp sağlanmadığı ise Levene testiyle incelenmiştir. Tanımlayıcı istatistikler; sürekli sayısal değişkenler için medyan (25.yüzdelik-75.yüzdelik) biçiminde ifade edilirken kategorik değişkenler gözlem sayısı ve (%) olarak gösterilmiştir.

Her bir tedavi (birincil/tekrarlayan) prosedürü, kurulum protokolü ve kanal patında apikal, orta ve koronal kesitlerde bağlanma dayanımları Friedman Testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Her bir tedavi (birincil/tekrarlayan) prosedürü, kanal patı ve apikal, orta ve koronal kesitlerde kurulum protokollerinin bağlanma dayanımları bakımından farklı olup olmadığı Kruskal Wallis Testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Her bir tedavi (birincil/tekrarlayan) prosedürü, kurulum prosedürü ve kesitler sabit tutularak AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı uygulananlarda bağlanım dayanımlarının karşılaştırılması Mann Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Kanal patı, kurulum prosedürü ve kesitler sabit tutularak birincil ve tekrarlayan tedavilerin bağlanma dayanımlarının karşılaştırılması Mann Whitney U Testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Kategorik verilerin analizlerinde Pearson'un χ^2 veya Fisher Freeman Halton Exact (beklenen değeri 5'ten küçük hücre sayısı %20'nin üzerinde ise) testi kullanılmıştır. Aksi belirtilmedikçe $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Ancak olası tüm çoklu karşılaştırmalarda Tip I hatayı kontrol edebilmek için Bonferroni Düzeltmesi yapılmıştır.

5. SONUÇLAR

5.1. Push-Out Bağlanma Dayanımı

5.1.1. Birincil tedavide AH Plus patı uygulananlarda her bir kurulum prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması

Tablo 5.1. Birincil tedavide AH Plus patı uygulananlarda her bir kurulum prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması

	Birincil Tedavi							
	AH Plus				AH Plus Biyoseramik			
	Apikal	Orta	Koronal	p - değeri ^{1,5}	Apikal	Orta	Koronal	p - değeri ^{2,5}
Paper Point	2,69 (1,99 -5,92) ^{a,b}	1,40 (0,42-1,72) ^a	0,13 (0,28-0,50) ^b	p<0,001	0,67 (0,27-3,97) ^{a,b}	0,17 (0,07-0,98) ^{a,c}	0,04 (0,02-0,24) ^{b,c}	p<0,001
EndoVac	2,77 (1,12-4,72) ^{a,b}	1,00 (0,38-2,59) ^a	0,50 (0,22-1,87) ^b	p=0,005	1,45 (0,75-2,17) ^{a,b}	0,45 (0,14-0,68) ^a	0,59 (0,22-0,93) ^b	p=0,001
Ethanol	2,75 (1,72-3,78) ^{a,b}	0,93 (0,40-1,11) ^{a,c}	0,19 (0,09-0,58) ^{b,c}	p<0,001	2,15 (0,40-6,20) ^{a,b}	0,20 (0,04-0,92) ^a	0,39 (0,11-0,71) ^b	p=0,001
Irrigasyon İğnesi	2,98 (1,72-4,14) ^{a,b}	1,44 (0,43-1,99) ^a	1,09 (0,51-1,73) ^b	p=0,001	1,94 (1,04-3,00)	1,19 (0,13-1,60)	0,59 (0,06-1,36)	p=0,028
p - değeri^{3,6}	p=0,955	p=0,655	p=0,031	p - değeri^{4,6}	p=0,444	p=0,357	p=0,012	

a, b ve c indisleri kurulum prosedürleri içinde kesit karşılaştırmaları için kullanılmaktadır. a: Apikal ile Orta arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,05), b: Apikal ile Koronal arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,05), c:Orta ile Koronal arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,05).

¹Birincil tedavide AH Plus patı uygulananlarda her bir kurulum prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması, ²Birincil tedavide AH Plus Biyoseramik patı uygulananlarda her bir kurulum prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması, ³Birincil tedavide AH Plus Biyoseramik patı uygulananlarda her bir kurulum prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması, ⁵Friedman Testi, Bonferroni düzeltmesine göre p<0,00625 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. ⁶Kruskal Wallis Testi, Bonferroni düzeltmesine göre p<0,00833 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bu çalışmada, birincil kanal tedavisinde farklı kurutma protokolleri altında AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kök kanal patlarının bağlanma dayanımı açısından apikal, orta ve koronal bölgelerdeki performansları değerlendirilmiştir. AH Plus gruplarında tüm kurutma protokolleri altında apikal bölgede en yüksek, koronal bölgede ise en düşük bağlanma değerleri elde edilmiş ve bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.05). Benzer şekilde, AH Plus Biyoseramik grubunda da bölgesel bağlanma farklılıkları istatistiksel olarak anlamlıdır. Patlar arası karşılaştırmalarda ise apikal ve orta kesitlerde iki pat arasında anlamlı fark saptanmazken, koronal kesitte AH Plus'ın istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bağlanma sağladığı görülmüştür (p=0.031 ve p=0.012). Bu

bulgular, koronal sızdırmazlık açısından AH Plus'ın daha üstün performans gösterdiğini, kurulum protokolü ve kanal patı seçiminin tedavi başarısını doğrudan etkileyebileceğini göstermektedir. Tüm kurulum protokollerinde AH Plus'ın apikal bölgedeki bağlanması en yüksek, koronalde en düşük ve bu farklar istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu da bölgesel farklılıkların bağlanma başarısını etkilediğini gösterir.

5.1.2. Birincil tedavide AH Plus Biyoseramik patı uygulananlarda her bir kurulum prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması

Birincil tedavide AH Plus Biyoseramik patı ile Paper Point kurulum prosedürü uygulananlarda tüm kesitlerde bağlanım dayanımları farklıdır (tüm karşılaştırmalar için $p<0,05$). En yüksek değer apikal kesitte iken en düşük değer koronaldedir.

Birincil tedavide AH Plus Biyoseramik patı ile EndoVac ve Ethanol kurulum prosedürü uygulananlarda apikal kesitte bağlanım dayanımları orta ve koronal kesitlerden yüksektir (tüm karşılaştırmalar için $p<0,05$).

Birincil tedavide AH Plus Biyoseramik patı ile İrrigasyon İğnesi kurulum prosedürü uygulananlarda kesitlerde bağlanım dayanımları farklı değildir ($p=0,028>0,00625$ olduğundan fark yoktur) (Tablo 5.1.).

5.2. Birincil Tedavide Kurulum Protokollerinin Karşılaştırılması

Birincil Tedavi grubunda patlar ve kesitler sabit tutularak kurulum prosedürlerinde bağlanım dayanımları Kruskal Wallis Varyans Analizi ile karşılaştırılmış ve bonferroni düzeltilmesine göre $p<0,00833$ olan değerler istatistiksel olarak farklı kabul edilmiştir.

AH Plus patı kullanıldığında apikal, orta ve koronal kesitlerinde kurulum protokollerinde bağlanım dayanımları bakımından fark bulunmamıştır (tüm karşılaştırmalar için $p>0,00833$). Ortanca (Medyan) değerleri incelendiğinde tüm kesitlerde İrrigasyon İğnesi prosedüründe bağlanım dayanımları daha yüksektir fakat fark anlamlı düzeye ulaşmamıştır.

AH Plus Biyoseramik patı kullanıldığında apikal, orta ve koronal kesitlerinde kurulum prosedürleri arasında bağlanım dayanımları bakımından fark bulunmamıştır (tüm karşılaştırmalar için $p>0,00833$) (Tablo 5.1.).

Tablo 5.2. Birinci tedavi için kurulum prosedürleri ve kesitlerde patların karşılaştırılması

Kurulum Prosedürleri	Kesitler	Pat türü		p-değeri ^{1,2}
		AH Plus	AH Plus Biyoseramik	
Paper Point	Apikal	2,69 (1,99 -5,92)	0,67 (0,27-3,97)	p=0,010
	Orta	1,40 (0,42-1,72)	0,17 (0,07-0,98)	p=0,005
	Koronal	0,13 (0,28-0,50)	0,04 (0,02-0,24)	p=0,004
EndoVac	Apikal	2,77 (1,12-4,72)	1,45 (0,75-2,17)	p=0,089
	Orta	1,00 (0,38-2,59)	0,45 (0,14-0,68)	p=0,078
	Koronal	0,50 (0,22-1,87)	0,59 (0,22-0,93)	p=1,000
Ethanol	Apikal	2,75 (1,72-3,78)	2,15 (0,40-6,20)	p=0,551
	Orta	0,93 (0,40-1,11)	0,20 (0,04-0,92)	p=0,052
	Koronal	0,19 (0,09-0,58)	0,39 (0,11-0,71)	p=0,319
Irrigasyon İğnesi	Apikal	2,98 (1,72-4,14)	1,94 (1,04-3,00)	p=0,178
	Orta	1,44 (0,43-1,99)	1,19 (0,13-1,60)	p=0,347
	Koronal	1,09 (0,51-1,73)	0,59 (0,06-1,36)	p=0,266

¹Birincil tedavide kurulum prosedürü ve kesitler sabit tutularak AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı uygulananlarda bağlanım dayanımlarının karşılaştırılması, ² Mann Whitney U Testi, Bonferroni düzeltmesine göre $p<0,00416$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bu tabloda, farklı kurutma protokollerinin AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kök kanal patlarının bağlanma dayanımları üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Paper Point kullanılarak yapılan kurulamada, apikal, orta ve koronal kesitlerin tamamında AH Plus

gruplarında anlamlı olarak daha yüksek bağlanma dayanımı elde edildi ($p<0.05$). EndoVac, Ethanol ve İrrigasyon iğnesi protokollerinde ise AH Plus daha yüksek ortalama değerler göstermesine rağmen, fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Özellikle Ethanol ile orta kesitte p-değeri anlamlılık sınırına oldukça yakın ($p=0.052$) olarak kaydedilmiştir. Bu bulgular, kurulama protokolü seçiminin kanal patlarının etkinliğini etkileyebileceğini, özellikle Paper Point uygulamasının AH Plus ile kullanıldığında bağlanma başarısını artırabileceğini göstermektedir.

5.3. Birincil Tedavi İçin Kurulama Prosedürleri ve Kesitlerde Patların Karşılaştırılması

Birincil tedavi için kurulama prosedürleri ve kesitler sabit tutularak AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patlarının bağlanım dayanımları karşılaştırılmıştır.

Paper point kurulama protokolü uygulananlarda apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus patı uygulananların bağlanım dayanımları AH Plus Biyoseramik uygulananlardan daha yüksektir. Mann Whitney U testi sonucu tüm kesitlerde p değerleri 0,05 'in altında çıkmış olsa da Bonferroni düzeltmesi sonucu anlamlılık sadece koronal kesitte istatistiksel olarak önemli düzeye ulaşmıştır (koronal kesit için bonferroni düzeltmesi ile $p<0,00416$).

EndoVac, Ethanol ve İrrigasyon iğnesi protokollerinde apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus AH Plus Biyoseramik patı kullanılanların bağlanım dayanımları farklı değildir (tüm karşılaştırmalar için $p>0,00416$).

Genel olarak incelendiğinde EndoVac – Koronal ve Ethanol-Koronal dışında tüm kurulama protokollerinde ve kesitlerde AH Plus patı uygulananlarda bağlanım dayanımları ortancalarının AH Plus Biyoseramik'e göre daha yüksek olduğu, özellikle farkın Paper Point'te ve ardından EndoVac'ta gözlemlendiği saptanmış olmakla birlikte istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmadığı sonucuna varılmıştır.

Tablo 5.3. Tekrarlayan kanal tedavisinde kullanılan AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kök kanal patlarının, dört farklı kurulum prosedürü (Paper Point, EndoVac, Ethanol, İrrigasyon İğnesi) altında apikal, orta ve koronal bölgelerdeki bağlanma dayanımı değerleri (MPa)

	Tekrarlayan Tedavi							
	AH Plus				AH Plus Biyoseramik			
	Apikal	Orta	Koronal		Apikal	Orta	Koronal	
				P - değeri ^{1,5}				P - değeri ^{2,5}
Paper Point	2,90 (1,78-7,23)	2,41 (1,51-4,67)	2,39 (1,22-3,50)	p=0,920	2,34 (0,05-7,49)	0,41 (0,02-2,16)	0,79 (0,62-5,38)	p=0,779
EndoVac	0,35 (0,04-1,62) ^{a,b}	0,76 (0,08-3,49) ^a	2,72 (1,56-4,67) ^b	p<0,001	10,28 (0,52-16,34)	0,44 (0,02-1,89)	2,17 (0,51-3,68)	p=0,144
Ethanol	11,04 (4,04-16,67) ^{a,b}	0,61 (0,49-3,85) ^a	1,65 (0,24-3,49) ^b	p=0,005	9,15 (1,55-20,79)	1,08 (0,02-7,79)	0,31 (0,02-0,97)	p=0,014
Irrigasyon İğnesi	4,47 (2,95-9,48) ^a	0,02 (0,00-0,07) ^a	1,38 (0,02-3,84)	p<0,001	1,69 (0,46-5,88) ^{a,b}	0,02 (0,02-0,05) ^a	0,02 (0,02-0,02) ^b	p=0,002
P - değeri ^{3,6}	p<0,001	p<0,001	p=0,269	P- değeri ^{4,6}	p=0,072	p=0,032	p<0,001	

a, b ve c indisleri kurulum prosedürleri içinde kesit karşılaştırılmaları için kullanılmaktadır. a: Apikal ile Orta arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$), b: Apikal ile Koronal arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$), c:Orta ile Koronal arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$).

¹Tekrarlayan tedavide AH Plus patı uygulananlarda her bir kurulum prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması, ²Tekrarlayan tedavide AH Plus Biyoseramik patı uygulananlarda her bir kurulum prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması, ³Tekrarlayan tedavide AH Plus Biyoseramik patı uygulananlarda her bir kurulum prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması, ⁵ Friedman Testi, Bonferroni düzeltmesine göre $p<0,00625$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.⁶Kruskal Wallis Testi, Bonferroni düzeltmesine göre $p<0,00833$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bu tabloda tekrarlayan kanal tedavilerinde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kök kanal patlarının dört farklı kurutma protokolü altında apikal, orta ve koronal kesitlerde gösterdiği bağlanma dayanımları değerlendirilmiştir. AH Plus kullanılan gruplarda, kurutma prosedürüne bağlı olarak bölgesel farklılıkların daha belirgin olduğu gözlenmiş, özellikle EndoVac, Ethanol ve İrrigasyon iğnesi ile yapılan kurutma sonrası bağlanma dayanımlarında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p<0,001$). Biyoseramik pat gruplarında ise, sadece Ethanol ve İrrigasyon iğnesi ile anlamlı bölgesel farklar saptanmıştır. Patlar arası karşılaştırmada ise apikal ve orta bölgelerde anlamlı farklılıklar gözlenmiş (sırasıyla $p<0,001$), AH Plus'ın bu bölgelerde Biyoseramik patlara kıyasla daha yüksek bağlanma dayanımı sunduğu belirlenmiştir. Bu veriler, kök kanal tedavisinde hem kurutma protokolü seçiminin hem de kullanılan kanal patının bağlanma başarısı üzerinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

5.4. Tekrarlayan tedavide AH Plus patı uygulananlarda her bir kurulum protokolü için kesitlerin karşılaştırılması

Tekrarlayan tedavide AH Plus patı ile Paper Point kurulum protokolü uygulananlarda kesitler arasında bağlanma dayanımı değerleri farklı değildir. (Bonferroni düzeltmeli $p>0,00625$).

Tekrarlayan tedavide AH Plus patı ile EndoVac uygulananlarda apikalde bağlanma dayanımı orta ve korondan düşüktür ($p<0,05$). Tekrarlayan tedavide AH Plus patı ile Ethanol uygulananlarda apikalde bağlanma dayanımı orta ve korondan yüksektir ($p<0,05$). İrrigasyon iğnesi uygulananlarda ise apikalde bağlanma dayanımları orta kesittekinden yüksektir ($p<0,05$).

5.5. Birincil tedavide AH Plus Biyoseramik patı uygulananlarda her bir kurulum prosedürü için kesitlerin karşılaştırılması

Tekrarlayan tedavide AH Plus Biyoseramik patı ile Paper Point, EndoVac ve Ethanol kurulum prosedürü uygulananlarda kesitler arasında bağlanma dayanımı değerleri farklı değildir (Bonferroni düzeltmeli $p>0,00625$).

Tekrarlayan tedavide AH Plus Biyoseramik patı İrrigasyon İğnesi kurulum prosedürü uygulananlarda apikal kesitte bağlanım dayanımları orta ve koronal kesitlerden yüksektir (tüm karşılaştırmalar için $p<0,05$) (Tablo 5.3).

5.6. Tekrarlayan tedavide kurulum protokollerinin karşılaştırılması

Tekrarlayan tedavi grubunda patlar ve kesitler sabit tutularak kurulum prosedürlerinde bağlanma dayanımları Kruskal Wallis Varyans Analizi ile karşılaştırılmış ve bonferroni düzeltmesine göre $p<0,00833$ olan değerler istatistiksel olarak farklı kabul edilmiştir.

AH Plus patı kullanıldığında Apikal kesitinde kurulum protokollerini arasında bağlanım dayanımları bakımından fark vardır ($p<0,00833$). Ethanol ve İrrigasyon İğnesindekilerden daha düşüktür (her iki karşılaştırma için $p<0,05$). AH Plus patı kullanıldığında orta kesitte kurulum prosedürleri arasında bağlanım dayanımları

bakımından fark vardır (Bonferroni düzeltmesi ile $p<0,00833$). İrrigasyon İğnesi prosedüründe bağlanma dayanımları Ortanca (Medyan)'ları diğer üç prosedürden düşüktür (tüm karşılaştırmalar için $p<0,00833$). AH Plus patı kullanıldığında koronal kesitinde kurulum prosedürleri arasında bağlanım dayanımları bakımından fark yoktur (Bonferroni düzeltmesi ile $p>0,00833$).

AH Plus Biyoseramik patı kullanıldığında apikal ve orta kesitinde kurulum prosedürleri arasında bağlanım dayanımları bakımından fark yoktur (her iki karşılaştırma için Benferroni düzeltmesi ile $p>0,00833$). Koronal kesitte ise fark istatistiksel olarak anlamlıdır. İrrigasyon iğnesi, Paper Point ve EndoVac'tan daha düşük bağlanma dayanımı değerine sahiptir (tüm karşılaştırmalar için $p<0,05$).

Tablo 5.4. Farklı kurutma protokolleri (Paper Point, EndoVac, Ethanol, İrrigasyon İğnesi) kullanıldığında AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kök kanal patlarının, apikal, orta ve koronal kesitlerde gösterdiği bağlanma dayanımı değerleri (Mpa)

Kurulum Prosedürleri	Kesitler	Pat türü		p-değeri ^{1,2}
		AH Plus	AH Plus Biyoseramik	
Paper Point	Apikal	2,90 (1,78-7,23)	2,34 (0,05-7,49)	p=0,713
	Orta	2,41 (1,51-4,67)	0,41 (0,02-2,16)	p=0,024
	Koronal	2,39 (1,22-3,50)	0,79 (0,62-5,38)	p=0,755
EndoVac	Apikal	0,35 (0,04-1,62)	10,28 (0,52-16,34)	p=0,004
	Orta	0,76 (0,08-3,49)	0,44 (0,02-1,89)	p=0,514
	Koronal	2,72 (1,56-4,67)	2,17 (0,51-3,68)	p=0,198
Ethanol	Apikal	11,04 (4,04-16,67)	9,15 (1,55-20,79)	p=0,630
	Orta	0,61 (0,49-3,85)	1,08 (0,02-7,79)	p=0,671
	Koronal	1,65 (0,24-3,49)	0,31 (0,02-0,97)	p=0,052
İrrigasyon İğnesi	Apikal	4,47 (2,95-9,48)	1,69 (0,46-5,88)	p=0,017
	Orta	0,02 (0,00-0,07)	0,02 (0,02-0,05)	p=0,319
	Koronal	1,38 (0,02-3,84)	0,02 (0,02-0,02)	p=0,017

¹Tekrarlayan tedavide kurulum prosedürü ve kesitler sabit tutularak AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı uygulananlarda bağlanım dayanımlarının karşılaştırılması, ² Mann Whitney U Testi, Bonferroni düzeltmesine göre $p<0,00416$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

AH Plus, orta ve koronal kesitlerde, özellikle Paper Point ve İrrigasyon iğnesi ile anlamlı şekilde daha yüksek bağlanma sağlamıştır. AH Plus Biyoseramik patı, sadece EndoVac + Apikal kesitte anlamlı üstünlük göstermiştir. Ethanol ile her iki pat da yüksek apikal bağlanma sağlamış ancak aralarında istatistiksel fark bulunmamıştır. Orta kesitte Paper Point ile elde edilen fark, AH Plus lehine istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0.024$). Koronal kesitte AH Plus'ın irrigasyon iğnesi ile elde ettiği fark da anlamlıdır ($p=0.017$).

Bu tabloda dört farklı kurutma protokolü kullanılarak, AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kök kanal patlarının bağlanma dayanımları kesitsel düzeyde karşılaştırılmıştır. AH Plus gruplarında özellikle İrrigasyon iğnesi ve Paper point kullanımı ile orta ve koronal bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bağlanma dayanımı elde edilmiştir. Buna karşın, AH Plus Biyoseramik yalnızca EndoVac ile apikal bölgede anlamlı üstünlük göstermiştir ($p=0,004$). Ethanol ile her iki patta da yüksek apikal bağlanma değerleri elde edilmiş olmasına rağmen, aralarındaki fark anlamlı bulunmamıştır. Bu veriler, hem kullanılan kurutma protokolünün hem de kanal patı türünün bölgesel bağlanma başarısı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir.

5.7. Tekrarlayan Tedavi İçin Kurulama Prosedürleri ve Kesitlerde Patların Karşılaştırılması

Tekrarlayan tedavi için kurulama prosedürleri ve kesitler sabit tutularak AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patlarının bağlanım dayanımları karşılaştırılmıştır.

Paper Point, Ethanol ve İrrigasyon iğnesi prosedürlerinde apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus AH Plus Biyoseramik patı kullanılanların bağlanım dayanımları farklı değildir (tüm karşılaştırmalar için $p>0,00416$).

EndoVac kurulama prosedürü uygulananlarda orta ve koronal kesitlerde AH Plus patı kullanılanların bağlanım dayanımları farklı değilken apikalde AH Plus Biyoseramik patının bağlanma dayanımı yüksektir (apikal kesit için bonferroni düzeltmesi ile $p<0,00416$).

Genel olarak incelendiğinde bağlanma dayanımlarının AH Plus ve AH Plus Biyoseramik'te farklılık göstermediği bazı prosedür ve kesitlerde AH Plus bazı prosedür ve kesitlerde ise AH Plus Biyoseramik daha yüksek değer aldığı gözlenmiştir.

5.8. Birincil ve Tekrarlayan Tedavilerin Bağlanma Dayanımlarının Karşılaştırılması

Tablo 5.5. Birincil ve tekrarlayan kanal tedavilerinde, farklı kurutma prosedürlerinin (Paper Point, EndoVac, Ethanol, İrrigasyon iğnesi) etkisi altında, AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kök kanal patlarının apikal, orta ve koronal kesitlerdeki bağlanma dayanımları

Kanal Patı	Kurulama Prosedürü	Birincil Tedavi –Tekrarlayan tedavi		
		Apikal p-değeri	Orta p-değeri	Koronal p-değeri
AH Plus	Paper Point	0,932	0,007	<0,001
	EndoVac	0,001	0,590	0,005
	Ethanol	0,006	0,843	0,020
	İrrigasyon İğnesi	0,045	<0,001	0,630
AH Plus Biyoseramik	Paper Point	0,843	1,000	<0,001
	EndoVac	0,128	0,755	0,068
	Ethanol	0,078	0,671	0,887
	İrrigasyon İğnesi	0,799	<0,001	0,012

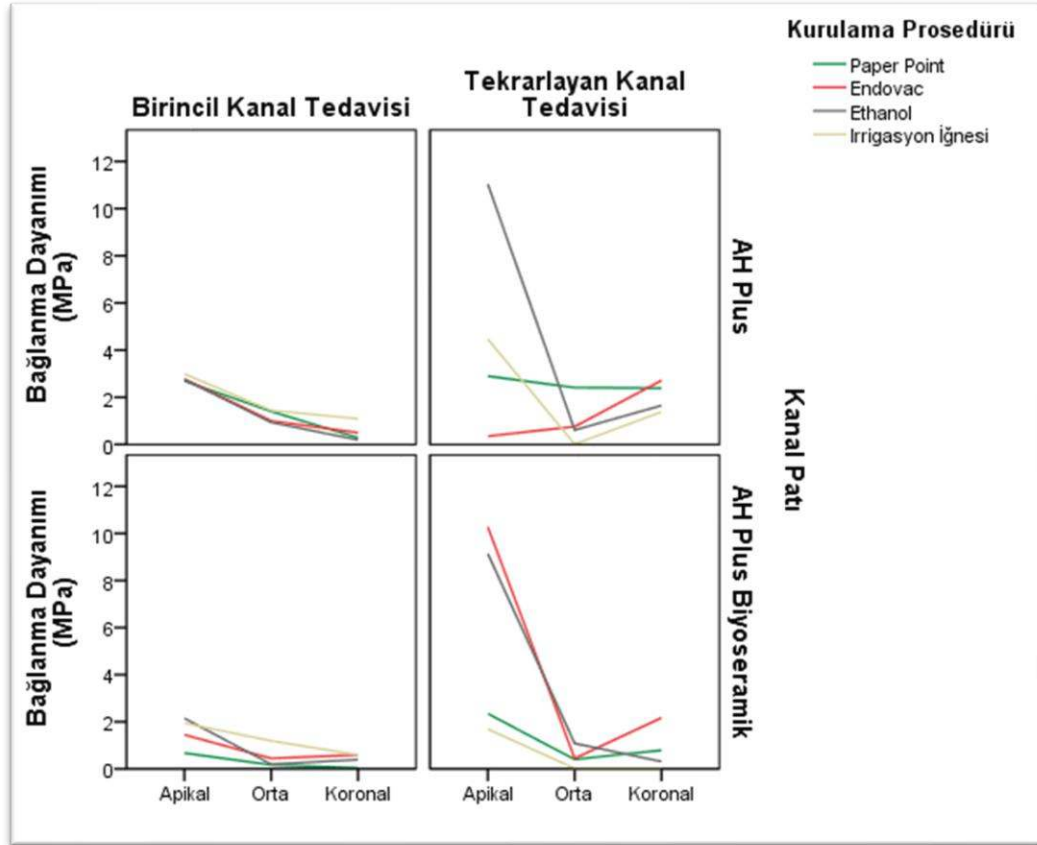
¹Kanal patı, kurulama prosedürü ve kesitler sabit tutularak Birincil ve tekrarlayan tedavilerin bağlanma dayanımlarının karşılaştırılması, ² Mann Whitney U Testi, Bonferroni düzeltmesine göre p<0,00208 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Birincil ve tekrarlayan tedavilerin bağlanma dayanımları Bonferroni düzeltmesi sonunda anlamlı çıkan durumlar kalın punto (Bold) ile gösterilmiştir.

Bu tabloda farklı kurulama protokollerinin, AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kök kanal patlarının birincil ve tekrarlayan tedavilerdeki bağlanma dayanımı üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. AH Plus kullanılan gruplarda, bağlanma dayanımı açısından hem apikal hem de koronal bölgelerde kurutma protokolüne göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir. Özellikle EndoVac ve Ethanol gibi negatif basınç veya uçucu solvent temelli protokoller, apikal ve koronal bölgede daha etkili sonuçlar ortaya koymuştur. Buna karşılık, AH Plus Biyoseramik patlarında apikal ve orta bölgelerde belirgin bir fark gözlenmezken, koronal bölgede özellikle İrrigasyon iğnesi ve Paper point kullanımıyla anlamlı farklar elde edilmiştir. Bu veriler, seçilen kurutma protokolünün hem

kullanılan kanal patı hem de kesitsel düzeyle etkileşim içinde olduğunu ve kanal patının etkinliğini doğrudan etkileyebileceğini göstermektedir.

AH Plus kullanılan kurulum prosedürleri, özellikle orta ve koronal bölgede daha fazla anlamlı fark göstermektedir. Bu da kurulum yöntemi seçiminde dikkatli olunması gerektiğini gösterir. AH Plus Biyoseramik patı ile, sadece bazı bölgelerde (örneğin koronal – Paper Point, Orta – Irrigasyon İğnesi) anlamlı farklar gözlenmiştir. Bu durum, biyoseramik materyallerin farklı bölgelerde daha stabil sonuçlar verebileceği şeklinde yorumlanabilir. Apikal bölgedeki farkların çoğunlukla istatistiksel olarak anlamsız olması, bu bölgenin prosedürden daha az etkilenebileceğini düşündürmektedir.



Şekil 5.1. Kurulum prosedürlerinin bağlanma dayanımlarına göre değişimlerinin gösterildiği grafik (ortanca değerler kullanılarak çizilmiştir)

Grafikte, farklı kurulum prosedürlerinin (Paper Point, EndoVac, Ethanol, Irrigasyon İğnesi) iki farklı kök kanal patı (AH Plus ve AH Plus Biyoseramik) ile hem **birincil kök kanal tedavisi** hem de **tekrarlayan kanal tedavisinde apikal, orta ve koronal bölgelerdeki bağlanma dayanımı (MPa)** üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır.

Bulgular, genel olarak apikal bölgede bağlanma dayanımının daha yüksek olduğunu ve koronal bölgeye doğru anlamlı bir azalma eğilimi olduğunu göstermektedir. Tekrarlayan tedavilerde, özellikle AH Plus ile ethanol kullanımının apikal bölgede istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bağlanma dayanımı sağladığı gözlemlenmiştir. AH Plus Biyoseramik patı ile Paper Point ve EndoVac gibi kurutma yöntemleri, özellikle apikal bölgede daha tutarlı ve yüksek bağlanma değerleri sunmuştur. Bu veriler, kurulum protokolü seçiminin, kullanılan kanal patı ve tedavi tipi ile birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

5.9. Hata Analizi

Tablo 5.6. Paper-point ile kurutulan örneklerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patlarının bağlanma dayanımı açısından hata tipleri dağılımı

Kurulum Prosedürleri	Kesit	Hata Analizi	Birincil Tedavi			Tekrarlayan tedavi			p-değeri ³	p-değeri ⁴
			AH Plus	AH Plus Biyoseramik	p-değeri ¹	AH Plus	AH Plus Biyoseramik	p-değeri ²		
Paper Point	Apikal	Adeziv	0 %0,0	0 %0,0	0,653	0 %0,0	2 %16,7	0,319	0,041	0,203
		Koheziv	3 %25,0	4 %33,3		8 %66,7	6 %50,0			
		Karışık	9 %75,0	8 %66,7		4 %33,3	4 %33,3			
	Orta	Adeziv	1 %8,3	4 %33,3	0,304	0 %0,0	0 %0,0	0,682	0,089	0,024
		Koheziv	2 %16,7	1 %8,3		7 %58,3	6 %50,0			
		Karışık	9 %75,0	7 %58,3		5 %41,7	6 %50,0			
	Koronal	Adeziv	1 %8,3	0 %0,0	0,574	2 %16,7	1 %8,3	0,801	0,526	0,684
		Koheziv	4 %33,3	5 %41,7		6 %50,0	6 %50,0			
		Karışık	7 %58,3	7 %58,3		4 %33,3	5 %41,7			

Tüm karşılaştırmalar Fisher Freeman Halton Exact test kullanılarak yapılmıştır.

¹ Birincil tedavi uygulananlarda kurulum prosedürü ve kesit sabit tutulduğunda AH Plus ve AH Plus Biyoseramik karşılaştırması, ² Tekrarlayan tedavi uygulananlarda kurulum prosedürü ve kesit sabit tutulduğunda AH Plus ve AH Plus Biyoseramik karşılaştırması, ³ Kurulum prosedürü ve kesit sabit tutulduğunda AH Plus Patı için Birincil ile Tekrarlayan tedavi karşılaştırması, ⁴ Kurulum prosedürü ve kesit sabit tutulduğunda AH Plus Biyoseramik Patı için Birincil ile Tekrarlayan tedavi karşılaştırması

Bu tabloda dört farklı kurulum protokolünün (EndoVac, Paper Point, İrrigasyon iğnesi ve Ethanol) AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kök kanal patlarının bağlanma başarısı üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. AH Plus gruplarında özellikle koronal

bölgede koheziv hata oranları anlamlı derecede yüksek bulunmuş, bu durum dentin ile materyal arasındaki mekanik bağın kuvvetli olduğunu göstermektedir. Buna karşın, AH Plus Biyoseramik gruplarında karışık hata oranlarının daha baskın olması, bağlanmanın hem mekanik hem de kimyasal olarak daha zayıf olabileceğini düşündürmektedir. İrrigasyon iğnesiyle yapılan kurulumada birincil tedavide koronal kesitte adeziv hata açısından anlamlı fark saptanmış ($p=0.042$), benzer şekilde ethanol ile yapılan kurutmada tekrarlayan tedavide koronal kesitte anlamlı farklılık görülmüştür ($p=0.013$). Bu bulgular, kurulum protokolünün bağlanma tipi ve başarısı üzerinde önemli etkileri olabileceğini ortaya koymakta ve özellikle ethanol ve EndoVac protokollerinin adeziv hataları azaltmada daha etkin olabileceğini düşündürmektedir.

Birincil tedavide Paper Point prosedürü uygulananlarda apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı kullanılanlarda hata oranları karşılaştırılmış ve fark bulunmamıştır (apikal, orta ve koronal kesitler için $p>0,05$).

İkincil tedavide Paper Point prosedürü uygulananlarda apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı kullanılanlarda hata oranları karşılaştırılmış ve fark bulunmamıştır (apikal, orta ve koronal kesitler için $p>0,05$).

Paper point uygulananlarda Apikal kesitte AH Plus için birincil ve tekrarlayan tedavide hata oranları farklıdır ($p=0,041$). Birincil tedavide AH Plus'ta karışık ve koheziv eşitken, tekrarlayan tedavide koheziv olanların oranı daha yüksektir (%66,7).

EndoVac uygulananlarda Orta kesitte AH Plus Biyoseramik için birincil ve tekrarlayan tedavide hata oranları farklıdır ($p=0,024$). Birincil tedavide AH Plus biyoseramikte karışık ve koheziv eşitken; adeziv bulunmamaktadır.

Tablo 5.7. EndoVac ile kurutulmuş örneklerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patlarının bağlanma dayanımı açısından hata tipleri dağılımı

			Birincil Tedavi			Tekrarlanan tedavi				
Kur. Pro.	Kesit	HATA ANALİZİ	AH Plus	AH Plus Biyoseramik	p-değeri ¹	AH Plus	AH Plus Biyoseramik	p-değeri ²	p-değeri ³	p-değeri ⁴
Endo Vac		Adeziv	1 16,7%	1 8,3%	1,000	0 0%	0 0%	,667	,582	,214
	Apikal	Koheziv	5 41,7%	5 41,7%		7 58,3%	9 75%			
		Karışık	5 41,7%	6 50,0%		5 41,7%	3 25,0%			
		Adeziv	0 0,0%	1 8,3%	,684	0 %0,0	1 8,3%	,100	1,000	,822
	Orta	Koheziv	7 58,3%	5 41,7%		8 66,7%	3 25,0%			
		Karışık	5 41,7%	6 41,7%		4 33,3%	12 50,0%			
		Adeziv	0 0%	0 0%	1,000	1 8,3%	0 0,0%	,069	,027	,682
	Koronal	Koheziv	5 41,7%	5 41,7%		10 83,3%	6 50,0%			
		Karışık	7 58,3%	7 58,3%		1 8,3%	6 50,0%			

AH Plus gruplarında özellikle koronal bölgede koheziv hata oranları anlamlı derecede yüksek bulunmuş, bu durum dentin ile materyal arasındaki mekanik bağın kuvvetli olduğunu göstermektedir. Buna karşın, AH Plus Biyoseramik gruplarında karışık hata oranlarının daha baskın olması, bağlanmanın hem mekanik hem de kimyasal olarak daha zayıf olabileceğini düşündürmektedir. İrrigasyon iğnesiyle yapılan kurutmada birincil tedavide koronal kesitte adeziv hata açısından anlamlı fark saptanmış ($p=0.042$), benzer şekilde etanol ile yapılan kurutmada tekrarlayan tedavide koronal kesitte anlamlı farklılık

görülmüştür ($p=0.013$). Bu bulgular, kurutma protokolünün bağlanma tipi ve başarısı üzerinde önemli etkileri olabileceğini ortaya koymakta ve özellikle **ethanol** ve EndoVac protokollerinin adeziv hataları azaltmada daha etkin olabileceğini düşündürmektedir.

Birincil tedavide EndoVac uygulananlarda apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı kullanılanlarda hata oranları karşılaştırılmış ve fark bulunmamıştır (apikal, orta ve koronal kesitler için $p>0,05$).

İkincil tedavide EndoVac prosedürü uygulananlarda apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı kullanılanlarda hata oranları karşılaştırılmış ve fark bulunmamıştır (apikal, orta ve koronal kesitler için $p>0,05$).

EndoVac uygulananlarda apikal kesitte AH Plus için birincil ve tekrarlayan tedavide hata oranları farklıdır. Birincil tedavide AH Plus'ta karışık ve koheziv eşitken, tekrarlayan tedavide koheziv olanların oranı daha yüksektir (%66,7).

EndoVac uygulananlarda Orta kesitte AH Plus Biyoseramik için birincil ve tekrarlayan tedavide hata oranları farklıdır. Birincil tedavide AH Plus Biyoseramik'te karışık ve koheziv eşitken; adeziv bulunmamaktadır.

Tablo 5.8. Ethanol ile kurutulmuş örneklerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patlarının bağlanma dayanımı açısından hata tipleri dağılımı

			Birincil Tedavi			Tekrarlanan tedavi				
Kur. Pro.	Kesit	HATA ANALİZİ	AH Plus	AH Plus Biyoseramik	p-değeri ¹	AH Plus	AH Plus Biyoseramik	p-değeri ²	p-değeri ³	p-değeri ⁴
Ethanol		Adeziv	3 25,0%	2 16,7%	1,000	0 0%	1 8,3%	,667	,063	,742
	Apikal	Koheziv	4 33,3%	5 41,7%		9 75,0 %	7 58,3%			
		Karışık	5 41,7%	5 41,7		3 25,0%	4 %33,3			
		Adeziv	2 16,7%	2 16,7%	,569	1 8,3%	1 8,3%	,810	,373	,500
	Orta	Koheziv	7 58,3%	4 33,3%		4 33,3%	2 16,7%			
		Karışık	3 25,0%	6 50,0%		7 58,3%	9 75,0%			
		Adeziv	0 0%	0 0%	,682	0 0%	0 0%	,013	,193	,219
	Koronal	Koheziv	6 50,0%	7 58,3%		10 83,3%	4 33,3%			
		Karışık	6 50,0%	5 41,7%		2 16,7%	8 66,7%			

Bu tabloda ethanol kurutma protokolünün, AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kök kanal patları ile farklı kesitlerdeki bağlanma hata tipleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Birincil tedavi grubunda apikal kesitte her iki patta da benzer oranlarda karışık hata görülmüş, koheziv hata oranı ise hafifçe Biyoseramik grupta daha yüksek bulunmuştur. Orta kesitte AH Plus, daha yüksek oranda koheziv hata gösterirken, Biyoseramik grup karışık hatalarda daha baskındı. Koronal bölgede her iki grupta da koheziv ve karışık hatalar benzer oranlarda bulunmuş, adeziv hataya rastlanmamıştır.

Retreatment grubunda apikal bölgede koheziv hata tipi baskınken, karışık hata Biyoseramik grupta daha fazlaydı. Özellikle koronal kesitte AH Plus grubunda koheziv hata oranı %83,3'e kadar çıkarken, Biyoseramik grupta karışık hataların daha belirgin olması dikkat çekicidir. Koronal kesitte gözlenen bu dağılım, Biyoseramik patların daha az mekanik bağlanma sağladığını, daha çok yüzeyde tutunmaya dayalı bir bağlanma şekline yöneldiğini düşündürülebilir. Ancak genel olarak, istatistiksel olarak anlamlı farklılık yalnızca birkaç kesitte sınırlı kalmıştır.

Tablo 5.9. İrrigasyon iğnesi ile kurutulmuş örneklerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patlarının bağlanma dayanımı açısından hata tipleri dağılımı

Kurulama. Protokolü	Kesit	HATA ANALİZİ	Birincil Tedavi			Tekrarlanan tedavi			p-değeri ³	p-değeri ⁴
			AH Plus	AH Plus Biyoseramik	p-değeri ¹	AH Plus	AH Plus Biyoseramik	p-değeri ²		
İrrigasyon iğnesi		Adeziv	0 0%	1 8,3%	,667	0 0%	1 8,3%	,400	,400	,291
	Apikal	Koheziv	9 75,0%	7 58,3%		6 50,0%	3 25,0%			
		Karışık	3 25,0%	4 33,3%		6 50,0%	8 66,7%			
		Adeziv	1 8,3%	0 0%	,220	1 8,3%	0 0%	1,000	,684	1,000
	Orta	Koheziv	4 33,3%	8 66,7%		7 58,3%	7 58,3%			
		Karışık	7 58,3%	4 33,3%		4 33,3%	5 41,7%			
		Adeziv	1 8,3%	2 16,7%	,042	0 0%	0 0%	,069	,590	,240
	Koronal	Koheziv	9 75,0%	3 25,0%		11 91,7%	6 50,0%			
		Karışık	2 16,7%	7 58,3%		1 8,3%	6 50,0%			

Bu tabloda, birincil ve tekrarlayan kanal tedavilerinde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patlar ile elde edilen bağlanma hata tiplerinin dağılımı değerlendirilmiştir. Apikal kesitte her iki tedavi grubunda da koheziv hataların baskın olduğu, koronal kesitte ise AH Plus Biyoseramik patta karışık hata tiplerinin daha sık gözlemlendiği belirlenmiştir. Özellikle koronal kesitte adeziv hata oranı AH Plus'ta anlamlı derecede düşük bulunmuş olup ($p=0.042$), bu durum AH Plus'ın bu bölgede daha iyi bir adeziv bağlanma sunduğunu düşündürmektedir. Tekrarlayan tedavi grubunda ise AH Plus'ın koronal bölgede daha yüksek oranlarda koheziv hata göstermesi, bu patın dentin ile daha güçlü mekanik bağ oluşturduğunu işaret etmektedir.

Birincil tedavide Ethanol uygulananlarda Apikal, Orta ve Koronal kesitlerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı kullanılanlarda hata oranları karşılaştırılmış ve fark bulunmamıştır (apikal, orta ve koronal kesitler için $p>0,05$).

İkincil tedavide Ethanol prosedürü uygulananlarda apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı kullanılanlarda hata oranları karşılaştırılmış ve fark bulunmamıştır (apikal, orta ve koronal kesitler için $p>0,05$).

Ethanol uygulananlarda Apikal kesitte AH plus için birincil ve tekrarlayan tedavide hata oranları farklıdır. Birincil tedavide AH Plus'ta koheziv ve karışık başarısızlık adeziv başarısızlıktan fazladır, tekrarlayan kök kanal tedavisinde tüm kesitlerde koheziv daha fazladır.

Ethanol uygulananlarda orta kesitte AH Plus Biyoseramik için Birincil ve tekrarlayan kök kanal tedavisinde hata oranları farklıdır. Birincil tedavide orta kesitte AH Plus Biyoseramikte karışık en fazladır.

Birincil tedavide İrrigasyon İğnesi uygulananlarda apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı kullanılanlarda hata oranları karşılaştırılmış ve fark bulunmamıştır (Apikal, Orta ve Koronal kesitler için $p>0,05$).

İkincil tedavide İrrigasyon İğnesi uygulananlarda apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı kullanılanlarda hata oranları karşılaştırılmış ve fark bulunmamıştır (apikal, orta ve koronal kesitler için $p>0,05$).

İrrigasyon iğnesi uygulanlarda apikal kesitte AH Plus için birincil ve tekrarlayan kök kanal tedavisinde hata oranları farklıdır. Birincil tedavide apikalde AH Plus'ta koheziv karışıktan daha yüksektir ve adeziv başarısızlık sıfırdır. Tekrarlayan kök kanal tedavisinde AH Plus'ta apikalde karışık ve koheziv eşittir.

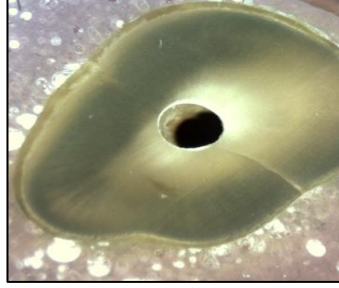
İrrigasyon iğnesi uygulananlarda orta kesitte AH Plus Biyoseramik için birincil ve tekrarlayan tedavide hata oranları farklıdır. Birincil tedavide orta kesitte AH Plus Biyoseramik'te ve AH Plus'ta karışık en fazladır.

5.10. Hata Analizi İncelemelerinde Kullanılan Mikroskop Görüntüleri

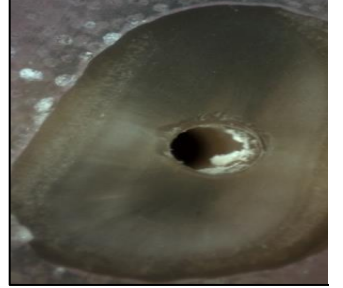
5.10.1. Birincil tedavi



Adeziv Hata



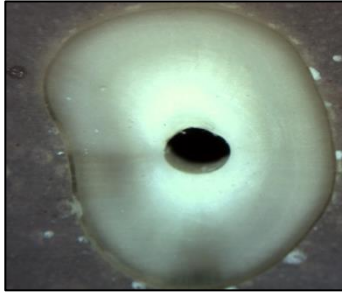
Koheziv Hata



Karışık Hata

Şekil 5.2. Birincil tedavideki mikroskop görüntüleri

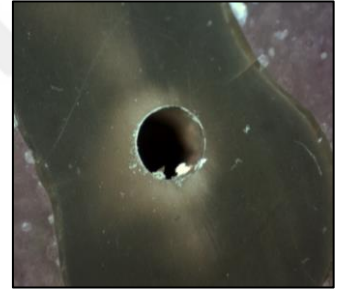
5.10.2. İkincil Tedavi



Adeziv Hata



Koheziv Hata



Karışık Hata

Şekil 5.3. İkincil tedavideki mikroskop görüntüleri

6. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinin amacı, kök kanal sistemini sızdırmaz bir şekilde doldurarak kök kanalının yeniden enfekte olmasını önlemektir. Üç boyutlu sızdırmaz bir kök kanal dolgusu ile kök kanal sistemine mikroorganizmaların invazyonu engellenmeye çalışılır (101). Kök kanal tedavisi uygulanması gereken dişlerde her prosedür, tedavi başarısı açısından kritik önem taşıdığından teknik hassasiyet çok önemlidir.

Kök kanallarının dezenfeksiyonu için mekanik preparasyon tek başına yeterli değildir. Bu nedenle kimyasal temizlik; yani kök kanallarını irrike etmek oldukça önemlidir. Bu amaçla sodyum hipoklorit (NaOCl), klorheksidin glukonat (CHX), etilendiamin tetraasetik asit (EDTA) gibi solüsyonlar kullanılmaktadır (102). Kök kanal tedavisinde preparasyon yapılırken organik ve inorganik komponentleri içeren smear tabakası adı verilen bir tabaka oluşmaktadır. Smear tabakası düzensiz amorf bir yapıdadır. Smear tabakasının kaldırılması amacıyla endodontide sıklıkla %0,5-%6 NaOCl ve %17 EDTA kombinasyonu kullanılmaktadır. Organik tabaka NaOCl yardımıyla uzaklaştırılırken, inorganik tabaka EDTA yardımıyla uzaklaştırılır (103).

Epoksi rezin bazlı kök kanal dolgu patı olan AH Plus ile ilgili birçok çalışma yapılmış olup altın standart olarak kabul edilir (104). Patın altın standart olma sebepleri; mükemmel fizikokimyasal özellikleri, biyolojik davranışı ve dentine bağlanma yeteneğidir (105).

AH Plus'ın da içinde bulunduğu epoksi rezin bazlı patlar diğer kök kanal pat türlerine kıyasla, genellikle daha akışkandır, daha uzun polimerizasyon süresine ihtiyaç duyar. Bu özellikler, patın dentin mikro düzensizliklerine nüfuz etmesine ve mikromekanik olarak birbirine kenetlenmesine yardımcı olabilir (106). AH Plus kök kanal patının kök kanal dentinine adezyonu; yalnızca mekanik bağlanmayla değil, aynı zamanda patın dentinin kollajen matrisini kimyasal olarak bağlama potansiyeline de bağlıdır (2,107). Bu özellikler, patın bağlanma kuvveti değerlerini yükseltir (54,107). AH Plus kök kanal patı, bu olumlu özelliklerine ek olarak, düşük miktarda polimerizasyon büzülmesi gösterir. Ancak hidrofobik yapısı nedeniyle nemli kök kanal duvarlarına bağlanması zorluk teşkil eder (108).

Son yıllarda üretilen biyoseramik bazlı patların; alkali pH, antibakteriyel aktivite, radyoopasite gibi çeşitli olumlu özelliklerinin yanı sıra sertleşme süresince dentin ve dolgu materyali arasındaki adezyonu doğrudan etkileyen hidroksiapatit oluşturma yetenekleri vardır (109,110).

Hem epoksi rezin hem de biyoseramik bazlı kök kanal patının ideal etkiyi gösterebilmesi için patın üreticinin kullanım talimatlarına uygun şekilde, kanal ideal neme sahipken kanala uygulanması gerekir. Bu sebeptendir ki irrigasyon sonrası etkili kurulumla protokolleri uygulandıktan sonra kanal patı uygulanmalıdır. Nem, epoksi rezin esaslı patlarda monomer dönüşümünü azaltabilir ve bu da eksik rezin polimerizasyonuna ve sonuç olarak patın bağlanma kuvvetinde bir azalmaya yol açabilir (111). Nagas ve ark.'nın (112), kök kanal patlarının push-out bağlanma kuvveti üzerine, kanal içi nem koşullarının etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında; nem derecesinin kök kanal dolgu maddelerinin radiküler dentine adezyonunu önemli ölçüde etkilediğini bulmuşlardır. Biyoseramik dolgu malzemeleri için, kanalları doldurmadan önce hafif nemli bırakmak avantajlı olabilir. Nemin bu dolgu maddeleri için bir lubrikant görevi görebileceğini ve kök kanal duvarına daha iyi adezyon sağlayabileceğini, dolayısıyla kök kanal dentininin tamamen kurutulmasının patın adezyonuna olumsuz yönde bir etkide bulunabileceğini belirtmişlerdir. Öte yandan AH Plus kök kanal patının, kök kanal sistemi tamamen kurutulduğunda bağlanma dayanımının en iyi olduğu savunulmaktadır (2).

Kök kanal tedavisinde irrigasyon sonrası kurulumla için çeşitli protokoller tanımlanmıştır. Bunlar; Paper-point, Ethanol, EndoVac, İrrigasyon İğnesi gibi yöntemlerdir (2,107,113).

Dişlerin karmaşık anatomileri nedeniyle irrigasyon solüsyonunun bir kısmı kök kanal sisteminde geride kalabilir ve bu da kullanılan endodontik patın kök kanal sistemine tam nüfuzunu bir fiziksel bariyer oluşturarak engelleyebilir. Kök kanallarını kurulumla için bu çalışmada kullandığımız paper-pointlerin nasıl kullanılacağına yönelik henüz net bir protokol belirlenmemiş olup, kök kanal dolgusundan önce kanal kurulumla işlemi için kullanılması gereken paper-point sayısı konusunda klinisyenlerin öznel yorumu devreye girmektedir (114,115).

Bu çalışmada kullandığımız kurulama protokollerinden Ethanol, karmaşık anatomili dişlerde, paper-pointlere kıyasla kök kanal patının dentin tübüllerine daha iyi nüfuz etmesini sağladığı ve bu özelliğinin kök kanal patlarının bağlanma kuvvetine olumlu şekilde yansıyabileceği belirtilmiştir (116,117).

Bu çalışmada kullandığımız başka bir sistem olan EndoVac, irrigantları çalışma uzunluğuna ulaştırmada, apikal bölgede üstün dezenfeksiyon elde etmede ve biyofilmleri kaldırmada oldukça etkili olan negatif basınçlı irrigasyon sistemidir. EndoVac, bünyesinde bulundurduğu makrokanül ve mikrokanül aracılığıyla kök kanal sistemindeki solüsyonu uzaklaştırır. Makrokanül, kanala apikal yönden maksimum derinlikte yerleştirilir. Daha sonra mikrokanül de çalışma boyuna yerleştirilip kurulama protokolü tamamlanır. Literatürde EndoVac'ın kurulama yöntemi olarak kullanıldığında push-out bağlanma dayanımını arttırdığı yönünde olumlu sonuçlar gösterilmiştir (107,118,119).

Çalışmamızda kullandığımız irrigasyon iğnesi; 30 Gauge olup, ince ucu yardımıyla kanal sisteminde irrigasyon esnasında solüsyonu apikale daha kolay taşır. İrrigasyon iğnesi, kök kanal sistemindeki nemin kurulanması için kullanılabilir. Negatif aspirasyon yoluyla irrigasyon iğnesi kök kanal sistemine yerleştirilerek solüsyon kurutulur. Literatürde irrigasyon iğnesinin kurulama yöntemi olarak kullanıldığında push-out bağlanma dayanımını arttırdığı yönünde sonuçlar gösterilmiştir (107,120,121).

Kök kanal tedavisi başarısız olduğunda 'yeniden kök kanal tedavisi' olarak adlandırılan bir prosedür uygulanır. Kök kanallarındaki kanal patı ve guta-perka uzaklaştırıldıktan sonra rutin kök kanal tedavisine benzer preparasyon ve irrigasyon protokolleri uygulanır (122,123). Ancak mikroorganizmalar birincil kök kanal tedavisine oranla çok daha dayanıklı ve tedavi etmesi güç mikrobiyal özelliktedir (124).

Yeniden kök kanal tedavisinde irrigasyon; mikroorganizmaların daha dirençli olması sebebiyle çok önemlidir (125). İrrigasyon sonrası kök kanal sisteminin yeniden enfekte olmasını önlemek ve mevcut hastalık tablosunun iyileşmesini sağlamak için kök kanallarının sızdırmaz şekilde dolumu gereklidir (126,127). Yeniden kök kanal tedavisinde de kanal patının doğru nem koşullarında uygulanması gerekir. Bu sebeple bu çalışmada push-out bağlanma dayanımı değerleri üzerine en etkili kurulama protokolünün araştırılmasına karar verilmiştir.

Kök kanal dolgularının bağlanma dayanımını değerlendirmek için en sık kullanılan yöntem push-out testidir. Push-out testi, kök kanalı dolgu patları ve adeziv materyallerin bağlanma dayanımını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu testin sonuçlarının kolay yorumlanması, kullanım kolaylığı, fazla sayıdaki numunelerde doğru sonuçların elde edilmesi ve klinik kuvvetlerin taklit edilmesi gibi avantajları bulunur. Bu avantajlarından dolayı bu çalışmada push-out bağlanma dayanımı testi tercih edilmiştir (99,128–130).

Bu çalışmada, geniş ve düzgün bir kök kanal anatomisine sahip olduğu için restorasyonsuz ve çürüksüz tek köklü ve tek kanallı mandibular ikinci premolar dişler kullanılmıştır (131,132).

İnsan dişleri ile yapılan in vitro çalışmalarda (133,134), dişlerin hemen kullanılmayıp bir süre saklanması nedeniyle dehidratasyon riski bulunmaktadır. Bu dehidratasyonu önlemek amacıyla, bu çalışmada endodontik işlemler uygulanana kadar dişler %0,1'lik timol çözeltisinde saklanmıştır (135).

Bu çalışmada kök kanallarının dolumunda standardizasyonu sağlamak için her dişte tek kon tekniği uygulanmıştır. Tek kon tekniği, kurulama protokollerinin tek başına etkisini analiz etmek ve standardizasyonu sağlamak için tercih edilmiştir (136).

Bu çalışmada tekrarlayan tedavi gruplarının birincil tedavisi yapılırken en son X3 boyutunda döner ege sistemiyle çalışılmıştır. Retreatment eğeleriyle söküm yapıldıktan sonra klinik koşulları taklit etmek için kök kanalı bir boy büyük X4 döner egesi ile prepare edilmiş ve X4 boyutunda guta-perka ile dolum yapılmıştır. Bu sayede kök kanal dolgusunun daha etkili şekilde uzaklaştırılması ve kök kanal sisteminin daha etkili dezenfeksiyonu amaçlanmıştır (137,138). Tüm deneyler tek bir operatör tarafından yapılarak operatöre bağlı hatalar önlenmiştir.

Bu çalışmada birincil kök kanal tedavisinde elde edilen bulgular incelendiğinde; birincil tedavide AH Plus patının kullanıldığı tüm kurulama prosedürü gruplarında Apikal kesitte bağlanma dayanım değerleri, orta ve koronal kesitlerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir.

De Bem ve ark.'nın (139), ultrasonik aktivasyonun dentin tübül penetrasyonu ve kök dentinine olan bağlanma dayanımı değerleri üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında, çalışmamızla uyumlu olarak AH Plus patı kullanılan gruplarda korondan apikale doğru gittikçe artan push-out bağlanma dayanımı değerleri bulmuşlardır. Chandarani ve ark. (140), AH-Plus, MTA-Fillapex and Epiphany SE kök kanal patlarının bağlanma dayanımını ölçtükleri çalışmalarında bu çalışmanın sonuçlarıyla paralel olarak yine AH Plus patı kullanılan gruplarda en fazla bağlanma dayanımı değerini apikal bölgede, en az ise koronal bölgede bulmuşlardır. Buna ek olarak Tedesco ve ark.'nın (141) Endofill, AH Plus, Sealapex ve MTA Fillapex kullanılarak endodontik kök kanal patlarının kök kanal dentinine bağlanma arayüzü ve bağlanma kuvveti değerlerini ölçtükleri çalışmalarında da çalışmamızla paralel olarak, apikal bölgede orta ve koronal bölgelere kıyasla AH Plus için daha yüksek bağlanma kuvveti değerleri bulmuşlardır. Özellikle tek kon tekniği uygulandığında, apikal bölgede daha yüksek oranda guta-perka/pat oranı oluşur ve bu da koronal bölgede daha düşük bağlanma dayanımına neden olmuş olabilir (139,142).

Literatürde bu bulgularla çelişen çalışmalar da mevcuttur. Örneğin Almousa ve ark. (143)'nın AH Plus, EndoSequence BC ve AH Plus Biyoseramik'in bağlanma dayanımını değerlendirdikleri çalışmalarında, AH Plus'ın koronal üçlüde bağlanma dayanımı en yüksek iken, orta ve apikal bölgeler bunu takip etmektedir. Chisnoiu ve ark. (144)'nın AH Plus, RealSeal ve hidroksiapatit içeren yeni, deneysel bir endodontik kök kanal patını kullanarak bağlanma dayanımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında da bulgularımızla çelişen sonuçlar bulunmuştur. AH Plus kök kanal patının apikal bölgedeki bağlanma dayanımı koronal ve orta bölgelere göre daha düşüktür. Aynı zamanda Misgar ve ark. (145)'nin EndoSequence BC, MTA FillApex, Apexit Plus ve AH Plus kök kanal patlarının push-out bağlanma dayanımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında, AH Plus'ın apikal bölgedeki bağlanma dayanımı en düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar, dentin tübül yoğunluğu ve çapındaki farklılıklara, kök kanal patının penetrasyonuna ve dentin geçirgenliğindeki bölgesel farklılıklara bağlanabilir.

Çalışmamızın sonuçları incelendiğinde, her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı olmasa da tüm kesitlerde her iki kök kanal patında da Ethanol prosedüründe bağlanım dayanım değerleri diğer kurulama protokollerine göre daha yüksektir.

Yapılan birçok çalışmada (116,117,146), kurulama protokollerinden %70 etanolün, inorganik içeriğini değiştirmeden dentinin yüzey enerjisini arttırdığını, böylece yüksek ıslanabilirlik özelliği sayesinde dolgu maddesinin bağlanmasını arttırdığı bildirilmiştir. Bu sayede kök kanal patları dentin duvarlarındaki mikrodüzensizliklere daha derinden penetre olabilir ve bu da bağlanma dayanımı değerlerine yansır. Buna ek olarak Dias ve ark.'nın (54), final irrigasyonu olarak %70 izopropil alkol kullanılarak, smear tabakası içermeyen radiküler dentine uygulanan rezin esaslı kök kanal dolgu maddelerinin bağlanma dayanımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, alkol ile kurutulan kanalların, kağıt konlarla kurutulanlara kıyasla önemli ölçüde daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri gösterdiğini bulmuşlardır. Aynı zamanda Küçükekenci ve ark. (147) da etanolün kök kanal dolgusunun push-out bağlanma kuvveti üzerindeki etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, en yüksek bağlanma değerini etanolde bulmuşlardır. Bu sonuçlar çalışmamızın bulgularıyla uyumludur ve bu bulguların sebebi alkolün, dentin ıslanabilirliğini arttırıp dolgu maddelerinin dönüşüm derecesini yükselterek adezyonunu arttırmasına bağlanabilir. Kuga ve ark.'nın (148) AH Plus kalıntılarının pulpa odası duvarlarından çıkarılmasında farklı çözücülerin etkinliğini taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, çalışmamıza paralel olarak alkolün en yüksek bağlanma dayanımı değerine sahip olmasının nedeni olarak ıslanabilirliği arttırmasını göstermişlerdir. Buna ek olarak Cardoso ve ark. (149)'nın, paper-pointle kurulama; 95% etanolle irrigasyon ve paper pointle kurulama ve 70% etanolle kurulama ve 30-gauge iğneyle kurulama protokollerini uyguladıkları ve Sealer Plus BC ve AH Plus kök kanal patlarını kullandıkları çalışmalarının sonuçlarıyla uyumludur. Bu çalışmada kurulama protokolleri arasında AH Plus'ın bağlanma dayanımı değerleri arasında fark yoktur. Ancak örneklem sayısı atılırırsa fark istatistiksel olarak anlamlı çıkabilir.

AH Plus patı kullanıldığında kurulama prosedürleri arasında bağlanım dayanımları bakımından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmamıştır.

Bu bulgu; Cardoso ve ark. (149)'nın, paper-pointle kurulama; 95% etanolle irrigasyon, paper pointle kurulama; 70% etanolle kurulama, 30-gauge iğneyle kurulama protokollerini uyguladıkları ardından Sealer Plus BC ve AH Plus kök kanal patları ile kanalları doldurdukları çalışmalarının sonuçlarıyla uyumludur. Bu çalışmada kurulama protokolleri arasında AH Plus'ın bağlanma dayanımı değerleri arasında fark yoktur. De Paula ve ark. (107)'nin farklı kök kanal dolgu patlarıyla doldurulan dişlerin apikal

sızdırmazlığı ve bağlanma dayanımı üzerinde kurulama protokollerinin etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında kök kanalları paper-point; izopropil alkol, NaviTip ile aspirasyon; %95 ethanol, paper-point; EndoVac, paper-point teknikleri uygulanarak kurulamıştır. Sonuçlar, bu çalışmanın bulgularıyla uyumludur. NaviTip ile aspirasyon; %95 ethanol, paper-point; EndoVac, paper-point teknikleri arasında istatistiksel bir fark yoktur.

Dias ve ark'nın (54), final irrigasyonu olarak %70 izopropil alkol kullanılarak, smear tabakası içermeyen radiküler dentine uygulanan rezin esaslı kök kanal dolgu maddelerinin bağlanma dayanımlarını karşılaştırdıkları çalışmaları bulgularımızla çelişmektedir. Aynı zamanda Khurana ve ark. (114)'nın %70 izopropil alkol ve paper-point ile son kurulama protokolü uygulanarak üç adet kök kanal dolgu patının bağlanma dayanımını değerlendirdiği çalışmaları da çalışmamızla çelişmektedir. Bu farklılığın sebebi izopropil kullanıldığında kök kanal dolgu patlarının dentin tübülleri ile olan bağlanma kuvvetinin ve penetrasyonun artması olabilir. Buna ek olarak Sarrafan ve ark. (113)'nin AH26, Sure-Seal Root, MTA-Fillapex ve Endoseal MTA kök kanal patlarının push-out bağlanma dayanımlarının araştırdıkları çalışmalarının sonuçları bulgularımızla çelişmektedir. Ethanol ve kağıt konla yapılan kurulama, kök kanal patlarının kök dentinine bağlanma dayanımını artırdığı sonucuna varmışlardır. Bu farklılığın sebebi, epoksi rezin esaslı kök kanal patlarının (örneğin AH Plus ve AH26) hidrofobik özelliğidir. Yani bağlanmaları için kuru bir yüzey tercih ederler. Sarrafan ve ark.'nın çalışmasında (113) bu tür bir kök kanal patı (AH26) kullanıldığında ethanol ile kurutma, en yüksek bağlanma dayanımını sağlamıştır. Çünkü ethanol, kanal içindeki artık nemi uzaklaştırarak kök kanal patının dentine daha iyi bağlanmasına olanak sağlamış olabilir. Yine bu farkın sebebi AH Plus ve AH26 arasındaki kimyasal farklılıktan kaynaklanmış olabilir. Bu durum, nemin uzaklaştırılmasının bağlanma dayanımı üzerinde belirgin bir etki yaratmaması olabilir. Sarrafan ve ark.'nın çalışmasında (113) kullanılan AH26 toz-sıvı formda bir patken, AH Plus iki patlı sistemdir. Karıştırma oranları, viskozite, akışkanlık ve polimerizasyon özellikleri farklıdır, her ikisi de epoksi rezin esaslı patlar olsa da farklı kurulama duyarlılıklarına sebep olabilir.

Bu çalışmada Paper point kurulama prosedürü uygulanan gruplarda apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus patı uygulananların bağlanım dayanımı değerleri, AH Plus Biyoseramik uygulananlardan daha yüksektir.

Literatürdeki, kurulama protokolünden bağımsız olarak farklı türde kanal patları arasındaki karşılaştırmalar incelendiğinde, paper-pointle kurutulan ve AH Plus ile doldurulan kanalların, biyoseramik patlarla doldurulan kanallara göre daha yüksek bağlanma kuvvetine sahip olduğu gösterilmiştir. Bu sonuç, rezin bazlı kanal patlarının molekülleri arasındaki uzun polimerizasyon süresi, akışkanlık ve yüksek kohezyonla açıklanabilir. Bu özellikler, patların dentin duvarlarının mikro düzensizliklerine daha derine nüfuz etmesini sağlayarak mekanik bağlanmayı ve bağlanma değerlerini artırır (54,107,112,150,151). Carvalho ve ark. (152), BC Sealer'ın biyoaktivitesini ve dentine olan mikro push-out bağlanma kuvvetini AH Plus ile karşılaştırarak değerlendirdiği çalışmalarında çalışmamızla paralel olarak AH Plus'ın bağlanma kuvveti değerleri biyoseramikten daha yüksektir. Aynı zamanda Sawsan ve ark. (153), AH Plus Biyoseramik, Biyoseramik Endosequence ve AH Plus 'ın push-out bağlanma dayanımını karşılaştırdıkları çalışmaları da çalışmamızla paralel olarak AH Plus'ın bağlanma kuvveti değerleri AH Plus Biyoseramikten daha yüksek bulmuşlardır. Bunun sebebi AH Plus'ın düşük polimerizasyon büzülmesi, düşük çözünürlük gibi üstün fiziksel özellikleri olabilir. Çalışmamız aynı zamanda Abdollahi ve ark.'nın (154), Sure-Seal Root patı, AH Plus, çinko oksit öjenol bazlı ZOE ve MTA bazlı kök kanal patı olan MTA Fillapex'in bağlanma dayanımlarının Paper-Point kullanılarak karşılaştırdıkları çalışmalarıyla uyumludur. Bu çalışmada, AH Plus tüm kesitlerde en yüksek bağlanma kuvveti değerini göstermiştir. Bu sonuçların, dentinin açığa çıkan amino gruplarıyla reaksiyona girerek güçlü kovalent bağlar oluşturma yeteneği sebebiyle olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, AH-Plus'ın diğer patların çoğunun aksine çok düşük polimerizasyon büzülmesi ve uzun vadede olumlu boyutsal stabilite göstermesine bağlı olabileceği bildirilmiştir.

Her ne kadar Paper point kurulama prosedürü uygulanan gruplarda apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus patı uygulananların bağlanım dayanımı değerleri, AH Plus Biyoseramik uygulananlardan daha yüksek olsa da bunun aksi sonuçlar gösteren çalışmalar da mevcuttur. Örneğin Alfawaz ve ark. (155)'nın BioRoot RCS, EndoSequence BC, MTA Fillapex ve AH Plus'ın push-out testi kullanarak değerlendirildiği çalışmalarında en yüksek bağlanma dayanımı değeri BioRoot RCS'de bulunmuştur. Khoury ve ark. (156)'nın AH Plus Bioceramik, TotalFill BC Sealer HiFlow ve AH Plus'ın bağlanma dayanımını karşılaştırdıkları çalışmalarında bağlanma dayanımı açısından AH Plus üstünlük göstermemiştir. Bu bulgu, kök kanal patlarının kompozisyonuna ve benzer viskozite göstermelerine bağlanabilir. Ayrıca, biyoseramik patların hidrofilik özellikleri ve nemli

ortamda daha iyi polimerizasyon göstermeleri, bazı çalışmalarda daha yüksek bağlanma dayanımı elde edilmesine katkıda bulunmuş olabilir. Çalışmamızda kullanılan Paper point ile kurutma protokolü, özellikle dentin nemliliğini azaltarak hidrofobik yapıya sahip AH Plus patı için daha uygun bir yüzey sunarken, biyoseramik patlar için ideal nem seviyesini sağlayamamış olabilir. Dolayısıyla, patların kimyasal özellikleri ile dentin yüzeyindeki nem dengesi arasındaki etkileşim, bulgular arasındaki çelişkinin temel nedenlerinden biri olabilir.

Paper-pointle kök kanalları kurutulduğunda bulunan sonuçtan farklı olarak diğer üç kurulum protokolü uygulandığında sonuç değişmiştir ve AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı arasında fark bulunamamıştır. Paper-point gruplarından farklı olarak, EndoVac, Ethanol ve İrrigasyon iğnesi prosedürlerinde apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı arasında bağlanım dayanımları açısından istatistiksel bir fark yoktur.

Bunun sebebi, bu üç kurulum protokolünün de kök kanallarında benzer nem koşulları oluşturması ve kök kanal patlarının bağlanmasına etkilerinin benzer olmasına dayandırılabilir. Özellikle EndoVac sistemi gibi negatif basınçlı irrigasyon sistemlerinin, apikal bölgede daha kontrollü bir irrigasyon ve kurutma sağlar. Ayrıca ethanol gibi uçucu çözücüler ile kurutma, dentin yüzeyinde tutarlı nemlilik seviyeleri sağlayarak hem epoksi rezin esaslı hem de biyoseramik esaslı patların bağlanma kapasitesini benzer düzeyde etkileyebilir. Bu bağlamda, kurutma prosedürünün etkisinin sınırlı kaldığı koşullarda pat türleri arasındaki bağlanma farklılıklarının belirginleşmediği söylenebilir. EndoVac, Ethanol ve İrrigasyon İğnesi protokolleri, her ne kadar benzer nem koşulları oluştursa da, bazı çalışmalarda ethanolün dentin yüzeyindeki nemi daha etkin bir şekilde uzaklaştırarak epoksi rezin esaslı patların bağlanmasını olumlu etkilediği bildirilmiştir (102). Bu çalışmalarda, Ethanolün etkisi aşırı kurutmaya neden olarak biyoseramik patın hidrasyonunu olumsuz etkileyebilirken, AH Plus gibi hidrofobik patlar için daha avantajlı bir yüzey oluşturmuş olabilir.

Birincil tedavide AH Plus Biyoseramik patı ile Paper Point, EndoVac ve Ethanol kurulum prosedürü uygulananlarda tüm kesitlerde bağlanım dayanımları farklıdır ve en yüksek değer apikal bölgede iken en düşük değer koronal bölgededir. Ancak İrrigasyon İğnesi kurulum prosedürü uygulananlarda kesitlerde bağlanım dayanımları farklı değildir.

Abdollahi ve ark.'nın (154) çalışmaları, Sure-Seal Root patının epoksi rezin kök kanal patı (AH Plus), çinko oksit öjenol bazlı ZOE ve MTA bazlı kök kanal patı (MTA Fillapex)'in bağlanma dayanımlarının karşılaştırdıkları çalışmalarıyla bulgularımız uyumludur. Tüm kök kanal patlarının dentine olan push-out bağlanma kuvvetleri korondan apikal bölgeye doğru artmıştır. Aynı zamanda Ferreira ve ark. (157)'nin AH Plus ve Guta-Flow'un push-out bağlanma kuvvetini karşılaştırdıkları çalışmalarında biyoseramik kök kanal patının bağlanma kuvveti değeri korondan apikale doğru artış göstermiştir. Apikalde, bu çalışmada uygulandığı gibi tek kon tekniğiyle obtürasyon yapıldığında bağlanma dayanımının yüksek olma sebebi friksiyonel kuvvetlerin fazla olması ve korondan dentine temasının düşük olması olabilir; aynı zamanda apikalde bağlanma dayanımının yüksek olmasının sebebi apikalde lateral kuvvetler bulunmamasına da bağlanabilir. Koronal bölge yapısı gereği daha oval olduğu için pat tabakası daha kalındır ve bu da koronal bölgedeki bağlanma dayanımının düşük olmasına sebep olarak gösterilebilir (149,158).

Almousa ve ark. (143) 'nın AH Plus, EndoSequence BC ve AH Plus Biyoseramik'in bağlanma dayanımını değerlendirdikleri çalışmalarındaki bulgular çalışmamızın bulgularıyla çelişmektedir. AH Plus Biyoseramik patında koronal üçlüde bağlanma dayanımı en yüksek iken, orta ve apikal bölgeler bunu takip etmektedir. Aynı zamanda bulgularımız Wang ve ark. (159)'nın dört biyoseramik esaslı kök kanal dolgu patının (iRoot SP, Well-Root ST, C-Root SP ve KP-Root SP) penetrasyonu, arayüz adaptasyonu ve push-out bağlanma kuvvetinin ölçüldüğü çalışmalarıyla da çelişmektedir. Orta üçlüdeki bağlanma kuvveti apikal üçlüdeki bağlanma kuvvetinden fazladır. Bulgulardaki bu farklılıklar, dentin tübül yoğunluğu ve çapındaki farklılıklara, kök kanal patının penetrasyonuna, dentin geçirgenliğindeki bölgesel farklılıklara ve dolum tekniğindeki farklılığa bağlanabilir. Aynı zamanda koronal dentin, daha geniş çaplı ve daha yoğun dentin tübüllerine sahiptir. Bu da patın daha iyi penetrasyonu ve mekanik tutunması anlamına gelir. Apikal dentin ise daha az tübül içerir, tübül çapları daha küçüktür ve bu da patın dentine nüfuz etmesini sınırlar. Sonuç olarak, mikromekanik bağlanma azalır. Apikal bölgede, özellikle dar ve eğimli kanallarda, patın düzgün ve homojen yayılması zorlaşır. Bu da boşluk oluşumu, yetersiz temas yüzeyi ve dolayısıyla daha düşük bağlanma dayanımı ile sonuçlanır. Apikal bölge, irrigasyon solüsyonlarının ve aktivasyon sistemlerinin en az etkili olduğu bölgedir. Bu da smear tabakasının yeterince

kaldırılmamasına, patın doğrudan dentinle temasının engellenmesine ve zayıf bağlanma oluşmasına neden olmuş olabilir.

Bu çalışma, tekrarlayan kök kanal tedavilerinde kurulum protokollerini farklı patlarla değerlendiren ilk çalışmadır. Literatürde sadece birincil tedavi uygulanan çalışmalar mevcuttur ve bu çalışmalarda AH Plus patının bağlanma dayanımı, AH Plus Biyoseramik patından daha yüksektir (153,154,160).

Bu çalışmada tekrarlayan kök kanal tedavisinin sonuçları incelendiğinde; Paper Point, Etanol ve İrrigasyon İğnesi prosedürlerinde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı kullanılan gruplarda bağlanma dayanım değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmamıştır. EndoVac kullanılan gruplarda ise koronal ve orta kesitlerde yine patlar arasında fark izlenmezken apikal bölgede AH Plus Biyoseramik patının bağlanma değerleri AH Plus patına göre daha yüksek izlenmiştir.

Tekrarlayan tedavide bölgesel farklılıklar incelendiğinde; AH Plus kullanılan Etanol ve İrrigasyon iğnesi grubunda apikal bölgede en yüksek değerler izlenmiştir. Paper point yönteminde bölgeler arasında fark izlenmezken, EndoVac grubunda en düşük bağlanma dayanımı apikal bölgede izlenmiştir. AH Plus Biyoseramik patı için bölgesel farklılık sadece İrrigasyon iğnesi kullanılan gruplarda görülmüş ve apikal bölgenin bağlanma dayanımı değerleri, orta ve koronal bölgelerden daha yüksek izlenmiştir.

Birincil tedavi ile kıyaslandığında AH Plus patı ile Paper point, Etanol ve İrrigasyon İğnesi yöntemleri kullanıldığında bağlanma dayanımında artış izlenirken EndoVac grubunda azalma görülmüştür. AH Plus Biyoseramik patı için ise Paper point, EndoVac ve Etanol yöntemleri patın bağlanma dayanımını artırırken, İrrigasyon İğnesi yöntemi azalmaya neden olmuştur. İzlenen değişiklikler bölgesel olarak da farklılıklar göstermiştir. Bu durum bize tekrarlayan tedavide bağlanma dayanımı sonuçlarının oldukça heterojen şekilde dağıldığını göstermektedir. Retreatment prosedürleri eski kanal dolgusunun kanaldan uzaklaştırılması, kanalın yeniden şekillendirilmesi, dezenfeksiyonu ve tekrar dolumunu içermektedir. Kanal dolgusunun uzaklaştırılması için kullanılan çözücüler kanal duvarının ve dolayısıyla bağlanma dayanımının etkilenmemesi için bu çalışmada kullanılmamıştır. Çalışmalar sadece mekanik yöntemler ile kanal dolgusunun tamamen uzaklaştırılamadığını göstermiştir. Tekrarlayan tedavide görülen bu heterojen dağılımın

nedeni eski kanal dolgusunun kök kanalından tam olarak uzaklaştırılamaması, apikal preparasyonun klinik uygulamayı taklit etmek adına arttırılması, tekrarlanan irrigasyon ile kanal duvarında meydana gelen değişiklikler ve kullanılan kurutma prosedürlerinin bu yüzey özellikleri farklılaşmış kanallardaki performanslarındaki değişiklikler olabilir (161–163).

Push-out testi sonrasında görülen hata modları incelendiğinde;

Birincil tedavide apikalde AH Plus' ta koheziv başarısızlık karışıktan daha yüksektir ve adeziv başarısızlık görülmemiştir.

Sawsan ve ark. (153), AH Plus Biyoseramik, Biyoseramik Endosequence ve AH Plus kök kanal patının push-out bağlanma dayanımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında da çalışmamızla uyumlu olarak koheziv başarısızlık en yüksek gözlemlenmiştir. Bu sonuç, patın parçacık boyutunun doğasına ve kök kanal patı içindeki boşlukların varlığına bağlanmıştır. Biyoseramikler, parçacıkların birbirleriyle birleşmesini ve daha az boşluk içermesini sağlayan küçük bir parçacık boyutuna sahiptir. AH Plus Biyoseramik'in büyük gözenekli yapısı, kırılğan bir yapı oluşturabilir ve bunun daha düşük bağlanma kuvveti değerleri ve %70 koheziv başarısızlık göstermesine sebep olabileceği bildirilmiştir. Buna ek olarak Sönmez ve ark. (164), AH Plus, MTA Fillapex ve ProRoot MTA'nın push-out bağlanma kuvveti değerlerini karşılaştırdığı çalışmalarında kanallar AH Plus, gutta-perka; MTA Fillapex, gutta-perka; ProRoot MTA şeklinde doldurulmuştur. Bu çalışmayla uyumlu olarak daha çok karışık ve koheziv başarısızlık mevcuttur. De Paula ve ark. (107)'nin çalışmalarında farklı kök kanal dolgu patlarıyla doldurulan dişlerin apikal sızdırmazlığı ve bağlanma dayanımı üzerinde kurulama protokollerinin etkisini değerlendirdiği çalışmalarında dişler paper-point; izopropil alkol, NaviTip ile aspirasyon; %95 ethanol, paper-point; EndoVac, paper-point teknikleri uygulanacak şekilde kurulanmıştır. Her grup, kullanılan kök kanal dolgu patına göre tek kon tekniği kullanılarak AH Plus, Sealapex ve MTA Fillapex'le doldurulacak şekilde alt gruplara ayrılmıştır. Çalışmamızla paralel olarak koheziv başarısızlıklar daha çok meydana gelmiştir. Bu tip başarısızlık, o bölgedeki dolgu miktarının daha fazla olmasına bağlanabilir. Khurana ve ark. (114), %70 izopropil alkol ve paper-point ile son kurulama protokolü uygulanarak üç adet kök kanal dolgu patının bağlanma dayanımını değerlendirdiği ve sonrasında başarısızlık modunu analiz ettiği çalışmalarında AH Plus, EndoSequence BC ve MTA Fillapex kullanılarak kök kanalları doldurulmuş ve dişlerin

bağlanma kuvveti ölçülmüştür. Çalışmamızın sonuçlarına uyumlu olarak en sık görülen başarısızlık, koheziv başarısızlıktır. Koheziv tip başarısızlığın sık görülme sebebi, AH Plus'un kök kanal dentinine yüksek adezyon göstermesinden ve AH Plus'ın yüksek sertliğe sahip olmasından kaynaklanıyor olabilmektedir.

Birincil tedavide AH Plus Biyoseramikte %33 oranında adeziv başarısızlık varken tekrarlayan kök kanal tedavisinde adeziv başarısızlık bulunmamaktadır.

Bu bulgu, Shokouhinejad ve ark.'nın (165), EndoSequence BC Sealer ve AH Plus'ın smear tabakasının varlığında veya yokluğunda bağlanma kuvvetlerini karşılaştırdıkları çalışmalarının sonuçlarıyla uyumludur. Bu çalışmada da koheziv başarısızlığın oranı daha fazladır. Adeziv başarısızlığın düşük yüzdesinin sebebi, her iki patın karakteristik özelliklerine bağlanabilir.

Bu bulguyla çelişen çalışmalar da mevcuttur. Örneğin Sawsan ve ark. (153), AH Plus Biyoseramik, Bioceramic Endosequence ve AH Plus'ın push-out bağlanma kuvvetini araştırdıkları çalışmalarında, AH Plus Biyoseramik ve geleneksel biyoseramik (BC)'nin bağlanma kuvveti ve başarısızlık modlarını karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, AH Plus Biyoseramik grubunda %70 oranında koheziv başarısızlık ve %30 oranında adeziv başarısızlık gözlemlendiğini göstermiştir. Bu hem birincil hem de tekrarlayan tedavilerde adeziv başarısızlıkların varlığını ortaya koymaktadır. Örneğin Jaganath ve ark.(166) AH Plus, GuttaFlow ve CeraSeal kök kanal patlarının push-out bağlanma kuvvetlerinin incelendiği çalışmalarında, AH Plus kullanılan gruplarda, pat ve ana kon arasındaki arayüzde adeziv başarısızlıkların baskın olduğu bildirilmiştir. Bu durum, özellikle birincil tedavilerde adeziv başarısızlıkların varlığını desteklemektedir. Bu çelişkinin olası sebebi birincil tedavilerde, dentin yüzeyi daha önce herhangi bir işlem görmemiş olabilir, bu da patların dentinle olan bağlanmasını etkileyebilir. Tekrarlayan tedavide ise, önceki tedaviden kalan pat kalıntıları veya dentin modifikasyonları, yeni kök kanal patının bağlanma özelliklerini değiştirebilir. Smear tabakasının varlığı veya yokluğu, patın dentinle olan bağlanmasını etkileyebilir. Tekrarlayan kök kanal tedavisi sırasında kullanılan irrigasyon ve temizleme protokolleri, smear tabakasını daha etkili bir şekilde uzaklaştırabilir, bu da adeziv başarısızlıkların azalmasına neden olabilir. AH Plus Biyoseramik, nemli ortamlarda sertleşme özelliğine sahiptir. Tekrarlayan tedavi sırasında kanalın nem durumu, patın dentinle olan bağlanmasını olumlu yönde etkileyebilir.

Birincil tedavide AH Plus'ta karışık olanların oranı yüksekken (%75), tekrarlayan kök kanal tedavisinde koheziv olanların oranı daha yüksektir (%66,7).

Sawsan ve ark. (153), AH Plus Biyoseramik, Bioceramic Endosequence ve AH Plus'ın push-out bağlanma kuvvetlerini karşılaştırdıkları çalışmaları bulgularımızla uyumludur. Sonuçlar, AHP-Bio grubunda %70 oranında koheziv başarısızlık ve %30 oranında adeziv başarısızlık olduğunu göstermiştir. Bu, özellikle tekrarlayan tedavilerde koheziv başarısızlıkların baskın olduğunu desteklemektedir. Bunun sebebi tekrarlayan kök kanal tedavisindeki prosedürel farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir. Tekrarlayan kök kanal tedavisinde kök kanal preparasyonu birincil tedaviye oranla daha fazla yapılmıştır, kök kanalları daha fazla genişletilmiştir. Birincil tedavilerde, dentin yüzeyi daha önce herhangi bir işlem görmemiş olabilir, bu da patın dentinle olan bağlanmasını etkileyebilir. Tekrarlayan kök kanal tedavisinde ise, önceki tedaviden kalan pat kalıntıları veya dentin modifikasyonları, yeni patın bağlanma özelliklerini değiştirebilir. Smear tabakasının varlığı veya yokluğu, patın dentinle olan bağlanmasını etkileyebilir. Retreatment sırasında kullanılan irrigasyon ve preparasyon protokolleri, smear tabakasını daha etkili bir şekilde uzaklaştırabilir, bu da koheziv başarısızlıkların artmasına neden olabilir. AH Plus, epoksi rezin esaslı bir materyaldir ve sertleşme sonrası yüksek kohezyon kuvvetine sahiptir. Bu özellik, özellikle tekrarlayan kanal tedavisinde koheziv başarısızlıkların artmasına katkıda bulunabilir.

Literatürde bu çalışmanın bulgularıyla çelişen çalışmalar da mevcuttur. Örneğin Rached- Junior ve ark. (167), farklı tekrarlayan tedavi teknikleri kullanılarak çinko oksit-öjenol bazlı bir kanal dolgu patının (Endofill) sökülmesinden sonra rezin bazlı AH Plus'ın kök kanal dentinine bağlanma kuvvetini araştırdıkları çalışmalarıyla çalışmamız sonuçları çelişmektedir. AH Plus kullanıldıktan karışık başarısızlıkların en sık görüldüğü, koheziv başarısızlığın ise nadir görüldüğü bulunmuştur. Bu çelişkinin muhtemel sebebi tekrarlayan tedavi sırasında dentin tekrar prepare edilir ve bu işlem, dentin yapısında mikroçatlaklara veya yüzey pürüzlülüğüne neden olabilir. Bazı çalışmalarda bu durum, daha zayıf bağlanmaya ve adeziv/karışık başarısızlıkların artmasına yol açmıştır. Ancak bu çalışmada yüksek oranda koheziv başarısızlık gözlemlenmesi dentinle bağlantının güçlü olduğunu gösterir. Smear tabakasının tamamen uzaklaştırılamadığı durumlarda, kök kanal patı dentinle iyi bağ kuramayabilir. Literatürde karışık ve adeziv başarısızlıkların baskın olduğu çalışmalarda yetersiz yüzey preparasyonu etkili olabilir. Bu çalışmada ise etkili irrigasyon

ve kurutma protokolleri uygulanmış olabilir, bu da dentinle güçlü bir bağın kurulmasını ve koheziv başarısızlığın artmasını açıklayabilir.

Tekrarlayan kök kanal tedavisi gruplarında; AH Plus'ta koheziv başarısızlık en sık görülen başarısızlık türüyken; AH Plus Biyoseramik'te karışık başarısızlık daha sık görülmüştür.

Donnermeyer ve ark. (129), kalsiyum silikat bazlı (Total Fill BC Sealer, Endo CPM Sealer, BioRoot RCS) kök kanal patlarıyla epoksi ezin esaslı AH Plus'ın bağlanma dayanımını araştırdıkları çalışmalarıyla çalışmamız çelişmektedir. AH Plus ve biyoseramik kök kanal patları karşılaştırıldığında, her iki grupta da koheziv başarısızlıklar baskın bulunmuştur. Bu çelişkinin sebebi çalışmada tekrarlayan kök kanal tedavisi yapılarak kanal duvarlarında önceden kullanılan pat kalıntıları, dentinin yapısal değişiklikleri veya kimyasal dezenfeksiyonun etkisiyle oluşan değişiklikler nedeniyle dentin yüzeyinde adeziv başarısızlığa sebep olmuş olabilir. Bu durum özellikle AH Plus Biyoseramik gibi nemle etkileşen patlarda pat-dentin veya pat-gutta perka arayüzlerinde karışık başarısızlıklara neden olabilir. Donnermeyer ve ark. (168), ise birincil kök kanal tedavisi tedavi koşullarını değerlendirmiştir. Birincil tedavide dentin daha homojen, temiz ve penetrasyona daha uygun olduğundan hem AH Plus hem de biyoseramik patlar dentinle daha kuvvetli bağ kurarak koheziv başarısızlık oluşturmuş olabilir. Donnermeyer ve ark.'nın çalışmasında kullanılan biyoseramik patlar (örneğin BioRoot RCS, Endo CPM) ve bu çalışmada kullanılan AH Plus Biyoseramik farklı fizikokimyasal özelliklere sahip olabilir. Özellikle partikül boyutu, iyon salınım kapasitesi, biyoaktivite düzeyi gibi faktörler bağlanma davranışını etkileyebilir. Bu farklılıklar, patın ya daha güçlü bir dentin veya pat-gutta-perka bağlanması yerine daha zayıf bir arayüz oluşturmaya neden olmuş olabilir.

Bu çalışma klinik açıdan bazı önemli bilgiler sunmakla birlikte, bazı sınırlamaları da vardır. Öncelikle çalışmanın ex vivo yürütülmesi, ağız içi koşulların tüm karmaşıklığı yansıtmaz. Bulgularımız ve yapılan çalışmalar sonucunda, kurulama protokollerinin kalsiyum silikat ve epoksi rezin esaslı kök kanal patların kök kanal tedavilerinde ve tekrarlayan kök kanal tedavilerinde dentine bağlanma dayanımı üzerine etkisinin değerlendirilmesi için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

“Farklı Kurulama Protokollerinin Kalsiyum Silikat ve Epoksi Resin Esaslı Kök Kanal Patlarının Tekrarlayan Kök Kanal Tedavilerinde Dentine Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi’ni inceleyen bu çalışmada elde edilen sonuçlar;

1. Birincil tedavide AH Plus patı ile Paper Point, EndoVac ve İrrigasyon İğnesi kurulama prosedürü uyunanlarda apikal kesitte bağlanım dayanımları orta ve koronal kesitlerden yüksektir. Ethanol grubunda apikal kesitte bağlanım dayanımları orta ve koronal kesitlerden yüksektir ayrıca orta kesitte de koronalden yüksektir.
2. AH Plus Biyoseramik patı kullanıldığında apikal, orta ve koronal kesitlerinde kurulama prosedürleri arasında bağlanım dayanımları bakımından fark bulunmamıştır.
3. EndoVac- koronal ve Ethanol- koronal dışında tüm kurulama prosedürlerinde ve kesitlerde AH Plus patı uygulananlarda bağlanım dayanımları orta kesitlerde AH Plus Biyoseramik’e göre daha yüksek olduğu, özellikle farkın Paper Point’te ve ardından EndoVac’da gözlemlendiği saptanmış olmakla birlikte istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmadığı sonucuna varılmıştır.
4. Tekrarlayan kök kanal tedavisinde AH Plus Biyoseramik patı İrrigasyon İğnesi kurulama prosedürü uygulananlarda Apikal kesitte bağlanım dayanımları orta ve koronal kesitlerden yüksektir. Paper Point, Ethanol ve İrrigasyon iğnesi prosedürlerinde apikal, orta ve koronal kesitlerde AH Plus AH Plus Biyoseramik patı kullanılanların bağlanım dayanımları farklı değildir.
5. AH Plus Biyoseramik patı kullanıldığında apikal ve orta kesitinde kurulama prosedürleri arasında bağlanım dayanımları bakımından fark yoktur. Koronal kesitte ise fark istatistiksel olarak anlamlıdır, İrrigasyon İğnesi, Paper Point ve EndoVac’tan daha düşük bağlanma dayanımı değerine sahiptir.

6. Birincil tedavide kurulama protokolleri birbirine benzerdir ve ancak Ethanol öne çıkmaktadır.
7. Tekrarlayan kök kanal tedavisinde seyir değişmektedir ve Ethanol belirgin artış göstermektedir. İki patta da Ethanol öne geçmektedir. AH Plus Biyoseramik'te Ethanolün yanında EndoVac da öne geçmektedir.
8. Tekrarlayan kök kanal tedavisinde AH Plus Biyoseramik patı kullanıldığında Paper Point ve İrrigasyon İğnesi tüm kesitlerde benzer bağlanma dayanımları gösterirken; Ethanol ve EndoVac bu iki protokolden özellikle apikalde bölgede farklılık göstermiş ve daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir.
9. Tekrarlayan kök kanal tedavisinde Paper Point, Ethanol ve İrrigasyon İğnesi prosedürlerinde AH Plus ve AH Plus Biyoseramik patı kullanılan gruplarda bağlanım dayanım değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmamıştır. EndoVac kullanılan gruplarda ise koronal ve orta kesitlerde yine patlar arasında fark izlenmezken apikal bölgede AH Plus Biyoseramik patının bağlanma değerleri AH Plus patına göre daha yüksek izlenmiştir.
10. Tekrarlayan tedavide AH Plus kullanılan Ethanol ve İrrigasyon İğnesi grubunda apikal bölgede en yüksek değerler izlenmiştir. Paper point yönteminde bölgeler arasında fark izlenmezken, EndoVac grubunda en düşük bağlanma dayanımı apikal bölgede izlenmiştir. AH Plus Biyoseramik patı için bölgesel farklılık sadece İrrigasyon İğnesi kullanımında apikal bölgenin orta ve koronal bölgelerden daha yüksek olması ile izlenmiştir.
11. Birincil tedavide AH Plus Biyoseramik'te %33 oranında adeziv başarısızlık varken tekrarlayan kök kanal tedavisinde adeziv başarısızlık bulunmamaktadır. Birincil tedavide AH Plus'ta karışık hata oranı yüksekken (%75), tekrarlayan kök kanal tedavisinde koheziv hata oranı daha yüksektir (%66,7).
12. Tekrarlayan kök kanal tedavisi gruplarında; AH Plus'ta koheziv başarısızlık en sık görülen başarısızlık türüken; AH Plus Biyoseramik'te karışık başarısızlık daha sık görülmüştür.

Ethanol kullanılan dişlerde daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri bulunmasına rağmen, her iki kök kanal patı arasında bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Farklı kurulama protokolleri; birincil kök kanal tedavisi ve tekrarlayan kök kanal tedavisi prosedürlerinde, AH Plus ve AH Plus Biyoseramik kanal patlarının push-out bağlanma dayanımı değerlerini önemli ölçüde değiştirmemiştir.

Bulgularımız ve yapılan çalışmalar sonucunda, kurulama protokollerinin kalsiyum silikat ve epoksi rezin esaslı kök kanal patların kök kanal tedavilerinde ve tekrarlayan kök kanal tedavilerinde dentine bağlanma dayanımı üzerine etkisinin değerlendirilmesi için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.



KAYNAKLAR

1. Cabral M, Grasiela A, Limoeiro S, Fontana CE, Pelegriane RA, Da CE, et al. Influence of root canal moisture conditions on the bond strength of endodontic sealers to dentin. Research, Society and Development [Internet]. 2022 Aug 23 [cited 2024 Mar 11];11(11):e285111133714–e285111133714. Available from: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33714>
2. Pelozo LL, Souza-Gabriel AE, Alves dos Santos GN, Camargo RV, Lopes-Olhê FC, Sousa-Neto MD, et al. Canal Drying Protocols to Use with Calcium Silicate-based Sealer: Effect on Bond Strength and Adhesive Interface. J Endod. 2023 Sep 1;49(9):1154–60.
3. Epley SR, Fleischman J, Hartwell G, Cicalese C. Completeness of root canal obturations: Epiphany techniques versus gutta-percha techniques. J Endod [Internet]. 2006 Jun [cited 2024 Mar 11];32(6):541–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16728246/>
4. Ersahan S, Aydin C. Dislocation resistance of iRoot SP, a calcium silicate-based sealer, from radicular dentine. J Endod [Internet]. 2010 Dec [cited 2024 Mar 11];36(12):2000–2. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21092821/>
5. McMichen FRS, Pearson G, Rahbaran S, Gulabivala K. A comparative study of selected physical properties of five root-canal sealers. Int Endod J [Internet]. 2003 Sep 1 [cited 2024 Mar 11];36(9):629–35. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12950578/>
6. Souza LC de, Neves GST, Kirkpatrick T, Letra A, Silva R. Physicochemical and Biological Properties of AH Plus Bioceramic. J Endod [Internet]. 2023 Jan 1 [cited 2024 Mar 11];49(1):69–76. Available from: <http://www.jendodon.com/article/S0099239922007154/fulltext>
7. Moein S, Sadrkhani S. Modern endodontic retreatment: A systematic review, meta-analyses, and comparisons to alternative treatment options. 2020.

8. Kandaswamy D, Venkateshbabu N. Root canal irrigants. J Conserv Dent [Internet]. 2010 [cited 2024 Mar 11];13(4):256. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21217955/>
9. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod [Internet]. 2002 [cited 2024 Mar 11];94(6):658–66. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12464887/>
10. Goldberg F, Artaza LP, Silvio A De. Apical sealing ability of a new glass ionomer root canal sealer. J Endod [Internet]. 1995 [cited 2024 Mar 11];21(10):498–500. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8596069/>
11. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. Dent Clin North Am [Internet]. 2010 Apr [cited 2024 Mar 11];54(2):291–312. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20433979/>
12. Boutsoukakis C, Arias-Moliz MT. Present status and future directions - irrigants and irrigation methods. Int Endod J [Internet]. 2022 May 1 [cited 2024 Mar 11];55 Suppl 3(Suppl 3):588–612. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35338652/>
13. Demenech LS, de Freitas JV, Tomazinho FSF, Baratto-Filho F, Gabardo MCL. Postoperative Pain after Endodontic Treatment under Irrigation with 8.25% Sodium Hypochlorite and Other Solutions: A Randomized Clinical Trial. J Endod [Internet]. 2021 May 1 [cited 2024 Mar 11];47(5):696–704. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33607121/>
14. Gomes BPFA, Vianna ME, Zaia AA, Almeida JFA, Souza-Filho FJ, Ferraz CCR. Chlorhexidine in endodontics. Braz Dent J [Internet]. 2013 Mar [cited 2024 Mar 14];24(2):89–102. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23780357/>
15. Ingle J, BL. Endodontics. Londra: BC Decker Inc. 2002.
16. Küçük M, Kermeoğlu F, Kalender A. Endodontide Kullanılan Güncel İrrigasyon Solüsyonları, Sistem ve Cihazları Contemporary Irrigation Solutions, System and Devices Used in Endodontics. İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 2016;5(1):29–37.

17. Donnermeyer D, Dust PC, Schäfer E, Bürklein S. Comparative Analysis of Irrigation Techniques for Cleaning Efficiency in Isthmus Structures. *J Endod* [Internet]. 2024 May 1 [cited 2024 Sep 29];50(5):644-650.e1. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38382735/>
18. Zou X, Zheng X, Liang Y, Zhang C, Fan B, Liang J, et al. Expert consensus on irrigation and intracanal medication in root canal therapy. *Int J Oral Sci* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2024 Sep 29];16(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38429299/>
19. Gomes BPFA, Aveiro E, Kishen A. Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. *Braz Dent J* [Internet]. 2023 [cited 2024 May 30];34(4):1–33. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37909632/>
20. FH K, PA R, J G. An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *J Endod* [Internet]. 1995 [cited 2024 Jun 21];21(5):277–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7673832/>
21. Van Der Sluis LWM, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J* [Internet]. 2006 Jun [cited 2024 Jun 21];39(6):472–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16674742/>
22. Endodontic Irrigation: Chemical disinfection of the root canal system - Google Kitaplar [Internet]. [cited 2024 Jun 21]. Available from: https://books.google.com.tr/books/about/Endodontic_Irrigation.html?id=JrE0CgAAQBAJ&redir_esc=y
23. Gu L sha, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod* [Internet]. 2009 Jun [cited 2024 Jun 21];35(6):791–804. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19482174/>
24. Keir DM, Senia ES, Montgomery S. Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. *J Endod* [Internet]. 1990 [cited 2024 Jun 21];16(7):323–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2081946/>

25. D'Souza N, Santhosh A, Kumari A, Murthy CS, Gowda V, Mallandur S. Effect of different irrigation activation systems using continuous chelating irrigation protocol on the removal of smear layer in the apical third of root canals: An in vitro scanning electron microscope study. *Endodontology* [Internet]. 2024 Mar 25 [cited 2024 Sep 29];36(1):49–53. Available from: https://www.researchgate.net/publication/379315289_Effect_of_different_irrigation_activation_systems_using_continuous_chelating_irrigation_protocol_on_the_removal_of_smear_layer_in_the_apical_third_of_root_canals_An_in_vitro_scanning_electron_microscope_study
26. ADIGÜZEL Ö. A Literature Review of Self Adjusting File. *International Dental Research* [Internet]. 2011 Apr 15 [cited 2024 Jun 21];1(1):18. Available from: https://www.researchgate.net/publication/228538709_A_Literature_Review_of_Self_Adjusting_File
27. Zeng C, Hu P, Egan CP, Bergeron BE, Tay F, Ma J. Bacteria debridement efficacy of two sonic root canal irrigant activation systems. *J Dent* [Internet]. 2024 Jan 1 [cited 2024 Sep 29];140. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37923053/>
28. Arora R, Gupta T, Mirdha N, Gill B. Comparative evaluation of efficacy of different irrigation devices in removal of calcium hydroxide in teeth with simulated internal resorption cavities - An in vitro study. *J Conserv Dent* [Internet]. 2022 [cited 2024 Sep 29];25(6):625. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36591589/>
29. Van Der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J* [Internet]. 2007 Jun [cited 2024 Jun 21];40(6):415–26. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17442017/>
30. AlBatati M, AbuMostafa A. The effect of final irrigation with different solutions on smear layer removal and dentin erosion: A scanning electron microscope study. *PLoS One* [Internet]. 2024 Aug 1 [cited 2024 Sep 29];19(8). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39121171/>

31. Castagnola R, Martini C, Colangeli M, Pellicciotta I, Marigo L, Grande NM, et al. In Vitro Evaluation of Smear Layer and Debris Removal and Antimicrobial Activity of Different Irrigating Solutions. *Eur Endod J* [Internet]. 2024 [cited 2024 Sep 29];9(1):81–8. Available from: https://www.researchgate.net/publication/375663621_In_Vitro_Evaluation_of_Sme ar_Layer_and_Debris_Removal_and_Antimicrobial_Activity_of_Different_Irrigatin g_Solutions
32. (PDF) COMPARATIVE EVALUATION OF ABSORBING CAPACITY OF STANDARDISED ENDODONTIC PAPER POINTS: AN IN VITRO STUDY. [Internet]. [cited 2024 Mar 14]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/349636740_COMPARATIVE_EVALUA TION_OF_ABSORBING_CAPACITY_OF_STANDARDISED_ENDODONTIC_PAPER_POINTS_AN_IN_VITRO_STUDY
33. Michelich VJ, Schuster GS, Pashley DH. Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J Dent Res* [Internet]. 1980 [cited 2024 Apr 3];59(8):1398–403. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6931114/>
34. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon Á. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* [Internet]. 2003 Dec [cited 2024 May 30];36(12):810–30. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14641420/>
35. Barakat RM, Almohareb RA, Alsuwaidan M, Faqehi E, Alaidarous E, Algahtani FN. Effect of sodium hypochlorite temperature and concentration on the fracture resistance of root dentin. *BMC Oral Health* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2024 Sep 29];24(1). Available from: </pmc/articles/PMC10865544/>
36. Xu H, Ye Z, Zhang A, Lin F, Fu J, Fok ASL. Effects of concentration of sodium hypochlorite as an endodontic irrigant on the mechanical and structural properties of root dentine: A laboratory study. *Int Endod J* [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2024 Apr 3];55(10):1091. Available from: </pmc/articles/PMC9545283/>

37. Maezono H, Klanliang K, Shimaoka T, Asahi Y, Takahashi Y, Wang Z, et al. Effects of Sodium Hypochlorite Concentration and Application Time on Bacteria in an Ex Vivo Polymicrobial Biofilm Model. *J Endod* [Internet]. 2024 Jun 1 [cited 2024 Sep 29];50(6):814–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38452867/>
38. Pashley EL, Birdsong NL, Bowman K, Pashley DH. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod* [Internet]. 1985 [cited 2024 May 30];11(12):525–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3867719/>
39. Boessler C, Peters OA, Zehnder M. Impact of lubricant parameters on rotary instrument torque and force. *J Endod* [Internet]. 2007 Mar [cited 2024 Jun 19];33(3):280–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17320714/>
40. Crumpton BJ, Goodell GG, McClanahan SB. Effects on smear layer and debris removal with varying volumes of 17% REDTA after rotary instrumentation. *J Endod* [Internet]. 2005 [cited 2024 May 30];31(7):536–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15980717/>
41. Torabinejad M, Cho Y, Khademi AA, Bakland LK, Shabahang S. The Effect of Various Concentrations of Sodium Hypochlorite on the Ability of MTAD to Remove the Smear Layer. *J Endod*. 2003 Apr 1;29(4):233–9.
42. Yildiz B, Dumani A, Isci AS, Sisli SN, Tumani Ustdal B, Yoldas O. Outcome of single-visit root canal treatment with or without MTAD: A randomized controlled clinical trial. *Int Endod J* [Internet]. 2024 Jan 1 [cited 2024 Jun 13];57(1):2–11. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/iej.13986>
43. Abou-Rass M, Patonai FJ. The effects of decreasing surface tension on the flow of irrigating solutions in narrow root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* [Internet]. 1982 [cited 2024 Jul 11];53(5):524–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6808432/>
44. Effect of sodium hypochlorite on dentine [Internet]. [cited 2024 Jul 11]. Available from: <http://www.forp.usp.br/restauradora/Trabalhos/tensaoi.html>

45. Çiçek DrDtE, Bodrumlu DoçDrE. Yeni Geliştirilen İrrigasyon Solüsyonunun ve Farklı İrrigantların Yüzey Gerilimlerinin. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi [Internet]. 2013 Mar 1 [cited 2024 Jul 11];23(3):318–23. Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunidfd/issue/2466/31472>
46. Paul ML, Mazumdar D, Niyogi A, Baranwal AK. Comparative evaluation of the efficacy of different irrigants including MTAD under SEM. J Conserv Dent [Internet]. 2013 Jul [cited 2024 Sep 29];16(4):336. Available from: </pmc/articles/PMC3740646/>
47. Poppolo Deus F, Ouanounou A. Chlorhexidine in Dentistry: Pharmacology, Uses, and Adverse Effects. Int Dent J [Internet]. 2022 Jun 1 [cited 2024 Apr 3];72(3):269. Available from: </pmc/articles/PMC9275362/>
48. Brookes ZLS, Bescos R, Belfield LA, Ali K, Roberts A. Current uses of chlorhexidine for management of oral disease: a narrative review. J Dent [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2024 Apr 3];103:103497. Available from: </pmc/articles/PMC7567658/>
49. Kokkas AB, Boutsoukis AC, Vassiliadis LP, Stavrianos CK. The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. J Endod [Internet]. 2004 [cited 2024 Apr 3];30(2):100–2. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14977306/>
50. Dudulwar D, Patil S, Bandekar S, Patil M, Gupta D, Gupta R. A Comparative Evaluation of Push-Out Bond Strength of Six Different Root Canal Sealers: An In-Vitro Study. Cureus [Internet]. 2024 Mar 19 [cited 2024 Sep 29];16(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38638788/>
51. Singh AM, Elsewify TM, El-Sayed WS, Nuawafleh HH, Elemam RF, Eid BM. Influence of root canal moisture on the penetration of TotalFill bioceramic sealer into the dentinal tubules: A confocal laser scanning microscopy study. Saudi Endodontic Journal [Internet]. 2024 [cited 2024 Sep 29];14(2):187–92. Available from: https://journals.lww.com/senj/fulltext/2024/14020/influence_of_root_canal_moisture_on_the.6.aspx

52. Gibby SG, Wong Y, Kulild JC, Williams KB, Yao X, Walker MP. Novel methodology to evaluate the effect of residual moisture on epoxy resin sealer/dentine interface: a pilot study. *Int Endod J* [Internet]. 2011 Mar [cited 2024 Apr 3];44(3):236–44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21039628/>
53. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod* [Internet]. 2007 May [cited 2024 Mar 14];33(5):611–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17437884/>
54. Dias KC, Soares CJ osé, Steier L, Versiani MA urélio, Rached-Júnior FJ acob A, Pécora JD jalma, et al. Influence of Drying Protocol with Isopropyl Alcohol on the Bond Strength of Resin-based Sealers to the Root Dentin. *J Endod*. 2014 Sep 1;40(9):1454–8.
55. Mitchell RP, Yang SE, Baumgartner JC. Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *J Endod* [Internet]. 2010 Feb [cited 2024 Mar 14];36(2):338–41. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20113804/>
56. The EndoVac method of endodontic irrigation: safety first - PubMed [Internet]. [cited 2024 Mar 14]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17993054/>
57. Kumar P, Yadav SK, Chugh VK, Sharma R, Pathak K, Duraisamy A. Comparative Assessment of Postoperative Pain After Three Irrigation Techniques in Single-Rooted Teeth With Symptomatic Irreversible Pulpitis and Symptomatic Apical Periodontitis: A Randomized Controlled Trial. *Cureus* [Internet]. 2024 Jul 29 [cited 2024 Sep 29];16(7). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39205753/>
58. Thomas AR, Velmurugan N, Smita S, Jothilatha S. Comparative evaluation of canal isthmus debridement efficacy of modified EndoVac technique with different irrigation systems. *J Endod* [Internet]. 2014 Oct 1 [cited 2024 Sep 29];40(10):1676–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25052146/>
59. Cunningham WT, Cole JS, Balekjian AY. Effect of alcohol on the spreading ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* [Internet]. 1982 [cited 2024 Jun 20];54(3):333–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6957829/>

60. Engel GT, Goodell GG, McClanahan SB. Sealer penetration and apical microleakage in smear-free dentin after a final rinse with either 70% isopropyl alcohol or Peridex. *J Endod* [Internet]. 2005 [cited 2024 Jun 20];31(8):620–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16044049/>
61. ZEHNDER M, PAQUÉ F. Disinfection of the root canal system during root canal re-treatment. *Endod Topics* [Internet]. 2008 Sep 1 [cited 2024 Sep 29];19(1):58–73. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1601-1546.2011.00254.x>
62. Berman LH, Hargreaves KM. Cohen's Pathways of the Pulp.
63. Maniglia-Ferreira C, Silva JBA, de Paula RCM, Feitosa JPA, Cortez DGN, Zaia AA, et al. Brazilian gutta-percha points. Part I: chemical composition and X-ray diffraction analysis. *Braz Oral Res* [Internet]. 2005 Jul [cited 2024 Jun 13];19(3):193–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16308607/>
64. Torabinejad M WRE. *Endodontics: Principles and Practice*. Fourth edition 2009 Elsevier Limited, The Boulevard, UK.
65. Desai S, Chandler N. Calcium hydroxide-based root canal sealers: a review. *J Endod* [Internet]. 2009 Apr [cited 2024 Jun 12];35(4):475–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19345790/>
66. I K, P B, N E, I V. Experimental study of the biocompatibility of a new glass-ionomer root canal sealer (Ketac-Endo). *J Endod* [Internet]. 1996 [cited 2024 Sep 30];22(8):395–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8941745/>
67. Grossman LI. Physical properties of root canal cements. *J Endod* [Internet]. 1976 [cited 2024 Jun 12];2(6):166–75. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1064691/>
68. Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LAB, Nelson Filho P, Bonifácio KC, Ito IY. In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J Endod*. 1999 Mar 1;25(3):167–71.

69. Rangappa A, Rajaram S, Meena N. Sealing Ability of Root Canal Sealers in Warm Obturation Techniques Compared to Cold Obturation Techniques: A Systematic Review. JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH [Internet]. 2024 [cited 2024 Sep 30]; Available from: https://www.researchgate.net/publication/380648919_Sealing_Ability_of_Root_Canal_Sealers_in_Warm_Obturation_Techniques_Compared_to_Cold_Obturation_Techniques_A_Systematic_Review
70. Shipper G, Teixeira FB, Arnold RR, Trope M. Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or resilon. J Endod [Internet]. 2005 [cited 2024 Jun 13];31(2):91–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15671816/>
71. (PDF) Evaluation of Push-out Bond Strength and Marginal Adaptation of TotalFill Bioceramic HiFlow, TotalFill Bioceramic and AH Plus Root Canal Sealers in Mandibular Premolar Teeth with Single Canal: A Comparative in-vitro Study [Internet]. [cited 2024 Sep 30]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/377195721_Evaluation_of_Push-out_Bond_Strength_and_Marginal_Adaptation_of_TotalFill_Bioceramic_HiFlow_TotalFill_Bioceramic_and_AH_Plus_Root_Canal_Sealers_in_Mandibular_Premolar_Teeth_with_Single_Canal_A_Comparat
72. Fristad I, Haug S, Bårdsen A. Biological properties versus solubility of endodontic sealers and cements. Biomater Investig Dent [Internet]. 2024 Jun 4 [cited 2024 Sep 30];11:54–65. Available from: [/pmc/articles/PMC11187977/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/411187977/)
73. Dong X, Xu X. Bioceramics in Endodontics: Updates and Future Perspectives. Bioengineering [Internet]. 2023 Mar 1 [cited 2024 Sep 30];10(3). Available from: [/pmc/articles/PMC10045528/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/410045528/)
74. Suwartini T, Santoso J, Widyarman A, Ratnasari D. Efficacy of Bioceramic and Calcium Hydroxide-Based Root Canal Sealers against Pathogenic Endodontic Biofilms: An In vitro Study. Contemp Clin Dent [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2024 Sep 30];13(4):322. Available from: [/pmc/articles/PMC9855266/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/409855266/)

75. Tahara Y, Sekino T, Okazaki J, Carrasco GC, Dong X, Xu X. Bioceramics in Endodontics: Updates and Future Perspectives. *Bioengineering* 2023, Vol 10, Page 354 [Internet]. 2023 Mar 13 [cited 2024 Oct 1];10(3):354. Available from: <https://www.mdpi.com/2306-5354/10/3/354/htm>
76. Wang X, Xiao Y, Song W, Ye L, Yang C, Xing Y, et al. Clinical application of calcium silicate-based bioceramics in endodontics. *J Transl Med* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2024 Oct 1];21(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38007432/>
77. Tyagi S, Mishra P, Tyagi P. Evolution of root canal sealers: An insight story. *European J Gen Dent* [Internet]. 2013 Sep [cited 2024 Oct 1];2(03):199–218. Available from: https://www.researchgate.net/publication/273813777_Evolution_of_root_canal_sealers_An_insight_story
78. Camilleri J, Pitt Ford TR. Mineral trioxide aggregate: A review of the constituents and biological properties of the material. *Int Endod J*. 2006 Oct;39(10):747–54.
79. Hek Fak Derg BİLGİÇ D, Dent Fac Atatürk BJ. BİYOSERAMİK ESASLI KÖK KANAL PATLARI: Derleme. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi [Internet]. 2016 Nov 8 [cited 2024 Jul 12];26(4):111–7. Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunidfd/issue/31547/345796>
80. Silva EJNL, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes BPFA, Zaia AA. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. *J Endod* [Internet]. 2013 Feb [cited 2024 Jul 13];39(2):274–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23321245/>
81. Vallittu PK. An overview of development and status of fiber-reinforced composites as dental and medical biomaterials. *Acta Biomater Odontol Scand* [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2024 Jul 13];4(1):44–55. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23337931.2018.1457445>

82. Vertuan GC, Duarte MAH, Moraes IG de, Piazza B, Vasconcelos B de C, Alcalde MP, et al. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Root Canal Sealer. *J Endod* [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2024 Oct 1];44(3):501–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29254816/>
83. Shin JH, Lee DY, Lee SH. Comparison of antimicrobial activity of traditional and new developed root sealers against pathogens related root canal. *J Dent Sci* [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2024 Oct 1];13(1):54–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30895095/>
84. Primus CM, Tay FR, Niu L na. Bioactive tri/dicalcium silicate cements for treatment of pulpal and periapical tissues. *Acta Biomater* [Internet]. 2019 Sep 15 [cited 2024 Oct 1];96:35–54. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31146033/>
85. Wong R. Conventional endodontic failure and retreatment. *Dent Clin North Am* [Internet]. 2004 Jan [cited 2024 Oct 1];48(1):265–89. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15066516/>
86. Tabassum S, Khan FR. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *Eur J Dent* [Internet]. 2016 [cited 2024 Oct 1];10(1):144–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27011754/>
87. Jang YE, Kim Y, Kim SY, Kim BS. Predicting early endodontic treatment failure following primary root canal treatment. *BMC Oral Health* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2024 Oct 1];24(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38475776/>
88. Akpinar KE, Altunbaş D, Kuştarci A. The efficacy of two rotary NiTi instruments and H-files to remove gutta-percha from root canals. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* [Internet]. 2012 May 1 [cited 2024 Jun 2];17(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22143729/>
89. Somma F, Cammarota G, Plotino G, Grande NM, Pameijer CH. The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *J Endod* [Internet]. 2008 Apr [cited 2024 Jun 2];34(4):466–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18358899/>

90. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod* [Internet]. 1985 [cited 2024 Jun 2];11(11):472–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3868692/>
91. Sabeti M, Chung YJ, Aghamohammadi N, Khansari A, Pakzad R, Azarpazhooh A. Outcome of Contemporary Nonsurgical Endodontic Retreatment: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials and Cohort Studies. *J Endod*. 2024 Apr 1;50(4):414–33.
92. Danin J, Strömberg T, Forsgren H, Linder LE, Ramsköld LO. Clinical management of nonhealing periradicular pathosis. Surgery versus endodontic retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* [Internet]. 1996 [cited 2024 Jun 2];82(2):213–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8863312/>
93. Vieira AR, Pacheco-Yanes J, Gazzaneo ID, Neves MAS, Siqueira JF, Gonçalves LS. Factors influencing the outcome of nonsurgical root canal treatment and retreatment: A retrospective study. *Australian Endodontic Journal* [Internet]. 2024 Aug 1 [cited 2024 Oct 1];50(2):245–59. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/aej.12828>
94. Pinto JC, Torres FFE, Santos-Junior AO, Tavares KIMC, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Influence of sealer and supplementary approach on filling material removal during endodontic retreatment. *Braz Oral Res* [Internet]. 2024 Jul 15 [cited 2024 Oct 1];38:e022. Available from: <https://www.scielo.br/j/bor/a/hkn3skyHHN8rYDbkxxB6yjb/>
95. Benenati FW, Khajotia SS. A radiographic recall evaluation of 894 endodontic cases treated in a dental school setting. *J Endod* [Internet]. 2002 [cited 2024 Jun 11];28(5):391–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12026926/>
96. Gulabivala K, Ng YL. Factors that affect the outcomes of root canal treatment and retreatment—A reframing of the principles. *Int Endod J* [Internet]. 2023 Mar 1 [cited 2024 Oct 1];56(S2):82–115. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/iej.13897>

97. Torabinejad M, Corr R, Handysides R, Shabahang S. Outcomes of Nonsurgical Retreatment and Endodontic Surgery: A Systematic Review. *J Endod*. 2009 Jul 1;35(7):930–7.
98. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: Push-out tests and SEM observations. *Dental Materials* [Internet]. 2002 [cited 2024 Oct 1];18(8):596–602. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12385901/>
99. Sirisha K, Rambabu T, Shankar YR, Ravikumar P. Validity of bond strength tests: A critical review: Part I. *J Conserv Dent* [Internet]. 2014 [cited 2024 Aug 14];17(4):305. Available from: </pmc/articles/PMC4127686/>
100. Umale KG, Gade VJ, Raut AW. Comparative evaluation of shear bond strength and modes of failure of five different reinforced glass ionomer restorative cements to TheraCal LC: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics* [Internet]. 2024 Feb 1 [cited 2024 Oct 1];27(2):200. Available from: </pmc/articles/PMC10923224/>
101. Schilder H, Hargreaves KM. Filling root canals in three dimensions. 1967. *J Endod* [Internet]. 2006 [cited 2024 Mar 11];32(4):281–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16554195/>
102. Prado M, Simão RA, Gomes BPFA. Effect of different irrigation protocols on resin sealer bond strength to dentin. *J Endod* [Internet]. 2013 May [cited 2024 Nov 29];39(5):689–92. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23611392/>
103. Sagsen B, Ustün Y, Demirbuga S, Pala K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *Int Endod J* [Internet]. 2011 Dec [cited 2024 Aug 15];44(12):1088–91. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21895700/>
104. Borges ÁH, Orçati Dorileo MCG, Villa RD, Borba AM, Semenoff TADV, Guedes OA, et al. Physicochemical properties and surfaces morphologies evaluation of MTA FillApex and AH plus. *ScientificWorldJournal* [Internet]. 2014 [cited 2024 Nov 1];2014. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24883413/>

105. Leonardo MR, Flores DSH, de Paula e Silva FWG, de Toledo Leonardo R, da Silva LAB. A comparison study of periapical repair in dogs' teeth using RoekoSeal and AH plus root canal sealers: a histopathological evaluation. *J Endod* [Internet]. 2008 Jul [cited 2024 Nov 1];34(7):822–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18570987/>
106. Haragushiku GA, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YTC, Alfredo E, Silva SC, Silva RG. Adhesion of endodontic sealers to human root dentine submitted to different surface treatments. *Photomed Laser Surg* [Internet]. 2010 Jun 1 [cited 2024 Sep 1];28(3):405–10. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20438354/>
107. de Paula ACF, Junior MB, Araujo CCC, Neto MDS, Filho AMDC. Drying protocol influence on the bond strength and apical sealing of three different endodontic sealers. *Braz Oral Res* [Internet]. 2016 [cited 2024 Sep 1];30(1):1–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27223139/>
108. Urban K, Neuhaus J, Donnermeyer D, Schäfer E, Dammaschke T. Solubility and pH Value of 3 Different Root Canal Sealers: A Long-term Investigation. *J Endod* [Internet]. 2018 Nov 1 [cited 2024 Aug 13];44(11):1736–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30243663/>
109. Donnermeyer D, Bürklein S, Dammaschke T, Schäfer E. Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology* [Internet]. 2019 Oct 1 [cited 2024 Sep 1];107(4):421–36. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30554288/>
110. Zhang H, Shen Y, Ruse ND, Haapasalo M. Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against *Enterococcus faecalis*. *J Endod* [Internet]. 2009 Jul [cited 2024 Sep 1];35(7):1051–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19567333/>
111. Kapur I, Malhotra A, Makkar S, Galyan G, Kumar M, Aggarwal A. Effect of Distinctive Moisture Conditions on Push-out Bond Strength of Three Root Canal Sealers—An In-Vitro Study. *J Int Soc Prev Community Dent* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2024 Sep 1];9(5):492. Available from: [/pmc/articles/PMC6792303/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/346792303/)

112. Nagas E, Uyanik MO, Eymirli A, Cehreli ZC, Vallittu PK, Lassila LVJ, et al. Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *J Endod* [Internet]. 2012 Feb [cited 2024 Mar 14];38(2):240–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22244645/>
113. Sarrafan A, Soleymani A, Bagheri Chenari T, Seyedmajidi S. Comparison of push-out bond strength of endodontic sealers after root canal drying with different techniques. *Clin Exp Dent Res* [Internet]. 2023 Apr 1 [cited 2024 Apr 3];9(2):314–21. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cre2.720>
114. Khurana N, Chourasia HR, Singh G, Mansoori K, Nigam AS, Jangra B. Effect of Drying Protocols on the Bond Strength of Bioceramic, MTA and Resin-based Sealer Obturated Teeth. *Int J Clin Pediatr Dent* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2024 Aug 31];12(1):33–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31496569/>
115. Ehsani M, Dehghani A, Abesi F, Khafri S, Dehkordi SG. Evaluation of Apical Micro-leakage of Different Endodontic Sealers in the Presence and Absence of Moisture. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* [Internet]. 2014 [cited 2024 Aug 31];8(3):125. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24206752/>
116. de Moraes Souto Pantoja CA, da Silva DH, de Jesus Soares A, Ferraz CCR, de Almeida Gomes BPF, Zaia AA, et al. Influence of ethanol on dentin roughness, surface free energy, and interaction between AH Plus and root dentin. *Braz Oral Res* [Internet]. 2018 [cited 2025 Jan 30];32:1–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29723333/>
117. de Souza MY, di Nicoló R, Bresciani E. Influence of ethanol-wet dentin, adhesive mode of application, and aging on bond strength of universal adhesive. *Braz Oral Res* [Internet]. 2018 [cited 2025 Jan 30];32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30328899/>

118. Yasin S, Nirupama DN, Nainan MT, Naveen DN, Vijay R, Thomas H. Comparative evaluation of root canal disinfection efficacy of three different endodontic irrigants using EndoVac: An in vitro bioluminescence-assisted study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics* [Internet]. 2025 Feb 1 [cited 2025 Mar 1];28(2):132–7. Available from: https://journals.lww.com/jcde/fulltext/2025/02000/comparative_evaluation_of_root_canal_disinfection.5.aspx
119. Akçay A, Gorduysus M, Gorduysus MO, Annamma LM, Müftüoglu S. A Comparative Evaluation of the Cleaning Efficacy of Five Different Root Canal Irrigation Devices: A Histological Study. *Eur J Dent* [Internet]. 2023 [cited 2025 Mar 1];18(03):827–33. Available from: <http://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/s-0043-1774325>
120. Wang JS, Bai W, Wang Y, Liang YH. Effect of different dentin moisture on the push-out strength of bioceramic root canal sealer. *J Dent Sci*. 2023 Jan 1;18(1):129–34.
121. Fukumoto Y, Kikuchi I, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. An ex vivo evaluation of a new root canal irrigation technique with intracanal aspiration. *Int Endod J* [Internet]. 2006 Feb [cited 2024 Mar 18];39(2):93–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16454788/>
122. Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment--case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *J Endod* [Internet]. 1988 [cited 2024 Jun 2];14(12):607–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3270681/>
123. Kaur U, Arora A, Malhan S. Retreatment endodontics. *Int J Health Sci (Qassim)*. 2021 Jul 31;149–63.
124. Ugalmugale SR, Bohora AA, Patel PA, Sharma V, Sengupta S, Sharma SM. Comparative evaluation of antibacterial efficacy of nitrofurantoin, chitosan, and calcium hydroxide in combination with propylene glycol as an intracanal medicament against endodontic pathogen – An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics* [Internet]. 2024 Aug 1 [cited 2025 Mar 1];27(8):801–6. Available from: https://journals.lww.com/jcde/fulltext/2024/27080/comparative_evaluation_of_antibacterial_efficacy.4.aspx

125. Barbosa-Ribeiro M, Arruda-Vasconcelos R, Louzada LM, dos Santos DG, Andreote FD, Gomes BPFA. Microbiological analysis of endodontically treated teeth with apical periodontitis before and after endodontic retreatment. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2025 Feb 8];25(4):2017–27. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32860137/>
126. Sabeti MA, Karimpourtalebi N, Shahravan A, Dianat O. 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. *J Endod*. 2024 Jun 1;50(6):735-746.e1.
127. Olivieri JG, Encinas M, Nathani T, Miró Q, Duran-Sindreu F. Outcome of root canal retreatment filled with gutta-percha techniques: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2024 Mar 1;142:104809.
128. Jainaen A, Palamara JEA, Messer HH. Push-out bond strengths of the dentine–sealer interface with and without a main cone. *Int Endod J* [Internet]. 2007 Nov 1 [cited 2025 Feb 8];40(11):882–90. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2591.2007.01308.x>
129. Donnermeyer D, Dornseifer P, Schäfer E, Dammaschke T. The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers. *Head Face Med* [Internet]. 2018 Aug 20 [cited 2024 Aug 14];14(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30126425/>
130. Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao C V., De-Deus G, Zehnder M. The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. *Int Endod J* [Internet]. 2011 Jun 1 [cited 2025 Feb 8];44(6):491–8. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2591.2010.01848.x>
131. Retreatability of Root Canals Obturated Using Gutta-Percha with Bioceramic, MTA and Resin-Based Sealers - PubMed [Internet]. [cited 2024 Jul 1]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25834591/>
132. Zhekov KI, Stefanova VP. Retreatability of Bioceramic Endodontic Sealers: A Review. *Folia Med (Plovdiv)*. 2020;62(2):258–64.

133. (PDF) Push-out bond strength of endodontic posts bonded with different resin-based luting cements [Internet]. [cited 2025 Apr 29]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/6167584_Push-out_bond_strength_of_endodontic_posts_bonded_with_different_resin-based_luting_cements
134. Sukuroglu E, Aslan Y, Nagas E, Canay S, Senyilmaz DP. Effect of root canal sealers on the push-out bond strengths of tooth-colored posts to root dentine. *J Adhes Sci Technol*. 2015 Aug 18;29(16):1680–9.
135. Vilanova W V., Carvalho-Junior JR, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YTC. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J* [Internet]. 2012 Jan [cited 2024 Jun 24];45(1):42–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21899566/>
136. Mohamed El Sayed MA, Taleb AA, Balbahaith MS. Sealing ability of three single-cone obturation systems: An in-vitro glucose leakage study. *J Conserv Dent* [Internet]. 2013 Nov [cited 2024 Nov 1];16(6):489–93. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24347879/>
137. Gunes B, Yeter KY, Altay Y. Impact of different activation procedures on sodium hypochlorite penetration into dentinal tubules after endodontic retreatment via confocal laser scanning microscopy. *BMC Oral Health* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2025 Feb 8];24(1):1–9. Available from: <https://link.springer.com/articles/10.1186/s12903-024-04891-6>
138. Saricam E, Yusufoglu Ince S, Ocak M, Geneci F, Celik HH. The retreatment abilities of ProTaper Next and F6 Skytaper: a micro-computed tomography study. *Eur Oral Res* [Internet]. 2021 Jun 28 [cited 2025 Feb 8];55(2):74–9. Available from: <https://dergipark.org.tr/en/pub/eor/issue/63145/958783>
139. De Bem IA, de Oliveira RA, Weissheimer T, Bier CAS, Só MVR, Rosa RA da. Effect of Ultrasonic Activation of Endodontic Sealers on Intratubular Penetration and Bond Strength to Root Dentin. *J Endod* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2025 Jan 29];46(9):1302–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32615175/>

140. Chandarani S, Gundappa M, Chowdhary Z, Singh D, Swarup N, Mehrotra S. Comparative evaluation of push-out bond strength of AH-Plus, MTA-Fillapex and Epiphany SE root canal sealers: An Ex-Vivo study. *Indian Journal of Dental Research* [Internet]. 2022 Jul 1 [cited 2025 Apr 28];33(3):313–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36656195/>
141. Tedesco M, Felipe MC, Cristina S, Felipe WT, Adeu, Alves AM, Arian H, Bortoluzzi EA, Nunes, Teixeira CS, Silveira. Adhesive interface and bond strength of endodontic sealers to root canal dentine after immersion in phosphate-buffered saline. *Microsc Res Tech* [Internet]. 2014 Dec 1 [cited 2025 Apr 15];77(12):1015–22. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jemt.22430>
142. Padoin K, Bohrer TC, Bier CAS, Morgental RD, Ceolin LG, da Rosa RA. Does ultrasonic activation improve the bond strength and root canal filling quality of endodontic sealers? *Braz Dent J* [Internet]. 2022 [cited 2025 May 26];33(3):28–37. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35766714/>
143. AM, Dutta SD, Alshudukhi SH, Almutairi NM, Mohamed AN. Evaluation of Root Canal Obturation Bond Strength Following 2-Week Coronal Seal Loss and Thermal and Chewing Cycling: Ex Vivo Study. *J Pharm Bioallied Sci* [Internet]. 2025 May [cited 2025 May 20];17(Suppl 1):S603–7. Available from: https://journals.lww.com/jpbs/fulltext/2025/05001/evaluation_of_root_canal_obturation_bond_strength.181.aspx
144. Chisnoiu R, Moldovan M, Pstrav O, Delean A, Chisnoiu AM. The influence of three endodontic sealers on bone healing: An experimental study. *Folia Morphologica (Poland)* [Internet]. 2016 Feb 29 [cited 2025 May 28];75(1):14–20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26383505/>
145. Misgar OH, Farooq R, Purra AR, Ahmad F, Zargar W. Comparative Evaluation of Radicular Push-out Bond Strength of EndoSequence BC, MTA FillApex, Apexit Plus and AH Plus Sealers as Affected by the Modified Plunger: Base Orifice Size Relation. *Annals of International Medical and Dental Research*. 2017 Dec 20;4(1).
146. Comparison between water and ethanol wet bonding of resin composite to root canal dentin - PubMed [Internet]. [cited 2025 Jan 30]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21469403/>

147. Fundaoğlu F, Üniversitesi O, Fakültesi H. Investigate the Push-out Bond Strength of Root Canal Fillings After Calcium Hydroxide Medicament Removal with Ethanol. *Selcuk Dental Journal* [Internet]. 2024 Aug 19 [cited 2025 Jan 30];11(2):110–3. Available from: <https://dergipark.org.tr/en/pub/selcukdentj/issue/86597/1134167>
148. Kuga MC, Faria G, Rossi MA, Do Carmo Monteiro JC, Bonetti-Filho I, Berbert FLCV, et al. Persistence of Epoxy-Based Sealer Residues in Dentin Treated With Different Chemical Removal Protocols. *Scanning* [Internet]. 2013 Jan 1 [cited 2024 Sep 29];35(1):17–21. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/sca.21030>
149. Da C, Teixeira S, Ferreira Lima D, Conti RD, Cardoso IV, Seixas-Silva ML, et al. Influence of different root canal drying protocols on the bond strength of a bioceramic endodontic sealer. *G Ital Endod* [Internet]. 2022 [cited 2025 Jan 31];36(1):151–61. Available from: <https://www.giornaleitalianoendodonzia.it/gie/article/view/270>
150. Rahman Hashem AA, Ghoneim AG, Lutfy RA, Fouda MY. The effect of different irrigating solutions on bond strength of two root canal-filling systems. *J Endod* [Internet]. 2009 Apr [cited 2025 Mar 13];35(4):537–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19345800/>
151. Algar J, Docampo-Vázquez C, Rico-Romano C, Boquete-Castro A, Obispo-Díaz C, Aragonese JM. Randomised Clinical Trial: Effect of AH Plus and Neosealer Flo on Postoperative Pain and Healing of Periapical Lesions. *Bioengineering* 2025, Vol 12, Page 376 [Internet]. 2025 Apr 2 [cited 2025 Apr 15];12(4):376. Available from: <https://www.mdpi.com/2306-5354/12/4/376/htm>
152. Carvalho CN, Grazziotin-Soares R, De Miranda Candeiro GT, Martinez LG, De Souza JP, Oliveira PS, et al. Micro push-out bond strength and bioactivity analysis of a bioceramic root canal sealer. *Iran Endod J* [Internet]. 2017 [cited 2025 May 7];12(3):343–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28808463/>
153. Abu Zeid ST, Alnoury AS. Impact of Bioactivity on Push-Out Bond Strength of AH Plus Bioceramic versus BC Bioceramic Root Canal Sealers. *Applied Sciences* 2024, Vol 14, Page 9366 [Internet]. 2024 Oct 14 [cited 2025 Apr 28];14(20):9366. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/20/9366/htm>

154. Abdollahi AA, Seyyedi SA, Khodaie A, Afshar NN. Push-out bond strength of a new bioceramic-based root canal sealer. *Journal of Dental Materials & Techniques* [Internet]. 2024 Mar 1 [cited 2025 Mar 8];13(1):26–32. Available from: <https://openurl.ebsco.com/contentitem/doi:10.22038/jdmt.2024.75751.1591?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:doi:10.22038/jdmt.2024.75751.1591&crl=c>
155. BOND STRENGTH OF BIOROOT RCS RELATIVE TO DIFFERENT ENDODONTIC BIOCERAMIC SEALERS: IN VITRO PUSH-OUT TEST | Pakistan Oral & Dental Journal [Internet]. [cited 2025 May 26]. Available from: <https://www.podj.com.pk/index.php/podj/article/view/333>
156. Khoury S, Aranda-Verdú S, Casino-Alegre A, Rubio-Climent J, Cruz-Rodriguez JA, Pallarés-Sabater A. Comparison of the push-out bond strength of two hydraulic calcium silicate-based endodontic sealers and an epoxy resin-based sealer. *J Clin Exp Dent* [Internet]. 2023 [cited 2025 May 20];15(10):e804–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37933399/>
157. Marques Ferreira M, Martinho JP, Duarte I, Mendonça D, Craveiro AC, Botelho MF, et al. Evaluation of the Sealing Ability and Bond Strength of Two Endodontic Root Canal Sealers: An In Vitro Study. *Dent J (Basel)* [Internet]. 2022 Nov 1 [cited 2025 May 26];10(11). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36354646/>
158. Nouroloyouni A, Samadi V, Salem Milani A, Noorolouny S, Valizadeh-Haghi H. Single Cone Obturation versus Cold Lateral Compaction Techniques with Bioceramic and Resin Sealers: Quality of Obturation and Push-Out Bond Strength. *Int J Dent* [Internet]. 2023 [cited 2025 Jun 2];2023. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36704662/>
159. Wang Y, Tang M, Yang X, Yang J. Evaluating the penetration, interfacial adaptation, and push-out bond strength of four bioceramic-based root canal sealers. *BMC Oral Health* [Internet]. 2025 Dec 1 [cited 2025 May 26];25(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40399906/>
160. Carvalho CN, Grazziotin-Soares R, De Miranda Candeiro GT, Martinez LG, De Souza JP, Oliveira PS, et al. Micro Push-out Bond Strength and Bioactivity Analysis of a Bioceramic Root Canal Sealer. *Iran Endod J* [Internet]. 2017 [cited 2024 Aug 12];12(3):343. Available from: [/pmc/articles/PMC5527212/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/305527212/)

161. Yavari H, Shahi S, Galledar S, Samiei M, Janani M. Effect of retreatment on the push-out bond strength of MTA-based and epoxy resin-based endodontic sealers. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* [Internet]. 2017 Mar 15 [cited 2025 May 31];11(1):43–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28413595/>
162. Alovisei M, Palopoli P, Comba A, Allais L, Roggia A, Baldi A, et al. Morphological Analysis and Bond Strength to Root Canal Dentin of Endodontically Treated and Retreated Teeth: An Ex Vivo Study. *J Adhes Dent* [Internet]. 2024 Oct 14 [cited 2025 May 31];26:231–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39397758/>
163. Hadid GG, Ventura MA, Ramirez I, Assis HC de, Camargo RV de, Sousa-Neto MD de, et al. Influence of Initial Root Canal Treatment on Intratubular Penetrability and Bond Strength of Nonsurgical Retreatment: An In Vitro Study. *J Endod* [Internet]. 2024 Oct 1 [cited 2025 May 31];50(10). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39094780/>
164. Sönmez IŞ, Sönmez D, Almaz ME. Evaluation of push-out bond strength of a new MTA-based sealer. *Eur Arch Paediatr Dent* [Internet]. 2013 Jun 1 [cited 2025 Jan 29];14(3):161–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23645545/>
165. Shokouhinejad N, Gorjestani H, Nasseh AA, Hoseini A, Mohammadi M, Shamshiri AR. Push-out bond strength of gutta-percha with a new bioceramic sealer in the presence or absence of smear layer. *Australian Endodontic Journal* [Internet]. 2013 Dec [cited 2025 May 8];39(3):102–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24279654/>
166. Jaganath BM, Rudranaik S, Krishnegowda SC, Nirmala KB, Nagashetty YH. Comparative evaluation of push-out bond strength and mode of failure of three different obturating materials: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics* [Internet]. 2024 Jun 1 [cited 2025 May 28];27(6):608–12. Available from: https://journals.lww.com/jcde/fulltext/2024/27060/comparative_evaluation_of_push_out_bond_strength.9.aspx

167. Rached-Junior FJA, Sousa-Neto MD, Souza-Gabriel AE, Duarte MAH, Silva-Sousa YTC. Impact of remaining zinc oxide-eugenol-based sealer on the bond strength of a resinous sealer to dentine after root canal retreatment. *Int Endod J* [Internet]. 2014 [cited 2025 May 28];47(5):463–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23952130/>
168. Donnermeyer D, Dornseifer P, Schäfer E, Dammaschke T. The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers. *Head Face Med* [Internet]. 2018 Aug 20 [cited 2025 Feb 8];14(1):1–7. Available from: <https://link.springer.com/articles/10.1186/s13005-018-0170-8>

