

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

**KÖK KANALLARINDA FARKLI İRRİGASYON SOLÜSYONU
KULLANIMININ KALSIYUM SİLİKAT İÇERİKLİ
MATERYALLERİN DENTİNE BAĞLANMA DAYANIMINA
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ
Burak Osman AÇIKGÖZ

Danışman

Doç. Dr. Pelin TÜFENKÇİ

HATAY – 2023

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

**KÖK KANALLARINDA FARKLI İRRİGASYON SOLÜSYONU
KULLANIMININ KALSIYUM SİLİKAT İÇERİKLİ
MATERYALLERİN DENTİNE BAĞLANMA DAYANIMINA
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ
Burak Osman AÇIKGÖZ

Danışman

Doç. Dr. Pelin TÜFENKÇİ

Bu tez, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
22. DHU. 005 nolu proje olarak desteklenmiştir.

HATAY – 2023

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

**KÖK KANALLARINDA FARKLI İRRİGASYON SOLÜSYONU
KULLANIMININ KALSİYUM SİLİKAT İÇERİKLİ
MATERYALLERİN DENTİNE BAĞLANMA DAYANIMINA
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ
Burak Osman AÇIKGÖZ

Bu tez aşağıda isimleri yazılı tez jürisi tarafından 26/10/2023 günü sözlü olarak yapılan tez savunma sınavında oybirliği ile kabul edilmiştir.

Tez jürisi:

Jüri Başkanı: Doç. Dr. Pelin TÜFENKÇİ

Üye: Doç. Dr. Koray YILMAZ

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Merve SARI

Bu tez, Dekanlığımız Endodonti Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

....../....../2023

Prof. Dr. Mustafa ZORTUK
Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tez çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren ve her konuda desteğini hissettiren tez danışmanım ve değerli hocam Doç. Dr. Pelin TUFENKÇİ'ye

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

Tez çalışmamın analiz sonuçlarının kontrolünde bana yardımını esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi. Merve SARI' ya

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

Uzmanlık eğitim süresince her zaman yanımda olan, yardım ve desteklerini esirgemeyen, değerli çalışma arkadaşlarım ve bölümümüze sonradan katılan diğer çalışma arkadaşlarıma,

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

Büyük bir fedakarlıkla yanımda olan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşim Büşra AÇIKGÖZ'e ve kızım Zehra AÇIKGÖZ'e sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
ABSTRACT.....	XII
1. GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Mekanik Preparasyon.....	3
2.2. Kök kanal preparasyonunun amacı:	3
2.3. Reciprokal Hareketli Kanal Eğe Sistemi.....	3
2.4. Smear Tabakası.....	4
2.5. İrrigasyon	5
2.5.1. İrrigasyon Tanımı	5
2.5.2. İrrigasyon Amaçları.....	6
2.5.3. İdeal Bir İrrigasyon Ajanının Genel Özellikleri	6
2.6. İrrigasyon Solüsyonları	7
2.6.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)	7
2.6.1.1. NaOCl'nin Doku Çözücü ve Smear Tabakası Üzerindeki Etkisi	8
2.6.1.2. NaOCl'nin Dentin ve Bağlanma Üzerindeki Etkisi.....	8
2.6.2. Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA).....	9
2.6.2.1. EDTA' nın Tarihsel Gelişimi	9
2.6.2.2. EDTA' nın Kimyasal Yapısı ve Etki Mekanizması.....	10
2.6.2.3. EDTA'nın Konsantrasyonu	11
2.6.2.4. EDTA'nın Doku Çözücü ve Smear Tabakası Üzerine Etkisi.....	11

2.6.2.5. EDTA'nın Dentin ve Bağlanma Üzerine Etkisi	12
2.6.3. Glikolik Asit	14
2.7. Kök Kanallarının Doldurulması	15
2.8. Kök Kanal Dolgu Materyalleri.....	16
2.8.1. Kor Materyaller	16
2.8.1.1. Gutta Perka	16
2.8.1.2. Reçine Bazlı Kon Materyalleri	17
2.8.2. Kök Kanal Dolgu Patları	17
2.8.2.1. Kök Kanal Dolgu Patlarının Özellikleri	18
2.8.2.1.1. Biyouyumluluk.....	18
2.8.2.1.2. Akıcılık.....	18
2.8.2.1.3. Çözünürlük.....	18
2.8.2.1.4. Radyoopasite	19
2.8.2.1.5. Sertleşme Süresi	19
2.8.2.1.6. Sökülebilirlik.....	19
2.8.2.1.7. Antimikrobiyal Aktivite	19
2.8.2.1.8. Adezyon	20
2.8.2.2. Kök Kanal Dolgu Patlarının Sınıflandırılması.....	20
2.8.2.3. Mta Bio Seal Kanal Dolgu Patı.....	21
2.8.2.4. Cera Seal Kanal Dolgu Patı	21
2.9. Bağlanma Dayanımı.....	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	24
3.1. Güç Analizi ve Örnek Sayılarının Belirlenmesi.....	24
3.1.2. Örneklerin Seçilmesi	24
3.2. Kök Kanalında Çalışma Boyunun Tespit Edilmesi	25
3.3. Kök Kanallarının Mekanik Preparasyonu	25

3.4. Çalışmada Kullanılan Glikolik Asit Solüsyonu	27
3.5. Deney Grupları ve Final İrrigasyonun Uygulanması	27
3.6. Kök Kanal Boşluğunun Doldurulması	29
3.7. İtme Bağlanma Dayanımı Testine Örneklerin Hazırlanması	31
3.8. Örneklerden Kesit Alınması.....	32
3.9. Push-Out Testi Uygulaması	35
3.10. İstatistiksel Analiz	37
5. BULGULAR.....	38
6. TARTIŞMA	43
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	54
8. KAYNAKLAR	55
EKLER.....	67
EK-1:Etik Kurul Karar Formu	67
ÖZGEÇMİŞ	68

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. EDTA'nın yapısal formülü.....	10
Şekil 2.2. EDTA bağlanmasının kimyasal yapısı ve mekanizması	10
Şekil 3.1. X smart plus endomotor	26
Şekil 3.2. NIC R 40 eğesi	26
Şekil 3.3. %17 Glikolik asit solüsyonu.....	27
Şekil 3.4. %17 EDTA irigasyon solüsyonu	28
Şekil 3.5. Kullanılan 40.06 boyutundaki kağıt koniler	29
Şekil 3.6. Itena mta bio seal kanal dolgu patı	30
Şekil 3.7. Meta Biomed Ceraseal kanal dolgu patı.....	30
Şekil 3.8. Kullanılan 0.40 çapındaki lentülo ve NIC R40 gutta perka	30
Şekil 3.9. Etüvde bekletilmek üzere hazırlanan örnekler	30
Şekil 3.10. Elde edilen silikon kalıp	31
Şekil 3.11. Sırasıyla, örneklerin siyanoakrilat ile plastik çubuklara yapıştırılması ve akrilik rezine gömülmesi.....	32
Şekil 3.12. Örneklerin akrilik rezine gömülmesi sonucu elde edilen model	32
Şekil 3.13. Struers Accutom-10 hassas kesme cihazı.....	33
Şekil 3.14. Hassas kesit alınması sırasında elde edilen görüntü.....	33
Şekil 3.15. Alınan kesitlerin görsel şekli	34
Şekil 3.16. Kesit kalınlığının dijital kumpas ile kontrol edilmesi	34
Şekil 3.17. Elde edilen kesitlerden örnekler	35
Şekil 3.18. Besmak universal test cihazı.....	36
Şekil 3.19. Push-out test cihazına kesitlerin yerleştirilmesi sırasında alınan görüntü.....	36
Şekil 3.20. Push-out testi (basma testi) uygulanırken görüntüsü.....	36
Şekil 4.1. Grupların 4.mm ve 9.mm kesitlerdeki bağlanma dayanımı değerleri (MPa).....	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Kök kanal dolgu patlarının sınıflandırılması	20
Çizelge 2.1. Deney grupları	28
Çizelge 3.1. Tüm grupların 4. mm ve 9. mm kesitlerdeki bağlanma dayanımı sonuçları ..	38
Çizelge 3.2. 4.mm'den alınan kesitlerdeki bağlanma dayanımı sonuçları	40
Çizelge 3.3. 9. mm'den alınan kesitlerdeki bağlanma dayanımı sonuçları	41



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ark.	: Arkadaşları
⁰ C	: Derece
C. albicans	: Candida albicans
Ca	: Kalsiyum
Ca(OH) ₂	: Kalsiyum Hidroksit
EDTA	: Etilen diamin tetra asetik asit
Mikro-CT	: Mikro bilgisayarlı tomografi
Mm	: Milimetre
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
Ni-Ti	: Nikel Titanyum
P	: Fosfor
pH	: Asitlik-Bazlık değer
%	: Yüzde
Ni-Ti	: Nikel-titanyum
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
Ph	: Power of Hydrogen (Hidrojenin gücü)
CHX	: Klorheksidin Diglukonat
MTAD	: Mixtures of Tetracycline, Citric acid and Detergent
Mg	: Miligram
Dk	: Dakika
ml	: Mililitre
MMP	: Matriks Metalloproteinaz
AHA	: Alfa Hidroksi Asit
PLGA	: Polilaktik-ko-Glikolik Asit
pKa	: Asit ayrıştırma sabitinin logaritmik değeri
Bis-GMA	: Bisfenol-A Glisidil Metakrilat
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı
MTA	: Mineral Trioksit Agregat
mm	: Milimetre
rpm	: Revolutions Per Minute (Dakikadaki Devir Sayısı)

sn	: Saniye
N	: Newton
MPa	: Megapaskal
mm ²	: Milimetreka
π	: Pi Sayısı
r	: Radius (Kök kanalının yarıçapı)
h	:Yükseklik (Kesitlerin kalınlığı)
SPSS	: Sosyal Bilimler için istatistik Paketi
P	: Anlamlılık Düzeyi
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
Min	: Minimum
Maks	: Maksimum
Ort	: Ortalama
SS	: Standart Sapma
SH	: Standart Hata
KIBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

ÖZET

Kök Kanallarında Farklı İrrigasyon Solüsyonu Kullanımının Kalsiyum Silikat İçerikli Materyallerin Dentine Bağlanma Dayanımına Etkisinin Değerlendirilmesi

Giriş ve Amaç: Kök kanal tedavisinde smear kaldırılması amacıyla kullanılmakta olan final irrigasyon solüsyonlarının (% 17 glikolik asit, % 17 EDTA ve distile su) kalsiyum silikat esaslı (Cera Seal ve Mta Bio Seal) kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımına etkisini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada 68 adet çürüksüz, rezorbsiyon ve malformasyon bulunmayan insan alt premolar dişi kullanılmıştır. Numune olarak kullanılan dişlerin koronal kısmı çalışma uzunlukları 13 mm olacak şekilde uzaklaştırılmıştır. Kök kanal preparasyonu NIC Reciproc R40 (milestone education LLC livengten USA) egesistemi ile yapıldı. Örnekler farklı final irrigasyon prosedürü ve kanal dolgu patı uygulanmak amacıyla rastgele 4 gruba dağıtılmıştır. Grup1 % 17 EDTA ile final irrigasyonu sonrası Itena mta bio seal kanal dolgu patı ile dolgu yapılan gruptur. Grup 2 % 17 EDTA ile final irrigasyonu sonrası Cera Seal kanal dolgu patı yapılan gruptur. Grup 3 % 17 glikolik asit ile final irrigasyonu sonrası Mta Bio Seal kanal dolgu patı yapılan gruptur. Grup 4 % 17 glikolik asit ile final irrigasyonu sonrası Cera Seal kanal dolgu patı ile dolgu yapılan gruptur.

Örneklerden, apikal konstriksiyondan itibaren 4. ve 9. mm seviyesinden hassas kesitler alınmıştır. Push-out testi yapılarak, kesitlerdeki kök kanal dolgusunun bağlanma dayanımı değerleri hesaplanmıştır. Verilerin Normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile incelendi. Değişkenlerin normal dağılım göstermediği belirlendiği için, tüm gruptaki bağlanma dayanımı verileri Kruskal Wallis testi ile değerlendirildi. Aynı örnekten alınan iki kesit (4. mm ve 9. mm) arasındaki farkın belirlenmesinde ise Mann Whitney U testi kullanıldı. İstatistiksel olarak önem düzeyi ($p < 0,05$) olarak alınmıştır.

Bulgular: Gruplar arasında yapılan değerlendirmede 4. ve 9. mm'den alınan her iki kesitte de %17 glikolik asit kullanılan grup 3 ve grup 4 de bağlanma dayanımı EDTA kullanılan gruptan istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturacak şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Tüm grupta 9.mm'den alınan kesitlerdeki bağlanma dayanımı 4.mm den alınan kesitlerden istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturacak şekilde yüksek bulundu ($p < 0,05$). Çalışmada kullanılan kalsiyum silikat esaslı kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Sonuç: Tüm grupta Cera Seal kanal dolgu patı ile Itena mta bio seal kanal dolgu patının bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Final irrigasyon solüsyonu olarak şelasyon ajanlarından % 17'lik glikolik asit ve % 17'lik EDTA kullandığımız çalışmamızda % 17 glikolik asit kullanılan tüm grupta istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturacak şekilde daha yüksek bağlanma dayanımı değeri gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Glikolik asit, EDTA, Push-out, Bağlanma dayanımı, İrrigasyon

ABSTRACT

Evaluation of the Effect of Using Different Irrigation Solutions in Root Canals on the Bond Strength of Calcium Silicate-Containing Materials to Dentin

Introduction and Aim: To investigate the effect of final irrigation solutions (17 % glycolic acid, 17 % EDTA and distilled water) used for smear removal in root canal treatment on the bond strength of calcium silicate-based Cera Seal and Mta Bio Seal canal filling pastes.

Materials and Methods: 68 caries-free, resorption and malformation-free human lower premolar teeth were used in the study. The coronal part of the teeth used as the sample was removed with a working length of 13 mm. Root canal preparation was done with NIC Reciproc R40 (milestone education LLC livengten USA) file system.

The samples were randomly divided into 4 groups in order to apply different final irrigation procedure and canal filling paste. Group1 is the group that was filled with Itena mta bio seal canal filling paste after final irrigation with 17 % EDTA. Group 2 is the group in which Meta biomed ceraseal canal filling paste was applied after final irrigation with 17% EDTA. Group 3 is the group in which Itena mta bio seal canal filling paste was applied after final irrigation with 17% glycolic acid. Group 4 is the group that was filled with Meta biomed ceraseal canal filling paste after final irrigation with 17 % glycolic acid.

Precise sections were taken from the samples at the level of 4. and 9. mm from the apical constriction. The bond strength values of the root canal filling in the sections were calculated by performing the push-out test. The conformity of the data to the Normal distribution was examined using the Shapiro Wilk test. Since it was determined that the variables did not show normal distribution, bond strength data in all groups were evaluated with the Kruskal Wallis test. The Mann Whitney U test was used to determine the difference between two sections (4mm and 9mm) taken from the same sample. The statistical significance level was taken as ($p < 0.05$).

Results: In the evaluation made between the groups, bond strength in group 3 and group 4 in which 17 % glycolic acid was used in both sections taken from the 4th and 9th mm was found to be statistically significantly higher than the groups using EDTA ($p < 0.05$). In all groups, bond strength in sections taken from the 9th mm was found to be higher than the sections taken from the 4th mm, making a statistically significant difference ($p < 0.05$). There was no statistically significant difference between the bond strength values of the calcium silicate based root canal fillers used in the study.

Conclusion: When the bond strength values of Cera Seal canal sealant and Mta Bio Seal canal sealant were compared in all groups, no statistically significant difference was found ($p > 0.05$).

In our study, in which we used 17 % glycolic acid and 17 % EDTA, which are chelating agents, as the final irrigation solution, it showed a higher bond strength value in all groups using 17 % glycolic acid, making a statistically significant difference.

Keywords: Glycolic acid, EDTA, Push-out, Bond strength, Irrigation.

1. GİRİŞ

Pulpa ve periapikal hastalıkların patogeneğinde mikroorganizmaların etkili olduğu bildirilmiştir.¹ Mikroorganizmaların enfekte kök kanal sistemlerinden uzaklaştırılması için çeşitli enstrümantasyon tekniklerinin, irrigasyon rejimlerinin ve kanal içi ilaçların kullanılması gerekmektedir. Özellikle karmaşık kök kanal anatomisine sahip dişlerde, mekanik enstrümantasyon mikroorganizmalardan tamamen arındırılmış bir kök kanal sistemi oluşturulmasında yetersiz kalmaktadır. Deneysel ve klinik kanıtlar, mekanik enstrümantasyon sonucunda kök kanal duvarlarının önemli kısımlarının prepare edilmeden kaldığını göstermiştir.²

Kök kanallarında kalan herhangi bir pulpa dokusunun, kalan mikroorganizmalar için bir besin kaynağı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca doku kalıntıları, kök kanal irrigasyon maddelerinin ve ilaçların antimikrobiyal etkinliğini engeller. Bu nedenle, artık dokuyu uzaklaştırmak ve mikroorganizmaları öldürmek için kimyasal irrigasyon ve dezenfeksiyon gereklidir.³ Dolgu materyalleri üzerine devam eden araştırmalar, kök kanal tedavisinin başarısızlığının birincil nedeninin, yetersiz doldurulmuş ve sızıntı yapan bir kök kanalında mikroorganizmaların ve yan ürünlerinin apikal göçü olduğu kavramına dayanmaktadır.⁴ Caicedo ve ark.'ları⁵ bu bulgulara katılmış ve kök kanal dolgusunun ideal olarak hem gütaperkaya hem de kanal duvarlarına sızdırmaz bir şekilde bağlanması gerektiğini bildirmiştir.

Smear tabakasının varlığı, kanal patlarının kök kanal duvarlarına yapışmasında önemli bir rol oynar. Smear tabakası kaldırıldığında kök kanal patının adhezyon gücünde ve mikrosızıntıya karşı direncinde önemli bir artış olduğu çalışmalarda gösterilmiştir. Endodontik tedavide kullanılan irrigasyon solüsyonları kanal dolgularının adhezyonunu etkilemektedir.⁶

Hidroksi asitler, bir veya daha fazla hidroksil grubu içeren organik asitlerdir. Glikolik asit(C₂H₄O₃) alfa hidroksi asitler olarak bilinen doğal olarak oluşan organik asitler grubunun en küçüğüdür. Glikolik asitin in vivo ve in vitro çalışmalarda kollajen sentezini ve fibroblast proliferasyonunu arttırdığı bildirilmektedir.⁷ Glikolik asit, minimum olumsuz biyolojik yan etkilerinden dolayı smear tabakasının kök kanal dentini yapısında uzaklaştırmak için uygun bir ajan olarak görülmüştür.⁸

Yapılan bir çalışmada, restorative prosedürlerde dentin dokusunun asit ile pürüzlendirilmesinde glikolik asit ile EDTA arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Glikolik asidin EDTA'dan daha az sitotoksik olduğu diş hekimliğinde mine ve dentin şelasyonu amacıyla kullanılabileceği bildirilmiştir.⁹

Kök kanal preparasyonundan sonra kök kanal duvarlarından smear tabakasının çıkarılmasında glikolik asit, EDTA ve sitrik asidin benzer sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir.¹⁰ Bello ve ark.¹¹ endodonti de final irrigasyon solüsyonu amacıyla glikolik asit kullanılabileceğini bildirmiştir.

Bu tez çalışmasının hedefi; farklı final irrigasyon prosedürlerinin (% 17 EDTA, % 17 glikolik asit) ve iki farklı kalsiyum silikat esaslı kök kanal dolgu patının Mta Bio Seal (Itena Clinical, France) kanal dolgu patı, CeraSeal (Meta Biomed, Cheongju, Kore) kök kanal dolgu patı) dentine olan bağlanma dayanımına etkisini incelemektir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Mekanik Preparasyon

Kök kanalının mekanik preparasyonu kök kanalından nekrotik, enfekte dentin dokusunun uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Kök kanal preparasyonu sırasında kimyasal irigasyon solusyonu kullanılmasına ise kemomekanik preperasyon denir.¹² Kök kanalının kemomekanik preperasyonunda amaç, preparasyon sonrası pulpa odasında kalan; canlı ve nekrotik pulpa kalıntılarının, mikroorganizmaların, enfekte dentin dokusunun elimine edilmesidir.¹³

2.2. Kök kanal preparasyonunun amacı:

- Kök kanalı, kök apeksinden koronale doğru sürekli olarak genişleyen şekilde olmalıdır.
- Kök kanal preparasyonu kanalın orijinal şeklini korumalıdır .
- Apikal foramen korunmalıdır.
- Kök kanalların tamamen temizlenmesi ve şekillendirilmesi gerekmektedir.
- Kanal içi ilaç tedavisi ve potansiyel eksuda alımı için kanal genişletme sırasında yeterli alan yaratılması gerekmektedir.
- Sağlıklı dentin dokusu korunmalıdır.¹⁴

2.3. Reciprokal Hareketli Kanal Eğe Sistemi

Endodontide endomotor eğe enstrümanları, kök kanal preparasyonunun kalitesini, etkinliğini iyileştirmiş ve prosedür hatalarını önemli ölçüde azaltmıştır. Endodontik eğeler

tasarımlarında, alaşımlarının yüzey ve ısıl işlemlerinde bir dizi değişikliğe uğramıştır. Ayrıca, güvenliği ve verimliliği artırmak için nikel-titanyum (NiTi) alaşımının özelliklerini optimize eden yeni gelişmeler olmuştur.¹⁵ NiTi döner aletler, kanal şekillendirme sırasında büyük kolaylıklar sağlamışlardır. Çünkü bu aletler, paslanmaz çelik eğelere göre esneklik, kesme etkinliği, çalışma süresi ve kanal anatomisine uyum sağlama açısından avantajlara sahiptir.¹⁶

Resiprokal hareket ile etkinlik gösteren tek ege NiTi sistemleri, Reciproc (VDW, Münih, Almanya) ve WaveOne (WO; Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), tek bir ege kullanarak kök kanal preparasyonu sağlayarak çoklu ege sistemlerinden daha az zaman gerektirmektedir.¹⁷ Reciproc Ni-Ti sistemlerinin reciprocal hareketi, saat yönünün tersine kesme ve saat yönünde serbest bırakılma şeklinde hareketle alet üzerindeki stresi azaltır, böylece sürekli rotasyon hareketi kullanan sistemlere kıyasla dayanıklılıklarını ve döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerini artırır.¹⁸

Birçok çalışma, resiprokal hareketin Ni-Ti ege sistemlerinin döngüsel yorgunluğa karşı direncini arttırdığını göstermiştir.¹⁹ Taper açısı, eğelerin apeksinden 3 mm uzağa sabitlenir orta ve koronal bölümlerde azalır.²⁰ Reciproc egesi, 2 kesici kenarlı S şeklindedir.²¹ Reciproc ege sistemi M-Wire alaşımından yapılmıştır.²²

Çalışmamızda Nic RC File (Shenzhen Superline Technology co.ltd.Shenzhen/CHINA) kanal egesi kullanıldı. Nic RC File R40 kanal egesi 0.40 mm apikal çapa ve 0.06 taper açısına sahiptir. M-Wire alaşımdan üretilmiştir. “S” şeklinde kesit yapısına sahiptir. 170° saat yönünde 50° saat yönünün tersine dönerek 3 harekette bir tam turu tamamlar. Saat yönünün tersine kesme etkinliği gösterir.

2.4. Smear Tabakası

Smear tabakası ilk olarak 1970 yılında Eickert ve ark.²³ tarafından taramalı elektron mikroskobu (SEM) eklentisine sahip elektron mikroskobu kullanılarak yapılan çalışmada bildirilmiştir. Smear tabakası, kavite preparasyonu veya kök kanal enstrümantasyonu esnasında oluşan; dentin dokusu, nekrotik kalıntılar, mikroorganizmalar ve odontoblast hücresi, bakteri kalıntıları gibi organik ve inorganik maddelerden oluşan dentin tübüllerinin ağzını tıkayan kalıntılardır.²⁴

Smear tabakasının 2-5µm kalınlığında olduğu ve dentin tübüllerine birkaç mikrometre kadar uzandığı bildirilmiştir.²⁵ Smear tabakası kök kanalındaki dentin yüzeyini kaplar kök kanalının dezenfeksiyonuna ve sızdırmaz bir şekilde doldurulmasına engel olur.²⁶

Smear tabakası kanal içi medikamentlerin irrigasyon solüsyonlarının, kanal dolgu materyallerinin etkinliğini azaltmaktadır.²⁷ Smear tabakasının varlığı, kök kanal dolgusunun sızdırmazlığını tehlikeye atar ve yeniden enfeksiyon olasılığını artırır.²⁸ Önceki çalışmalarda smear tabakasının kaldırılmasında klinisyenlerin bir kalsiyum şelatlayıcı ajan olan etilendiamin tetraasetik asit (EDTA) ve glikolik asit'in, sodyum hipoklorit (NaOCl) solüsyonu ile birlikte kullanılması önerilmektedir.²⁸

Smear tabakası kaldırıldığında dentin tübüllerinin açılması sebebiyle kanal içi medikamentlerin, irrigasyon solüsyonlarının kanal dolgu materyallerinin dentin tübüllerindeki etkinliği artmaktadır.²⁹ Kök kanal dezenfeksiyonu için kullanılan antibakteriyel solüsyonların, enfekte dentindeki bakterilere etki edebilmesi için öncelikle smear tabakasının kaldırılması gerekir. Enstrümantasyon sırasında ve sonrasında sodyum hipoklorit (NaOCl) ve EDTA, sitrik asit, glikolik asit gibi organik ve inorganik çözücü solüsyonları kullanarak dentin yüzeyinin temizlenmesi ve kök kanal sistemindeki bakterilerin yok edilmesi gerekmektedir.³⁰

2.5. İrrigasyon

2.5.1. İrrigasyon Tanımı

Endodontide kök kanal irrigasyonu, kök kanal sisteminden debrislerin uzaklaştırılıp dezenfeksiyonun sağlanması amacıyla kök kanalının irrige edilmesidir.³¹

2.5.2. İrrigasyon Amaçları

Kanal tedavisinin başarısı, pulpa dokusunu, dentin kalıntılarını ve mikroorganizmaları ortadan kaldıracak doğru bir kemomekanik dezenfeksiyona ve böylece endodontik enfeksiyona neden olan etiyolojik faktörlerin ortadan kaldırılmasına bağlıdır. Bu nedenle, pulpa dokusu ve dentin kalıntılarını çıkarmak için kök kanal enstrümantasyonuna daima irrigasyon eşlik etmelidir. İrrigasyon olmadan kök kanalında debris birikir ve bu durum kök kanal aletlerinin etkinliğinin azalmasına sebep olur.³²

Endodontide irrigasyon ile elde edilecek etkiler başlıca üç tanedir:

Kimyasal: Organik ve inorganik dokuların çözünmesi, dentin ve smear tabakası kalıntılarının uzaklaştırılması. Kimyasal olarak aktif irrigasyon solusyonları etkili olur. (sodyum hipoklorit, EDTA, sitrik asit, glikolik asit).³³

Mekanik: kök kanalının lubrikasyonu ve mikroorganizmaların, biyofilmlerin, pulpa dokusu kalıntılarının, irrigasyon akımı tarafından oluşan kuvvetler sayesinde dentin kalıntılarının mekanik olarak uzaklaştırılması. Bu etkiler hem kimyasal olarak aktif irrigatörlerden (sodyum hipoklorit) hem de inert irrigasyonlardan (su, tuzlu su) beklenir.³³

Biyolojik: anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalara karşı etkinlik, biyofilm eradikasyonu, endotoksinlerin inaktivasyonunda etkisi olur.³⁴

2.5.3. İdeal Bir İrrigasyon Ajanının Genel Özellikleri

Sistemik olarak toksik olmamalıdır.

Periodontal dokular için kostik olmamalıdır.

Anafilaktik reaksiyona neden olma potansiyeli çok az olmalıdır.

Geniş bir antimikrobiyal spektruma sahip olmalıdır.

Nekrotik pulpa dokusunu çözebilmelidir

Endotoksinleri inaktive edebilmelidir

Smear tabakasını kaldırmalıdır.

Biyofilmi kaldırmalıdır.³⁵

Kök kanal sisteminin lubrikasyonu

İnorganik ve organik maddelerin çözmelidir.

Antimikrobiyal etkisi bulunmalıdır.

Sitotoksitenin olmamalıdır.

Diş dokusunda renklenmeye neden olmamalıdır.

Diş dokusunun mikroyapısının değiştirilmemelidir.^{37, 39}

2.6. İrrigasyon Solüsyonları

2.6.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

NaOCl de irigasyon solüsyonlarının bulundurması gereken özelliklerin birçoğu bulunduğundan dolayı endodontide kullanılan temel irigasyon solüsyonudur. İlk olarak, ağartma maddesi olarak hipoklorit çözeltileri kullanıldı. Koch ve Pasteur'ün kontrollü laboratuvar çalışmaları sonucu 19. Yüzyılda dezenfektan ajanı olarak geniş bir kabul gördü. Kimyager Henry Drysdale Dakin ve cerrah Alexis Carrel Dakin'in enfekte nekrotik doku üzerine tamponlu % 0.5 sodyum hipoklorit solüsyonunun kullanımını enfekte yaraların pansumanında kullanılabileceğini bildirmesi üzerine sonraki dönemde nekrotik doku üzerinde etki gösterebildiğinden dolayı endodontide kullanılmaya başlanmıştır.³⁶ Ayrıca NaOCl tüm mikroplar üzerinde geniş spektrumlu, spesifik olmayan öldürme etkinliklerinin yanı sıra, hipoklorit preparatları spor ve virüs öldürücüdür.³⁷

Sodyum hipoklorit kök kanal irigasyonunda kullanılırken yoğunluğu artırıldığında Enterococcus faecalis ve tüm C. albicans hücrelerinin üzerinde etkinliği arttığı gösterilmiştir.³⁸ Sodyum hipoklorit endodontide genel olarak % 0, 5 ile % 6 arasındaki konsantrasyonlarda kullanılmaktadır.³⁹ Bununla birlikte bazı klinik çalışmalar antibakteriyel etkide % 0. 5 ile % 5 NaOCl konsantrasyonlarının arasında anlamlı bir fark bulmamıştır.^{40, 41} Daha sık ve fazla hacimde irigasyon solüsyonu kullanımı, konsantrasyonun etkilerini telafi ederek NaOCl çözeltisinin antibakteriyel etkinliğini korumaktadır.

2.6.1.1. NaOCl'nin Doku Çözücü ve Smear Tabakası Üzerindeki Etkisi

Endodontide en sık kullanılan irrigasyon maddesi bakterisit özelliği ve doku çözücü etkisi nedeniyle sodyum hipoklorittir.⁴² Sodyum hipoklorit çözeltisi, dentin dokusunun organik bileşenlerinin çözerek dentinin mekanik özelliklerini etkileyebilmektedir.⁴³ Sodyum hipoklorit dentinin inorganik kısmını çözemez smear dokusunu etkili kaldırabilmek amacıyla şelasyon ajanıyla beraber final irrigasyonun da kullanmak gerekir.⁴²

Sodyum hipoklorit, proteolitik etkisi ile organik dokuyu etkili bir şekilde çözer yağ asitleri için bir çözücü görevi görerek onları yağ asidi tuzlarına (sabun) ve kalan çözeltinin yüzey gerilimini azaltan gliserole (alkol) dönüştürür. Buna NaOCl nin sabunlaşma reaksiyonu denir.⁴³ Yapılan bir çalışmada NaOCl'nin, doku çözücü özelliğinin aktivasyon sıklığı, irrigasyon solüsyonu miktarı, dentin dokusunun yüzey alanı olmak üzere üç faktöre bağlı olduğu belirtilmiştir.⁴⁴ Domuz kesici diş pulpalarında iki farklı konsantrasyonda NaOCl'nin doku çözme yeteneğinin değerlendirildiği bir çalışmada daha yüksek konsantrasyona sahip NaOCl'nin dokunun daha hızlı çözünmesini sağladığını bildirmişlerdir. NaOCl'in, endodontik bir irrigasyon solüsyonu olarak en iyi doku çözme kabiliyetini sergileyen güçlü bir proteolitik ajan olduğu bildirilmiştir.⁴⁵

2.6.1.2. NaOCl'nin Dentin ve Bağlanma Üzerindeki Etkisi

Dentin ağırlıkça yaklaşık % 22 organik maddeden oluşur. Bunun çoğu, dentinin mekanik özelliklerine önemli ölçüde katkıda bulunan tip I kollajenden oluşur.⁴⁶ NaOCl çözeltisi, dentinin organik bileşenlerinin bozunmasına neden olarak mekanik dentin özelliklerini etkileyebilir.

Sığır dentini üzerine yapılan bir araştırma, kök kanal tedavisinin zaman çerçevesi içinde, konsantre hipoklorit solüsyonlarının dentin biyomekaniği üzerinde istenmeyen etkilere neden olduğunu göstermiştir.⁴⁷ Dentinin 2 saatlik NaOCl solüsyonlarına %3' den daha fazla maruz kalması, fizyolojik saline kıyasla insan dentinin elastik modülünü ve eğilme mukavemetini önemli ölçüde azaltır.⁴⁸ NaOCl, biyomedikal uygulamalar da dokuları proteinden arındırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır.⁴⁹ NaOCl ayrıca dentin matrisi üzerinde etkili olmaktadır.⁵⁰ NaOCl, yoğunluğu arttıkça kök dentininin mikro

sertliği azalmaktadır.⁴⁷

% 5,25 NaOCl ile irrigasyon yapıldığında tedavinin kontrol grubuyla karşılaştırıldığında bağ kuvvetlerini önemli ölçüde azalttığını bulmuştur. NaOCl açıkta kalan organik matrisi veya yumuşak dokuyu dentinden uzaklaştırır. NaOCl irrigasyonu dolgu materyali ile bağlanmaya daha az açık olan mineralize bir yüzey bırakır. NaOCl'nin dentin matriksini oksitleyerek dolgu ile dentin ara yüzeyinde serbest radikal yayılmasına müdahale ederek daha düşük bağ kuvvetine neden olması muhtemeldir. NaOCl açıkta kalan organik matrisi veya yumuşak dokuyu dentinden uzaklaştırır. Bu şekilde bağlanılacak yüzey alanı azalır.⁵¹

Başka bir çalışma, pulpa odası duvarına NaOCl uygulamasının adezivlerin bağlanma mukavemetini olumsuz etkilediğini göstermiştir. NaOCl dentin yüzeyine uygulandığında kollajen yapının uzaklaştırılmasının hibrit tabaka oluşumunu olumsuz etkileyerek bağlanma dayanımını zayıflattığı bildirilmiştir.⁵² NaOCl'nin irrigasyon solüsyonu olarak kullanımı rezin esaslı dolgu materyallerinin bağlanma dayanımını azalttığı belirtilmiştir.⁵³

2.6.2. Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA)

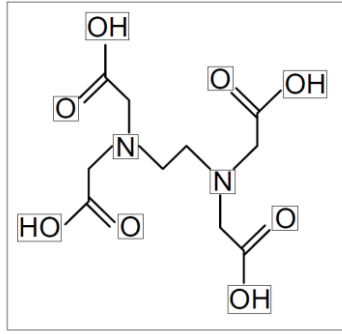
2.6.2.1. EDTA' nın Tarihsel Gelişimi

EDTA'yı ilk Ferdinand Munz etilen diamin ve kloroasetik asidi birleştirerek bulmuştur.⁵⁴ 1941'de Frederick C. Bersworth, farklı ve daha uygun bir sentez kullanarak EDTA'yı sentezlemiştir. Bu, işlem etilen diaminin alkalın siyanometilasyonudur: disodyum EDTA ve amonyak, etilen diaminin formaldehit ve sodyum siyanür ile reaksiyona girmesiyle üretilir. EDTA günümüzde bu şekilde üretilmektedir.⁵⁵ EDTA endodonti de ilk kez Nygaard-Östby tarafından 1957 yılında kök kanala irrigasyonunda kullanılmıştır.⁵⁶

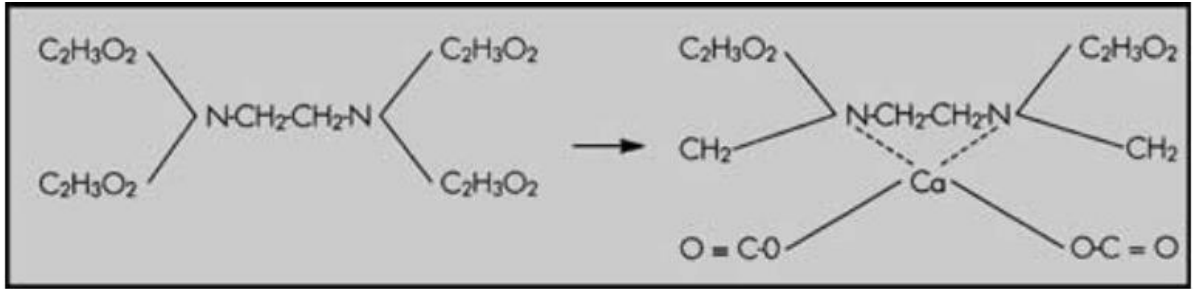
Kök kanal sistemindeki inorganik materyalin çözünmesi için yardımcı solüsyonlar gereklidir. Smear dokusunun kaldırılıp irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin artırılmasında EDTA veya sitrik asit gibi şelasyon ajanları kullanılabilir. Bu şekilde dentin yüzeyinin daha iyi dezenfeksiyonunu sağlanabilmektedir. Bu nedenle EDTA günümüzde diş hekimliğinde kullanılmaktadır.⁵⁷

2.6.2.2. EDTA' nın Kimyasal Yapısı ve Etki Mekanizması

EDTA, smear tabakalarının mineralize kısmını şelatlayabildiği ve kaldırabildiği için sıklıkla bir irrigasyon solüsyonu olarak önerilmektedir. EDTA, kimyasal bileşik etilen daimin tetra asetik asit için yaygın olarak kullanılan bir kısaltmadır. EDTA, $[CH_2N(CH_2CO_2H)_2]_2$ formülüne sahip bir poliamino karboksilik asittir. Bir şelasyon maddesi olarak öne çıkan EDTA Ca^{+2} , Fe^{+3} ve Mg^{+2} gibi metal iyonlarını dokudan uzaklaştırarak şelasyon sağlamaktadır. EDTA metal iyonları ile bağlandığında etkinliği azaldığından dolayı sık irrigasyon gerektirir.⁵⁸



Şekil 2.1. EDTA'nın yapısal formülü



Şekil 2.2. EDTA bağlanmasının kimyasal yapısı ve mekanizması

EDTA bir heksadantat ligand bulundurması ve şelasyon özelliğinden dolayı Ca^{+2} ve Fe^{+3} gibi metal iyonlarını dentinden ayırabilmektedir. Dentini dekalsifiye etmektedir.⁵⁹ Ca^{+2} iyonu dentin dokusundan ayrıldığından EDTA solüsyonu içinde kalır ve solüsyonun etkinliği azalır.⁵⁹ EDTA solüsyonunun şelasyon sağlayarak dentini 5 dakikada içerisinde 20-30 μm derinliğe kadar dekalsifiye ettiği bildirilmiştir.⁶⁰

EDTA gibi şelatörler tüm kalsiyum iyonları ile stabil bir kompleks oluşturur ve smear kaldırma etkinliği azalır. Seidberg ve ark.⁶¹ EDTA'nın özelliklerinin kendi kendini sınırladığını göstermiştir.

Sınırlamanın dentinin demineralizasyonu sırasındaki pH değişikliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.⁶² Nötr koşullar altında, çoğu şelasyon ajanının pH değeri nötrdeğerine yakındır. Dentinden kalsiyumun hidrojen ile değişimi, hidrojen iyonunu artırır pH'da düşüşe neden olur ve EDTA'nın etkinliği zamanla azalır.⁶²

2.6.2.3. EDTA'nın Konsantrasyonu

% 17 konsantrasyonda ve nötr pH'da EDTA'nın disodyum tuzu, kök kanal tedavisi için yaygın olarak tercih edilir. Cury ve ark.⁶³ EDTA solüsyonlarının dentinin demineralizasyonu üzerindeki etkinliğinin pH'dan etkilendiğini ve EDTA solüsyonlarının en büyük demineralizasyon etkinliğinin pH 5.0 ile 6.0 arasında elde edilebileceğini bildirmiştir. Genel olarak ticari EDTA müstahzarları genellikle ortalama pH 7.3'e sahiptir ve nötr pH hidroksiapatit üzerinde daha büyük bir çözünürlük sağlar.⁶⁴ Şelasyon ajanlarının etkinliği genellikle, dentinin sertliği, uygulama süresi, pH ve konsantrasyon gibi birçok faktörden etkilenmektedir. EDTA'nın konsantrasyonu arttıkça şelasyon etkinliği artmaktadır.⁶⁵ Amerikan Endodonti Derneği ve Avrupa Endodonti Derneği, klinisyenlerin son irrigasyon olarak % 17 EDTA solüsyonu kullanmasını önermektedir.⁶⁶

2.6.2.4. EDTA'nın Doku Çözücü ve Smear Tabakası Üzerine Etkisi

Kök kanalındaki smear tabakasının çözünmesi için, organik ve inorganik yapıyı çözen irrigasyon solüsyonu kullanılması gerekmektedir. NaOCl sadece organik kısmı etki göstermektedir. Smear tabakasının ve dentin artıklarının giderilmesini tamamlamak için EDTA ve sitrik asit kullanılmalıdır. EDTA, smear tabakasındaki hidroksiapatit de dahil olmak üzere inorganik yapıyı etkili bir şekilde çözer.⁶⁷ EDTA'nın etkinliğini karşılaştıran farklı bir çalışmada, 1 dakikalık temas süresine sahip 1 ml EDTA'nın 10 ml kadar etkili olduğu gösterilmiştir. Çalışmada 1 ml EDTA, smear tabakasının kaldırılmasında 10 ml kadar etkili bulunmuştur.⁶⁸ % 17 lik EDTA'nın 1dk uygulanmasının smear tabakasının

kaldırılmasında etkili olduğu belirtilmiştir.⁶⁸

Yapılan bir çalışmada % 3 NaOCl ve %17 EDTA ile kök kanal irrigasyonu yapıldığında sonik ve ultrasonik kullanıldığında etkili bir şekilde smear tabakasının kaldırıldığı gösterilmiştir.⁶⁹ EDTA, MTAD ve NaOCl'nin smear tabakası üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada final irrigasyon solüsyonları olarak % 5,25 NaOCl, % 17 EDTA ve BioPure MTAD kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda smear tabakasının kaldırılmasında EDTA solüsyonu istatistiksel olarak en başarılı solüsyon bulunmuştur.⁷⁰

Yapılan farklı bir çalışmada 60 C° de % 3 NaOCl irrigasyonu ile kök kanal preparasyonundan sonra 1 dakika boyunca 1 mL % 17 EDTA, 1 mL % 20 sitrik asit ve 1 mL MTAD, 1 mL Smear Clear, irrigasyonu yapılmıştır. Smear kaldırma etkinliği SEM analizi ile incelenmiştir. Çalışmada % 17 EDTA'nın smear tabakasını kaldırma etkisi, MTAD ve SmearClear'dan daha fazla bulunmuştur.⁷¹

% 15 EDTA, % 10 sitrik asit, % 10 sodyum sitrat, elma sirkesi, % 5 asetik asit ve % 5 malik asit kullanılarak yapılan çalışmada solüsyonların smear kaldırma etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Smear tabakasının kaldırılmasında en etkili irrigasyon solüsyonu %15'lik EDTA solüsyonu olduğu bildirilmiştir.⁷²

EDTA, MTAD ve sitrik asit kullanarak yapılan bir çalışmada solüsyonların apikal üçlüde smear kaldırma etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada 1 ml BioPure MTAD, % 17 EDTA, % 42 sitrik asit veya % 5, 25 NaOCl 'nin 1 dakika süreyle uygulanmasının ardından 3 mL % 5, 25 NaOCl uygulanması smear' i tamamen ortadan kaldırmak için apikal üçlüde yeterli bulunmamıştır.⁷³ Yapılan farklı bir çalışmada EDTA'nın kök kanal irrigasyonunda kullanıldığında smear tabakasını kaldırma etkinliğinin apikale doğru azaldığını bildirilmiştir.⁷⁴

2.6.2.5. EDTA'nın Dentin ve Bağlanma Üzerine Etkisi

Kök kanal tedavisinde smear tabakasını kaldırarak kemo-mekanik debridmanın etkinliğini artırmak için şelasyon ajanları kullanılır.⁷⁵ Smear tabakasının hem organik hem de inorganik bileşenlerinin etkin bir şekilde uzaklaştırılması için genellikle endodontik şelatör solüsyonunun ardından NaOCl kullanılması önerilir.⁷⁶

İlk olarak, EDTA solüsyonunun kullanımı Ostby (1957) tarafından nötre yakın bir pH'ta kalsiyum iyonlarının şelasyonunu teşvik etme yeteneğinden dolayı kalsifiye, dar

veya tıkanmış kanalların enstrümantasyonuna yardımcı olmak için önerilmiştir.⁷⁷ EDTA ve sitrik asit solüsyonları, diğer solüsyonlara kıyasla dentin mikrosertliğini azaltmada güçlü etkiye sahiptir.⁵⁶ Bir çok teori bu kimyasal reaksiyonu açıklamaya çalışmıştır. Kristal alan teorisine göre, merkezi metal ve ligandlar arasındaki çekim kuvveti tamamen elektrostatiktir. Bu nedenle, metalik iyon tarafında uygulanan çekim kuvveti, EDTA molekülünün atomları tarafından sunulan itme kuvvetinden daha büyüktür. Bu şekilde EDTA solüsyonu dentin dokusundan Ca ve P molekülü ayrıştırabilir. EDTA solüsyonu bu şekilde dentinin mikro sertliğini ve bağlanma dayanımını etkiler.⁵⁶

% 15 EDTA ve % 10 sitrik asidin şelasyon etkinliğinin karşılaştırıldığı farklı bir çalışmada EDTA'nın şelasyon etkisi istatistiksel olarak sitrik asidinkine benzer olarak bulunmuştur. Ayrıca dentinin mikrosertliğini en fazla azaltan solüsyonun EDTA ve sitrik asit olduğu bildirilmiştir.⁷⁸ EDTA, EDTAC ve sitrik asit endodontik tedavide yaygın olarak kullanılmaktadır.⁵⁶ EDTA, EDTAC ve sitrik asidin dentine uygulandıkları süreye bağlı olarak dentin mikrosertliği üzerine olan etkisinin incelendiği bir çalışmada uygulamadan 1 dakika sonra solüsyonların dentin mikrosertliğine etkinliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı bildirilmiştir. 3 dk da EDTA solüsyonunu dentin mikro sertliğini en fazla azaltan solüsyon olmuştur. Ayrıca çalışmada solüsyonların etki süresi arttıkça dentin mikro sertliğinin azaltıldığı belirtilmiştir.⁷⁹

QMix, % 17 EDTA, % 10 sitrik asit, % 1 perasetik asit, % 2,5 NaOCl, salin kullanılarak yapılan bir çalışmada irrigasyon solüsyonlarının dentin mikro sertliğine etkisi karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda dentin mikrosertliğini en fazla azaltan solüsyonların % 17 EDTA ile QMix olduğu bildirilmiştir.⁸⁰

Dentin mikro sertliğini incelendiği farklı bir çalışmada % 0,5, % 1, % 1,5 fitik asit ve % 17 EDTA solüsyonu kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre % 17 EDTA' nın fitik asidin bütün konsantrasyon değerlerine göre dentin mikrosertliğinin azaltılmasında daha etkili olduğu bildirilmiştir.⁸¹

Farklı solüsyonların dentin erozyonuna etkisinin karşılaştırıldığı bir çalışmada NaOCl, EDTA ve MTAD solüsyonları kullanılmıştır. Smear dokusunun kaldırılmasında EDTA'nın MTAD' e göre istatistiksel olarak daha etkili olduğunu bildirilmiştir.⁸²

Final irrigasyon solüsyonu olarak EDTA solüsyonu kullanıldığında, smear tabakasını kaldırıp dentin tübüllerini açar ve bağlanma mukavemetini artırır.⁸³

Yapılan farklı bir çalışmada NaOCl ve EDTA solüsyonlarının birlikte

kullanılmasının farklı kök kanal dolgu patlarının kök kanal duvarındaki dentine adezyonunu artırdığı bildirilmiştir.⁸⁴

Kök kanal tedavisinde kullanılan final irrigasyon solüsyonlarının dentin üzerindeki adezyon ve sızdırmazlık özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada CDTA, EDTA, EGTA solüsyonları kullanılmıştır. İn vitro yapılan çalışmada; adezyon ve sızdırmazlık açısından EDTA solüsyonu istatistiksel olarak en başarılı solüsyon olarak bulunmuştur.⁸⁵

Biyoseramik esaslı kök kanal dolgu patlarının dentine bağlanma dayanımına % 17 EDTA, % 10 sitrik asit, % 1 perasetik asit gibi final irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin incelendiği çalışmada solüsyonların istatistiksel olarak benzer bağlanma dayanımı değeri gösterdiğini bildirilmiştir.⁸⁶

% 17 EDTA, % 2, 5 perasetik asit (PA) ve % 10 sitrik asidin kalsiyum silikat bazlı kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımına etkisi karşılaştırılmıştır. EDTA kullanılan gruplarda bağlanma dayanımının istatistiksel olarak daha fazla olduğu bildirilmiştir. Çalışmada % 2,5 perasetik asit (PA) ve % 10 sitrik asidin istatistiksel olarak benzer bağlanma dayanımı değerine neden olduğu rapor edilmiştir.⁸⁷

Final irrigasyon solüsyonu olarak EDTA solüsyonu kullanımı, smear tabakasının kaldırılmasını sağlayarak kanal dolgu patının penetrasyonunu ve bağlanma mukavemetini artırdığı genel olarak belirtilmiştir.^{83,88}

2.6.3. Glikolik Asit

Glikolik asit veya hidroksi asetik asit, alfa hidroksil asitler grubunda sınıflandırılan meyvelerde de bulunabilen organik asittir. Alfa hidroksil asitler içerisinde en küçük molekül yapısına sahip asittir.⁹ Glikolik asit, bir karbon atomuna bağlı fonksiyonel hidroksil grubu ve karboksilik asit grubunun birleşmesinden oluşan meyve asididir.⁸⁹

Glikolik asidin genel kimyasal formülü $C_2H_4O_3$ 'dür.⁸⁹ Glikolik asit bazik koşullarda glikolat ve hidrojen iyonu oluşturmaktadır.⁹⁰ Asidik koşullar da glikolid molekülü oluşturmaktadır.⁹⁰

Glikolik asit ilaç endüstrisinde özellikle cilt tedavilerinde kozmetik ürün olarak kullanılır.⁹¹ Glikolik asit, dermatolojide derinin kimyasal soyulmasını desteklemek için yaygın olarak kullanılır.⁹² PLGA (poli laktik-ko-glikolik asit)) gibi cerrahi alanda kullanılan biyouyumlu polimerlerin hazırlanmasında bir monomer olarak kullanılır.⁹³

In vitro ve in vivo çalışmalar glikolik asidin, kollajen ve fibroblast proliferasyonunu uyarabilme yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir.⁹³ Bu tür özelliklerden dolayı glikolik asit dental prosedürler sırasında dentin yüzey düzenleyicisi olarak potansiyel bulundurulur.⁹⁴

Suda çözünürlüğü yüksek, renksiz, kokusuz ve higroskopik kristal bir katıdır.⁹³ Glikolik asidin düşük pKa'sı, düşük moleküler ağırlığı ve organik yapısı onu dentin yüzeyinde daha fazla etkili hale getirir. Son zamanlarda, mine ve dentin yüzeyinin pürüzlendirilmesi amacıyla fosforik asidin yerine kullanılması önerilmiştir.⁹ Ayrıca, glikolik asit kolaylıkla biyolojik olarak parçalanabilir.⁹⁵ EDTA'dan farklı olarak, kalıntının giderilmesi bir sorun değildir.¹¹

Smear tabakasının kaldırılması amacıyla glikolik asit kullanıldığında dentin üzerindeki smear tabakası etkili bir şekilde kaldırılabilir.¹¹ Kök kanal preparasyonundan sonra kök kanal duvarlarından smear tabakasının çıkarılmasında EDTA ve sitrik aside benzer sonuçlar göstermiştir.¹¹ Ayrıca glikolik asit, EDTA'dan daha az sitotoksik bulunmuştur.¹¹

Glikolik asidin sahip olduğu bu özellikler endodontik tedavideşelasyon sağlayarak smear tabakasının kaldırılmasında klinik uygulamalarda kullanım potansiyelini artırdığı bildirilmiştir.⁹⁵

2.7. Kök Kanallarının Doldurulması

Kök kanalının korondan minor apikal foramene kadar olan kısmının kanal dolgu patı ve gutta perka ile doldurulmasına kök kanal dolgusu adı verilir.⁹⁶ Kök kanal tedavisinde amaç kök kanalının koronalde apikalde sızıntı oluşturmayacak şekilde, boşluk bırakmadan üç boyutlu olarak doldurmaktır.⁹⁷

İdeal kök kanal dolgusunda bulunması gereken genel özellikler:

- Bakteriostatik olmalı, bakteri popülasyonu gelişmesine izin vermemelidir.
- Radyografide sınırları belirlenebilmelidir.
- Radyo opak olmalıdır.
- Dentin dokusunda renklenmeye neden olmamalıdır.
- Kök kanalını apikal ve lateralden sızıntı olmayacak şekilde tıkamalıdır
- Kök kanalında sertleştikten sonra büzülme olmamalıdır.
- Nemden olumsuz olarak etkilenmemelidir.

- Kök kanalına uygulanması kolay olmalıdır.
- Kök kanalından taşması durumunda periapikal bölgeyi irite etmemelidir.
- Gerektiğinde kök kanalından sökülebilmelidir.^{97, 98}

2.8. Kök Kanal Dolgu Materyalleri

Günümüzde kök kanal dolgusu; ana kor materyali ve kök kanal patı birlikte kullanılarak yapılmaktadır. Birçok kanal dolgu materyali tedavi sırasında kullanılmaktadır.⁹⁹

2.8.1. Kor Materyaller

2.8.1.1. Gutta Perka

Gutta perka kauçuğun bir izomeridir. Sapotaceae familyasının ağaçlarının öz suyundan elde edilir.⁹⁹ Gutta perka kauçuktan kırılğan, daha az elastiktir ve daha sert bir yapıdadır.⁹⁹

Ana yapısında % 18-22 gutta perka, % 1,5-17 baryum sülfat (radyo opasite oluşturmaları için), % 1-4 mumlar (kullanım özellikleri için), % 60-72 çinko oksit (sertlik kazandırması için), % 1 renklendirici ajanlar bulundurulur.¹⁰⁰ Gutta perka α , β ve amorf olmak üzere üç fazdan oluşur. α , β gutta perkanın kristal fazıdır.¹⁰¹ % 60 oranında kristal formda bulunmaktadır. α fazı genel olarak termoplastik kök kanal dolgu yöntemlerinde kullanılan gutta perkanın içeriğinde bulunmaktadır.¹⁰¹ β fazı genel olarak kullanılan gutta perkadır. 42-49 C° arası ısılarda α fazına dönüşmektedir. Uygulanan ısının artması durumunda gutta perka amorf faza geçiş yapar.¹⁰¹ Gutta perka esnek olduğundan dolayı kullanımı kolaydır.⁹⁷ Kök kanalındaki düzensizliklere adapte olduğundan dolayı kanal dolgu patı ile birlikte kullanıldığında kök kanalına uyumu iyidir.⁹⁷ Kanal dolgusunun yenilenmesi gerektiğinde sökülmesi kolaydır.⁹⁷ Gutta perkanın toksisitesi düşüktür.⁹⁷

Gutta perka genel özelliklerinde dolayı endodontide en sık tercih edilen ana kor materyalidir.⁹⁷

2.8.1.2. Reçine Bazlı Kon Materyalleri

Kök kanal tedavisinde reçine esaslı kanal dolgu sistemlerinde primer, pat ve kon kullanılmaktadır.⁹⁹ Reçine bazlı kon materyali polikaprolakton, baryum sülfat ve biyoaktif camdan oluşmaktadır.⁹⁹ Kor materyali dual cure (kimyasal ve ışıkla sertleşen) bis-GMA içerikli rezin kanal patı ve “self-etch” primer ile birlikte kullanılmaktadır. Bu sistemde kor materyali ile kanal patı monoblok yapısı oluşturmaktadır.⁹⁹

Rezin konların kullanım şekli gutta perkaya benzemektedir. Fiziksel özelliklerinden dolayı lateral kondenzasyon, sıcak vertikal kondensasyon, termoplastik enjeksiyon tekniği ile kullanılabilir.⁹⁹

2.8.2. Kök Kanal Dolgu Patları

Kök kanal boşluğundaki düzensizliklerin tamamen doldurulması için ana kor materyalleri kök kanal patı ile birlikte kullanılmalıdır.¹⁰²

Kök kanal patlarının genel özellik ve görevleri şu şekildedir:¹⁰³

- Kök kanal sistemindeki düzensizlikleri ve lateral kanalları kapatmak.
- Kor materyalinin etrafında kalan boşluğu kapatarak sızdırmazlığı sağlamak.
- Kök kanalının lubrikasyonu sağlayarak kon materyallerinin kanalına uyumunu sağlar.
- Lateral kompaksiyon tekniğinde yardımcı konlar arasındaki boşlukları kapatmak.
- Dentin tübüllerini tıkamak.
- Kök kanal boşluğunu hermetik olarak tıkanmasına yardımcı olarak bakteriyostatik etki göstermektedir.

Grossman‘ a göre ideal bir kök kanal dolgu patı özellikleri şöyle sıralanmıştır:¹⁰⁴

- Kök kanalını sızdırmaz bir şekilde doldurmalıdır.
- Radyo opak olmalıdır.
- Diş de renklenmeye neden olmamalıdır.
- Antibakteriyal etkinlik göstermelidir.
- Kök kanalında çözünmemelidir
- Karıştırıldıktan sonra dentin dokusuna adezyon sağlamalıdır.
- Polimerizasyonu sırasında büzülme göstermemelidir.

- Partikül boyutu küçük olmalıdır.
- Periapikal bölgeye taşması durumunda çözünmelidir.
- Taşması durumunda sitotoksik olmalıdır.
- Biyo uyumlu olmalıdır.
- Gerekğinde kök kanalından sökülebilmelidir.
- Çözücü solüsyonlarla çözünebilmelidir.

2.8.2.1. Kök Kanal Dolgu Patlarının Özellikleri

2.8.2.1.1. Biyouyumluluk

İdeal kök kanal dolgu materyali, periapikal dokulara sitotoksik olmayan, periapikal dokularda iyileşmeyi uyarıcı özelliğe sahip bir materyal olmalıdır.¹⁰⁵ Kök kanal dolgu materyalleri periapikal dokularla etkileşim halinde olabilmektedir. Kök kanal tedavisinde kullanılan materyaller sitotoksik olmamalıdır. Kök kanal tedavisinde kullanılan materyallerin tercihinde biyouyumluluk önemli bir özelliktir.¹⁰⁵

2.8.2.1.2. Akıcılık

Kanal patlarında akıcılık; dentin tübüllerine, lateral kanallara, kök kanalındaki düzensizliklere patın ulaşmasını sağlayan önemli bir özelliktir.⁹⁸ Kanal patı fazla akıcı olduğunda periapikale bölgeye taşma ihtimali olmaktadır. Yoğun kıvamda olduğunda kök kanalına adaptasyonu zor olmaktadır.⁹⁸ Kök kanal patının akıcılığı sıcaklık, karıştırma süresi, partikül boyutu gibi faktörler etkilenmektedir.⁹⁸

2.8.2.1.3. Çözünürlük

Çözünürlük, bir maddenin suya daldırıldığı süre boyunca meydana gelen ağırlık kaybıdır. ANSI/ADA Spesifikasyonu 57' ye göre bir kök kanal patının çözünürlüğü kütlece %3'den fazla olmamalıdır.¹⁰² Çözünürlüğün yüksek olması kök kanal patı ile kök

dentini arasında boşlukların oluşmasına her zaman izin verir, böylece ağız boşluğundan ve periapikal dokulardan sızıntıyı artırır.⁹⁹

2.8.2.1.4. Radyoopasite

Kök kanal dolgu patları, anatomik yapılardan ayırt edilebilecek şekilde yeterince radyopak olmalıdır.¹⁰⁶ ISO 6876/2001' e göre, bir kök kanal patı için minimum radyopaklık, 3,00 mm alüminyum referans standardında olmalıdır. 3,00 mm alüminyum radioopasite değeri kök kanal dolgusunun kalitesinin radyografik inceleme ile değerlendirilmesini sağlar.¹⁰²

2.8.2.1.5. Sertleşme Süresi

Kök kanal dolgu materyallerinin sertleşme süresi, hekimin çalışma süresine izin vermelidir.¹⁰² Çoğu kök kanal dolgu materyali polimerizasyon gösterirken birmiktar toksisite üretir.¹⁰²

2.8.2.1.6. Sökülebilirlik

Wilcox ve ark.¹⁰⁷ kök kanal patının retreatment sırasında yüksek miktarda kök kanal duvarında kaldığını rapor etmişlerdir. Bu nedenle, sağlıklı periapikal dokular oluşturmak için kök kanal tedavisinin yenilenmesi sırasında patın tamamen çıkarılması önemlidir.¹⁰²

2.8.2.1.7. Antimikrobiyal Aktivite

Kök kanal patı kök kanal preparasyonu sonrası residüel bakterileri ve mikro sızıntıyı azaltması nedeniyle antibakteriyel etkinlikgösterir. Endodontik tedavide başarı oranını artırır.¹⁰² Kök kanal dolgu patları alkali ph'ı ve kalsiyum iyon salınımı nedeniyle antibakteriyel etkinlik gösterebilmektedir.¹⁰²

2.8.2.1.8. Adezyon

Kök kanal patının adezyonu, kök kanalında kanal dolgu patının dentinine yapışma kapasitesi olarak tanımlanır.¹⁰² Kök kanal patlarının dentine adezyonunun ölçülmesinde kullanılan standart bir yöntem bulunmamaktadır. Bu nedenle, kök kanal dolgusunun adezyon potansiyeli, yaygın olarak mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı testleri kullanılarak değerlendirilir.¹⁰⁸ Bir kök kanal patının sızdırmazlığının dentin ve gutta perkaya bağlanma dayanımı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.¹⁰⁹

2.8.2.2. Kök Kanal Dolgu Patlarının Sınıflandırılması

Kanal dolgu materyalleri içeriklerine göre sınıflandırılmıştır. Çizelge1.1’ de kök kanal dolgu patlarının sınıflaması gösterilmiştir.^{102, 104, 110}

Çizelge 1. 1. Kök kanal dolgu patlarının sınıflandırılması

Epoksi rezin içeren patlar	AH Plus, AH 26, Top Seal
Kalsiyum hidroksit içeren patlar	Sealapex, Apexit, Apexit plus, Vitapex
Polivinil rezin içeren patlar	Diaket, Diaket A
Metakrilat rezin içeren patlar	Hydron, EndoREZ, Realseal, Epiphany, Fibreill, Realseal SE, Metaseal
Silikon içeren patlar	Roeko seal, Gutta Flow
Poliakrilik içeren patlar	Ketac Endo
Kalsiyum-fosfat içerikli patlar	Capseal I- II
Çinko oksit ojenol içeren patlar	Roth sealer Kerr , PCS Procoseal, Endomethasone
Mineral Trioksit Agregat (MTA) içeren patlar	Endo-CPM-Sealer, ProRoot Endo Sealer, MTA Fillapex, Mta Bio Seal
Kalsiyum-silikat-fosfat içerikli patlar	Endosequence, iRoot SP, iRoot BP, Bioaggregate, CeraSeal

2.8.2.3. Mta Bio Seal Kanal Dolgu Patı

Mta Bio Seal (Itena Clinical, France) trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, trikalsiyum aluminat, kalsiyum oksit, salisilat reçine, doğal reçine, titanium dioksit ve silikon dioksit içeren kök kanal dolgu patıdır. Sertleşme reaksiyonu sonrası 12 pH değerine sahiptir ve sertleşme reaksiyonu sırasında düşük genleşme gösterir. Doku sıvılarıyla temasta düşük çözünürlüğe sahiptir. İçeriğinde bizmut oksit bulunmadığından bizmattan kaynaklı renklenmeye neden olmamaktadır. Çalışma süresi 23 dakikadır. Şırınga formunda kullanılan kanal dolgu patıdır. Bu pat kök kanalına kolayca uygulanabilmesi ve karıştırma işlemi gerektirmemesi gibi avantajlara sahiptir.¹¹¹ Kalsiyum silikat içerikli kanal dolgu patları sertleşirken kalsiyum hidroksit oluşturur, hidroksiapatit ve mineral infiltrasyon tabakası oluşturur. Bu pat dentin tübüllerine yayılarak dentin duvarına mekanik bir bağlanma sağlar. Hidratasyon reaksiyonu ile polimerizasyon sağlanır.¹¹²

2.8.2.4. Cera Seal Kanal Dolgu Patı

Cera Seal (Meta Biomed Co. , Cheongju, Korea) kanal dolgu patı kalsiyum silikat içerikli bir kanal dolgu patıdır. Cera Seal kanal dolgu patı bileşiminde kalsiyum silikatlar, zirkonyum oksit ve kıvam verici içeren yeni kök kanal patıdır. Cera Seal kanal dolgu patı, önceden karıştırılmış bir şırınga kullanılarak uygulanır. Yaklaşık 3,5 saatlik sertleşme süresi ve 8 mm'den az radyoopasite ile yüksek bir pH'a (12,73) sahiptir.¹¹³ Cera Seal kanal dolgu patı kalsiyum iyonu salınımı gösterir, yüksek hücre biyouyumluluğa sahiptir. Cera Seal kanal dolgu patı hidratasyon yoluyla sertleşir ve sertleşme sırasında hidroksiapatit oluşur. Oluşan hidroksiapatit dentin ile kimyasal bağ oluşturarak adezyon sağlar. Bu, reaksiyon biyoseramik kanal patının kendinden adezyonlu yapısını açıklar. Ayrıca, Cera Seal kanal patı dentin tübüllerine kolayca difüze olur ve iyi bir adaptasyon ve hermetik tıkkama sağlar. Kalsiyum silikat bazlı kanal patları genel olarak kalsiyum salınımı kabiliyetine, yeterli biyouyumluluğa ve AH Plus gibi altın standart kabul edilen kanal patına benzer özelliklere ve sızdırmazlığa sahiptir.¹¹⁴⁻¹¹⁶

Park ve ark. kalsiyum silikat esaslı kanal dolgu patlarının özelliklerini incelediği çalışmada Cera Seal kanal dolgu patı, tüm deney gruplarında üstün biyouyumluluk göstermiştir. Cera Seal kanal dolgu patı kök hücrelerinin osteoblastik farklılaşmasını ve

kemik rejenerasyonunu indüklediği bildirilmiştir.¹¹⁷ Cera Seal, klinik olarak yeterli fiziksel özelliklere ve biyouyumluluğa sahiptir.¹¹⁷ Kalsiyum silikat bazlıkanal dolgu patların biyouyumluluk, osteoindüktif, osteokondüktif özelliği bulunmaktadır.¹¹⁸

2.9. Bağlanma Dayanımı

Kök kanal tedavisinde kullanılan materyallerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla araştırmalar yapılmaktadır. Bağlanma dayanımının iyi olması kök kanal dolgu materyallerinde istenilen bir özelliktir.¹¹⁹

Kök kanal dolgu materyallerininbağlanma dayanımını değerlendirmek için birçok test ve yöntem kullanılmaktadır.^{120, 121}

1. Mekanik Bağlantı Testleri

- a. Makaslama bağlanma dayanımı testi (Shear bond strength test)**
 - Kalıba yerleştirilerek makaslama bağlanma dayanımı testi (Mold enclosed shear bond strength test)
 - Mikro-makaslama yöntemiyle bağlanma dayanımı testi (Micro-shear bond strength test)
- b. Germe bağlanma dayanımı testi (Tensile bond strength test)**
 - Mikro-germe yöntemiyle bağlanma dayanımı testi (Micro-tensile bond strength test)
- c. İtme bağlanma dayanımı testi (Push-out bond strength test)**
- d. Çekme bağlanma dayanımı testi (Pull-out bond strength test)**

2. Kök Kanalına Bağlanmayı Değerlendiren Destekleyici Yöntemler

- a. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AKM)**
- b. Taramalı Elektron Mikroskobu ve Enerji Dağılımlı X Işını Analizi (SEM -EDS)**
- c. Raman Spektroskopisi**
- d. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrofotometresi (FTIR)**

Push-Out Bağlanma Dayanımı Testi

Bağlanma dayanımı testi diş hekimliğinde ilk kez kompozit rezinlerin dentine olan bağlanma dayanımını değerlendirmek için kullanılmıştır.¹²² Kök kanal dolgu maddelerinin

bağlanma dayanımının değerlendirilmesinde, genel olarak push-out testi kullanılmaktadır.^{123, 124}

Push-out bağlanma dayanımı testinde kök kanalının çapına uygun paslanmaz çelik uçlar kök kanal dolgularına vertikal yönde kuvvet uygulamaktadır. Push-out testinde kanal dolgu materyalinin dentinden ayrıldığı noktadaki maksimum kuvvet Newton cinsinden ölçülmektedir. Ölçülen kuvvet adezyonun olduğu yüzey alanına bölünerek bağlanma dayanımı değerleri belirlenmektedir.¹²¹ Push-out bağlanma dayanımı testinde universal test cihazında bulunan piston ile numunelere vertikal yönde kuvvet uygulanmaktadır. Universal test cihazında bulunan piston numunelerdeki kök kanal dentinine temas etmemeli sadece kök kanal dolgusu ile temas etmelidir.¹²⁵

Literatürde kök kanal patlarının bağlanma dayanımı ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak kök kanalının final irigasyonunda glikolik asidin şelasyon ajanı olarak kullanılmasının kalsiyum silikat içerikli kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımını inceleyen çok az çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda glikolik asit ile EDTA solüsyonlarının kalsiyum silikat içerikli Mta Bio Seal (Paris, Fransa) ve CeraSeal (Meta Biomed, Cheongju, Kore) kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

H0 hipotezi: Kök kanal tedavisi sırasında kök kanalına uygulanan farklı final irigasyon solüsyonlarının kök kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

H1 hipotezi: Kök kanal tedavisi sırasında kök kanalına uygulanan farklı kalsiyum silikat içerikli kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

H2 hipotezi: Aynı örneklerin apikal konstriksiyonlarından itibaren 4. mm ve 9. mm seviyelerinden hassas kesit alındığında 4. mm ve 9. mm de alınan kesitler arasında, kök kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımı açısından anlamlı fark yoktur.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

“Kök Kanallarında Farklıİrrigasyon Solüsyonu Kullanımının Kalsiyum Silikat İçerikli Materyallerin Dentine Bağlanma Dayanımına Etkisinin Değerlendirilmesi” isimli çalışma deneysel ortamda in vitro olarak yapılmıştır. Bu tez çalışması için Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’nun 30.06.2022 /19 tarih ve sayılı kararı ile etik kurul izni alınmıştır. Dişlerinkron kısımlarının uzaklaştırılması, kök kanallarının mekanik preparasyon, irrigasyon ve dolgu işlemleri Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalında yapılmıştır. Dişlerden kesit alınması Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır. Alınan kesitlerin itme bağlanma dayanım testi Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır.

3.1. Güç Analizi ve Örnek Sayılarının Belirlenmesi

Araştırmayı oluşturan tüm gruptaki numune sayı ve dağılımları G Power 3.1.9.7 analiz programı (Heinrich-Heine- Universität Düsseldorf, Nordrhein-Westfalen, Almanya) kullanılarak yapılmıştır. %85 başarı hedeflendiğinde her gruptaki örnek sayısının en az 17 olması gerektiği belirlenmiştir. Güç analizinin sonucuna göre; her gruptaki numune sayısının 17 olmasına karar verilmiştir (n=17).

3.1.2. Örneklerin Seçilmesi

Çalışmada kullanılan insan dişleri Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş, Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı Polikliniği’nde, periodontal, protetik ve ortodontik sebeplerle son 6 ay içerisinde çekilmiş dişlerden elde edilmiştir. 68 adet kron ve kök yapısında çürük, malformasyon, kırık ve çatlak bulunmayan, benzer kök uzunluğuna sahip (± 2 mm) tek köklü premolar diş kullanılmıştır. Çalışmada kök apeksi kapanmış dişler kullanılmıştır. Deney öncesinde dişlerden, bukkolingual ve meziodistal yönlerden periapikal radyografi alınmıştır. Kök kanallarında

rezorbsiyon ve kalsifikasyon bulunan dişler çalışma dışında bırakılmıştır. Örnek dişlerin kök yüzeyinde bulunan diş taşları ve yumuşak dokular bir periodontal küret (#3-4 Gracey, Hu-Friedy) ile uzaklaştırılmıştır. 10 numaralı K tipi eğe (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile köklerin apikal açıklığı kontrol edilmiştir. Apikal açıklığa ulaşamayan dişler, çalışma dışında bırakılmıştır.

Dişler deney zamanına kadar oda ısısında, %0,1 timol (Elito Kimya Sanayi, Türkiye) içeren distile su içerisinde saklanmıştır.

3.2. Kök Kanalında Çalışma Boyunun Tespit Edilmesi

Örnek dişlerin apikal forameninden 10 K eğe görününceye kadar kanal içerisinde ilerletilmiştir. Numune dişlerde anatomik apeks ile apikal konstrüksiyon arası mesafe elmas fissür frez (ISOSG835/010 D1a Tessin, İsviçre) ile prepare edilmiştir. Çalışma boyu, apikal konstrüksiyondan itibaren elde edilen uzunluktan 1 mm kısa olacak şekilde belirlenmiştir. Standardizasyonunu sağlamak amacıyla çalışma boyu 12 mm olacak şekilde su soğutması altında elmas fissür frez (ISO SG835/010 D1a Tessin, İsviçre) ile prepare edilerek dişin kron kısmı uzaklaştırılmıştır.

3.3. Kök Kanallarının Mekanik Preparasyonu

Çalışmada kullanılan tüm dişlere, tespit edilen 13 mm çalışma uzunluğunda sırası ile %2 konikliğe sahip 15 numara K tipi el eğesi ve 20 numara K tipi el eğesi (Videya technology.co.ltd, Japonya) ile saat yönünde ve saat yönünün tersinde çeyrek tur rotasyon hareketi (saat kurma hareketi) ve standardize genişletme yöntemi kullanılarak glide path yapılmıştır. Glide path yapılırken her eğe değişimi arasında % 2,5 NaOCl (Microvem, Türkiye) ile 1 dakika boyunca 5 ml olacak şekilde, 27 gauge dental enjektör (Genject A.ğ., Ankara) ile irigasyon yapılmıştır.

Ön preparasyon yapılan dişlerin kök kanallarının şekillendirilmesi, endodontik motor (Dentsply-Sirona X-Smart Plus Reciproc Endomotor Dentsply, Ballaigues, İsviçre)

ve sırası ile NIC 25/08 reciproc Eğe (NIC) ve NIC 40/06 reciproc Eğe (NIC) Ni-Ti döner eğe sistemi ile crown-down genişletme yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Preparasyon 12 mm çalışma uzunluğunda 3 mm genlikli apikokoronal yönde gagalama hareketi yapılarak tamamlanmıştır. Kök kanal preparasyonu yapılırken, kullanılanher eğeden sonra5 ml % 2,5 NaOCl solüsyonu ile çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde 1 dakika boyunca 27 gauge dental enjektör kullanılarak ileri geri hareketlerle irrigasyon yapılmıştır. Son olarak NIC 40/06 reciproc Eğe (NIC) Ni-Ti döner eğe sistemi ile şekillendirilen kök kanalları 5 ml % 2,5 NaOCl ardından 5ml distile su kullanılarak 1 dk irrigate edilmiştir.



Şekil 3.1. X smart plus endomotor



Şekil 3.2. NIC R 40 eğesi

3.4. Çalışmada Kullanılan Glikolik Asit Solüsyonu

Çalışmamızda kimya fabrikasında hazırlanan %17 glikolik asit (Doa Kimya, İzmir, Türkiye) solüsyonu kullanılmıştır. Solüsyonun pH derecesi Ph metre (Hanna, Washington, U.S.A) ile 1,80 olarak ölçülmüştür.



Şekil3.3.%17 Glikolik asit solüsyonu

3.5. Deney Grupları ve Final İrrigasyonun Uygulanması

Kök kanal preparasyonu tamamlanan 68 örnek final irrigasyon protokolü ve kullanılan kalsiyum silikat içerikli kanal patına göre rastgele tüm gruplarda 17 örnek olacak şekilde (n=17) rastgele 4 farklı gruba ayrılmıştır. Çalışma gruplarının dağılımı Çizelge 2.1'degösterilmiştir.

Çizelge 2. 1. Deney grupları

GRUPLAR (n=17)	Final İrigasyonu Prosedürü	Kanal Dolgu Patı
GRUP 1	1 dakika 5 ml %17 EDTA, 1 dakika 5 ml distile su	Mta Bio Seal kanal dolgu patı
GRUP 2	1 dakika 5 ml %17 EDTA, 1 dakika 5 ml distile su	Cera Seal kanal dolgu patı
GRUP 3	1 dakika 5 ml %17 glikolik asit, 1 dakika 5 ml distile su	Mta Bio Seal kanal dolgu patı
GRUP 4	1 dakika 5 ml %17 glikolik asit , 1 dakika 5 ml distile su	Cera Seal kanal dolgu patı

Grup 1 ve 2: EDTA (n=17)

Grup 1 ve 2’de final irrigasyon işlemi, 5 ml % 17 EDTA (Cerkamed, Stalowa, Polonya) irrigasyonu sonrası 1 dakika boyunca 5 ml distile su ile yapılmıştır. 27 gauge dental enjektör çalışma boyundan 2 mm geri olacak şekilde konumlandırılmış ve apikalden koronale doğru hareketlerle irrig edilmiştir.



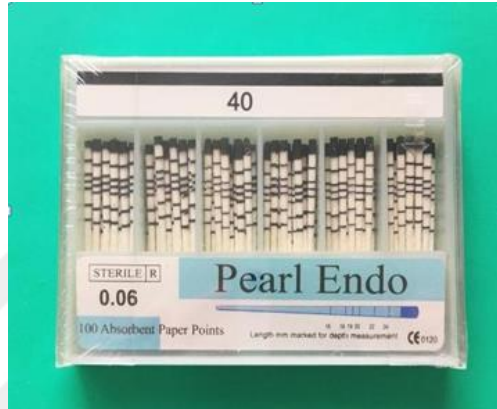
Şekil 3.4. %17 EDTA irrigasyon solüsyonu

Grup 3 ve 4: %17 Glikolik Asit (n=17)

Grup 3 ve 4’de final irrigasyon işlemi, 1 dakika boyunca 5 ml % 17 glikolik asit

ardından 1 dakika boyunca 5 ml distile su ile yapılmıştır. 27 gauge dental enjektör apektan 2 mm geri olacak şekilde konumlandırılmış ve apikaldan koronale doğru hareketlerle irrigasyon edilmiştir.

Final irrigasyon işlemi sonrası #40.06 boyutundaki kağıt koniler (Pearl Endo, Gyonggi- Do, Kore), 12 mm çalışma uzunluğunda kök kanalının kurutulmasında kullanılmıştır. Her kök kanalı için 3 adet kağıt koni kullanılarak kurulum yapılmıştır.



Şekil 3. 5. Kullanılan 40.06 boyutundaki kağıt koniler

3.6. Kök Kanal Boşluğunun Doldurulması

Kök kanalları kurutulduktan sonra üretici firmanın talimatı doğrultusunda Grup 1 ve Grup 3 de Mta Bio Seal kanal dolgu patı kullanılmıştır. Grup 2 ve Grup 4 de Cera Seal kanal dolgu patı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan patlar özel uç yardımıyla kök kanalına uygulandıktan sonra genişletme işleminde en son kullanılan Ni-Ti döner eğe sistemi ile uyumlu #40.06 NIC Superline resiprok gutta perka kök kanal patına bulanmıştır. 12 mm çalışma uzunluğunda gutta perka kök kanalına saat yönünün tersi yönde uygulanmıştır. Kök kanalında kalan boşluklar lateral kondenzasyon tekniği ile doldurulmuştur. Isıtılan bir ekskavatör yardımı ile gutta perkanın fazla olan kısmı uzaklaştırılmıştır. Kök kanal dolgusu koronaldan 1 mm uzaklaştırıldıktan sonra oluşan 1 mm'lik boşluk cam iyonomer siman (Harvard Ionoline Cam İonomer siman, Almanya) ile

doldurulmuştur.



Şekil 3.6. Mta Bio Seal kanal dolgu patı



Şekil 3.7. Cera Seal kanal dolgu patı



Şekil 3.8. Kullanılan 0.40 çapındaki NIC R40 gutta perka

Kök kanal dolgusu yapılandışler, kanal dolgu patının tamamen sertleşmesi için 1 hafta süre ile % 100 nem oranına sahip etüvde 37°C ‘sıcaklığında (EN055 Nüve A.ğ, İzmir, Türkiye) bekletilmiştir.



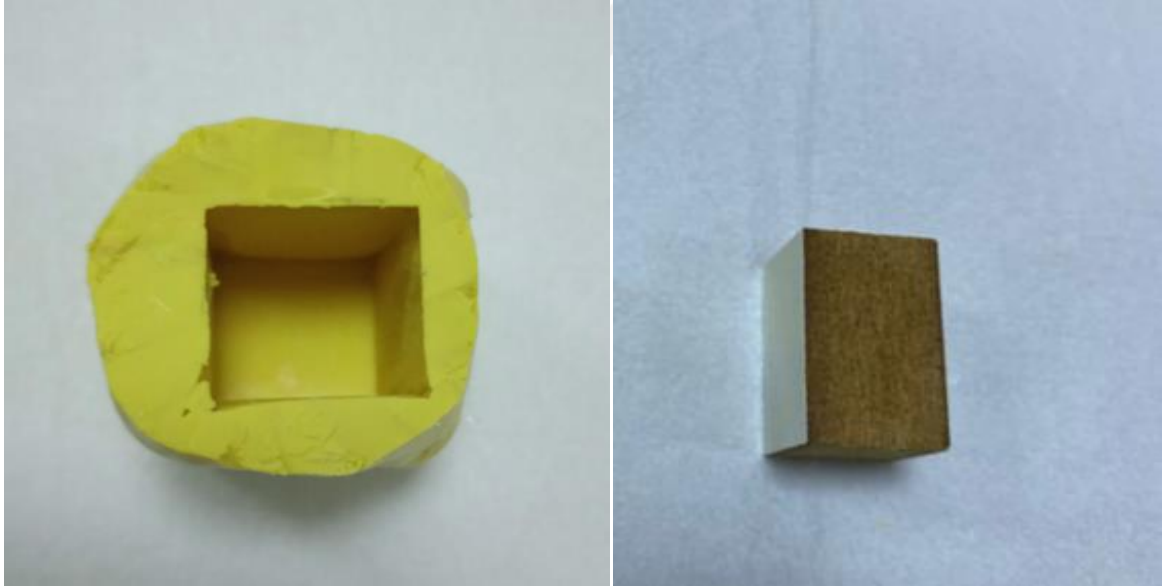
Şekil 3.9. Etüvde bekletilmek üzere hazırlanan örnekler

3.7. İtme Bağlanma Dayanımı Testine Örneklerin Hazırlanması

Örneklerden kesit alabilmek amacıyla dişlerden uygun bir modele gömülmüştür. Bu model, silikon ölçü maddesi (Zetaplus, Zhermack, Badia Polesine, İtalya) kullanılarak yüksekliği 30 mm, kenar uzunlukları 20 mm olacak şekilde hazırlanmıştır.

Örnekleri sabit bir şekilde tutmak amacı ile plastik çubuklar (Imicryl Bonding Fırçası Konya, Türkiye), siyanoakrilat (Qfix Medical India Pvt. Ltd., Mumbai, Maharashtra, Hindistan) ile örnekler yapıştırılmıştır. Bu şekilde örnekler dik bir pozisyonda sabit tutulmuştur.

Daha sonra dişler üretici firmanın önerisi doğrultusunda karışma süresi 1 dk olan ve 10 ml / 24 gr toz likit oranında oda sıcaklığında karıştırılan akrilik rezin içine gömülmüştür. Akrilik rezin polimerize olduktan sonra örnekler silikon kalıplardan çıkarılmıştır.



Şekil 3.10. Elde edilen silikon kalıp



Şekil 3.11. Sırasıyla, örneklerin siyanoakrilat ile plastik çubuklara yapıştırılması ve akrilik rezine gömülmesi



Şekil 3.12. Örneklerin akrilik rezine gömülmesi sonucu elde edilen model

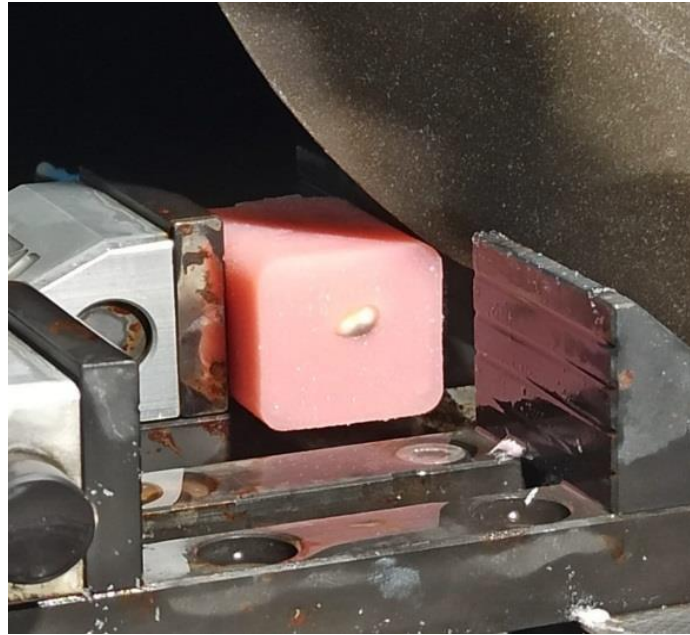
3.8. Örneklerden Kesit Alınması

Kesit alma işlemi Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı (ÇÜMERLAB) bulunan hassas kesme cihazında Struers Accutom-10 (Struers Denmark)

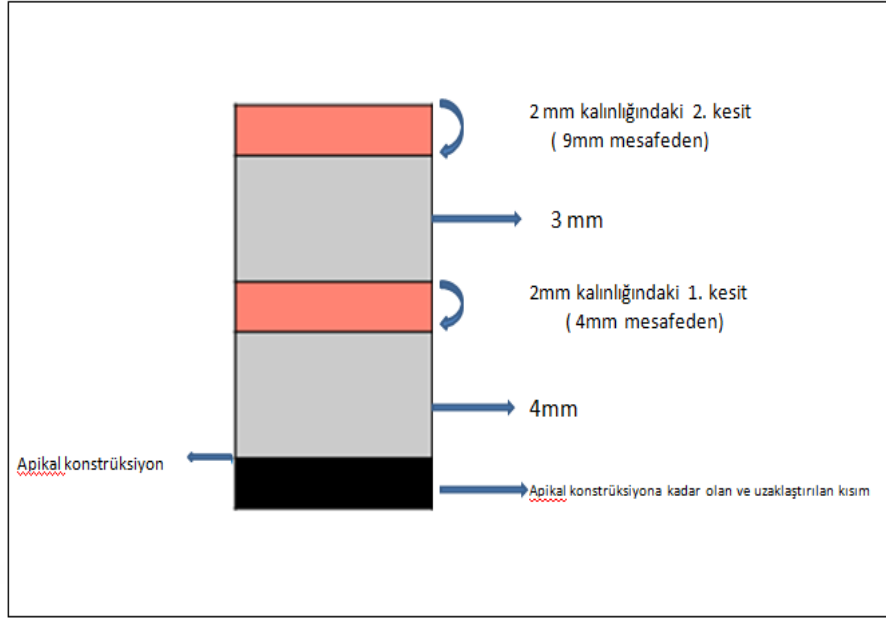
0,3 mm elmas diskler kullanılarak su soğutması altında, 2500 devir/dakika ve 0,3 mm/sn hızla gerçekleştirilmiştir. Modellerde, dişlerin apeksleri ile her dişin çalışma uzunluğunun belirlendiği noktaya kadar olan mesafe hassas kesme cihazı ile ayrılmıştır. Bu şekilde diş modelinin alt kısmı minor apikal foramende bitirilmiştir. Kök apeksinden itibaren 4. ve 9. mm mesafeden 2 mm kalınlığında 2 farklı yatay kesit elde edilmiştir. Kesitlerin kalınlığı dijital kumpas (Mitutoyo, Tokyo, Japonya) kullanılarak kontrol edilmiştir. 68 adet örnekten 136 adet kesit elde edilmiştir.



Şekil 3.13. Struers Accutom-10 hassas kesme cihazı



Şekil 3.14. Hassas kesit alınması sırasında elde edilen görüntü

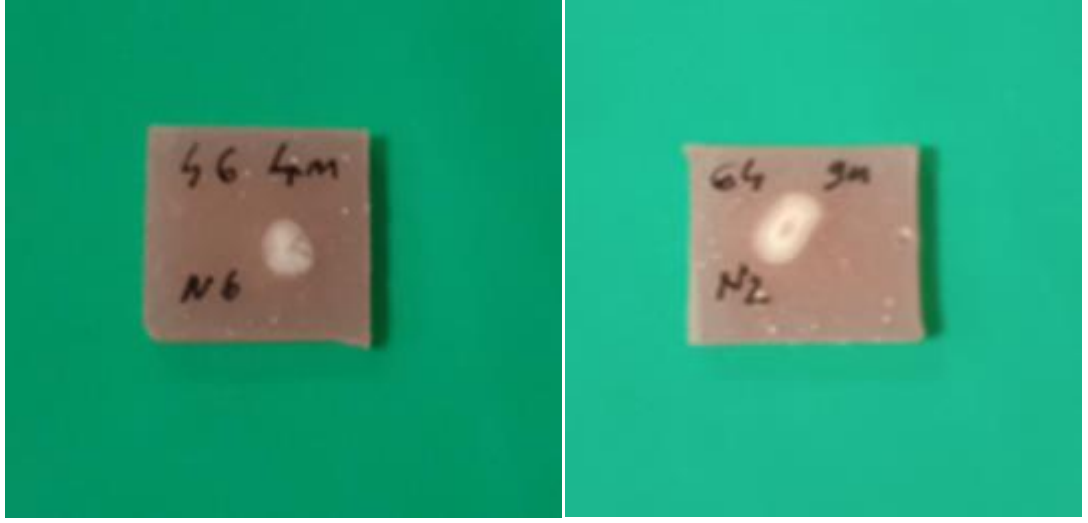


Şekil 3.15. Alınan kesitlerin görsel şekli



Şekil 3.16. Kesit kalınlığının dijital kumpas ile kontrol edilmesi

Asetat kalemi (Faber Castell, Bavyera, Fürth, Almanya) ile kesitlerin sol üst kısmına grup sayısı; sağ üst kısmına "4. mm" mesafeden alınanlar için "4. mm", "9. mm" mesafeden alınanlar için "9. mm" yazılmıştır. Kesitin sol alt kısmına ise gruptaki diş numarası yazılmıştır.



Şekil 3.17. Elde edilen kesitlerden örnekler

3.9. Push-Out Testi Uygulaması

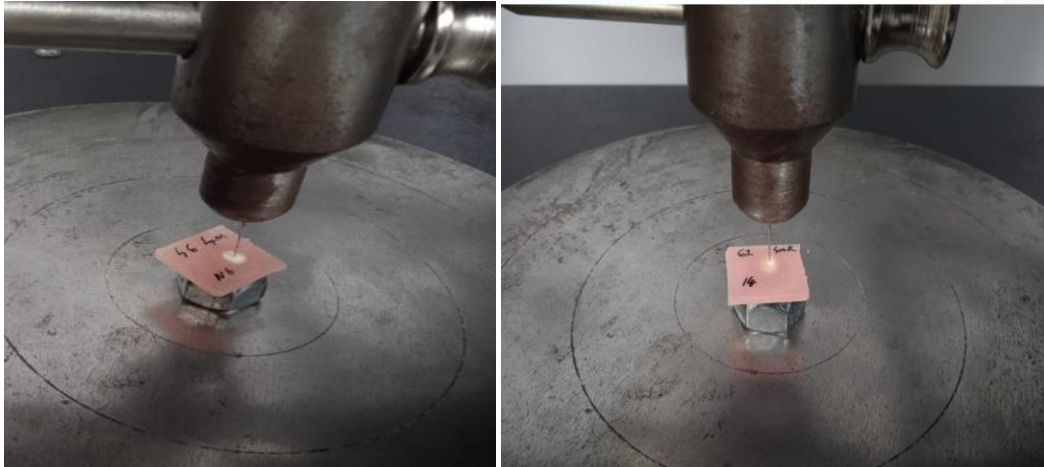
Push-out testi Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Araştırma Merkezi envanterinde bulunan universal push-out test cihazında (Besmak Bursa, Türkiye) yapılmıştır. Bağlanma dayanımının ölçümü kesitlerdeki kök kanal dolgusuna uyumlu olacak şekilde çapları 0,4 ile 0,7 mm olan metal uç kullanılmıştır. Metal uçlar universal test cihazının üst kısmına takılmıştır. Alt kısımdaki tablanın üzerine teste uygun parça konulmuştur. Kesitler apikal kısımları metal ucun olduğu tarafa bakacak şekilde konulmuştur. Metal uç, kök kanal dolgusuna kuvvet iletebilecek şekilde konumlandırılmıştır. Kök kanal dolgusu dişin dentin dokusundan ayrılana kadar, 0,5 mm/dk sabit hızla apikalden koronale olacak şekilde kuvvet uygulanmıştır. Besmak (Besmak Bursa, Türkiye) programı kullanılarak kök kanal dolgusunun koptuğu andaki maksimum kuvvet değerleri Newton (N) cinsinden ölçülmüştür.



Şekil 3.18. Besmak universal test cihazı



Şekil 3.19. Push-out test cihazına kesitlerin yerleştirilmesi sırasında alınan görüntü



Şekil 3.20. Push-out testi (basma testi) uygulanırken görüntüsü

Aşağıdaki formül kullanılarak bağlanma dayanımı değerleri megapaskal (MPa) cinsinden belirlendi:

$$\text{Bağlanma dayanımı (MPa)} = \frac{\text{Maksimum yük (N)}}{\text{Kök kanal dolgusunun bağlanma alanı (mm}^2\text{)}}$$

Kök kanal dolgu materyallerinin yüzey alanı aşağıda bulunan formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Kök kanal dolgusu alanı (mm}^2\text{)} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

Bu formülde r değeri mm cinsinden kesitlerdeki kök kanal dolgusunun yarıçapını, h değeri mm cinsinden kesitlerin kalınlığını belirtmektedir. π değeri 3,14 olarak Kabul edilmiştir.

3.10. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS 22.0 software (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı ile analiz edilmiştir.

Normal dağılıma uygunluk Shapiro Wilk testi ile incelenmiştir. Değişkenlerin normal dağılım göstermediği belirlendiği için, tüm gruplardaki bağlanma dayanımı verileri Kruskal Wallis testi ile değerlendirilmiştir.

Aynı örnekten alınan iki kesit (4.mm ve 9.mm) arasındaki bağlanma dayanımındaki farkın belirlenmesinde ise Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

İstatistiksel olarak anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak alınmıştır.

5. BULGULAR

Yapılan push out bağlanma dayanımı testinde, EDTA ve glikolik asitle final irrigasyonundan sonra kalsiyum silikat içerikli Mta Bio Seal (Itena, Paris, Fransa) ve Cera Seal (Meta Biomed, Cheongju, Kore) kanal patı kullanılarak doldurulan 68 adet dişin 4. ve 9. mm kesitlerinde bağlanma dayanımı incelenmiştir. Bağlanma dayanımı verileri ortalama, minimum, maksimum, standart sapma şeklinde tablo 3.1’ de gösterilmiştir.

Tüm gruplarda apikalden itibaren 4.mm ve 9. mm’den alınan kesitlerde kullanılan iki farklı kanal dolgu matının bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Glikolik asit kullanılan tüm gruplarda bağlanma dayanımı değerleri EDTA kullanılan gruplardan istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturacak şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Tüm gruplarda apikalden itibaren 9. mm’den alınan kesitlerdeki bağlanma dayanımı değerleri 4 mm’den alınan kesitlerin bağlanma dayanımı değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturacak şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 3. 1. Tüm grupların 4.mm ve 9.mm kesitlerdeki bağlanma dayanımı sonuçları (MPa)

Ölçüm	Gruplar	N	Ortalama	S.S	Min-Max Değer	S.H.	p
4.mm Kesit	Grup I	17	2,00 ^a	0,18	1,85-2,48	0,04	<0,05
	Grup II	17	2,15 ^a	0,19	1,88-2,45	0,04	
	Grup III	17	3,04 ^b	0,18	2,66- 3,37	0,04	
	Grup IV	17	3,04 ^b	0,25	2,68- 3,41	0,06	
9.mm Kesit	Grup I	17	2,71 ^c	0,12	2,43-2,86	0,02	<0,05
	Grup II	17	2,73 ^c	0,09	2,54-2,94	0,02	
	Grup III	17	4,05 ^d	0,14	3,91- 4,29	0,03	
	Grup IV	17	4,05 ^d	0,14	3,87- 4,35	0,03	

n: Her gruptaki örnek sayısı, Min: Minimum, Max: Maximum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, SH: Standart hata, Aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır.

Grupların 4. mm'den Alınan Kesitlerdeki Kök Kanal Dolgularının Bağlanma Dayanımı Bulguları

Grupların 4. mm'den alınan kesitlerdeki kök kanal dolgularının bağlanma dayanımı bulguları Çizelge 4.2'de gösterilmiş ve Grafik 1 'de şematize edilmiştir.

Elde edilen verilere göre; gruplar arasında apekte 4. mm mesafeden alınan kesitlerdeki kök kanal dolgularının bağlanma dayanımı değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$).

İstatistiksel analiz sonucunda en yüksek bağlanma dayanımı değeri final irrigasyon solüsyonu olarak %17 glikolik asit kullanılan Grup 3 ve Grup 4'de, en düşük bağlanma dayanımı değerleri ise %17 EDTA kullanılan Grup 1 'de bulunmuştur ($p < 0,05$).

Final irrigasyon solüsyonu olarak % 17 glikolik asit kullanılan Grup 3 ve Grup 4'ün bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Final irrigasyon solüsyonu olarak % 17 EDTA kullanılan Grup 1 ve Grup 2'nin bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Final irrigasyon solüsyonu olarak % 17 glikolik asit kullanılan Grup 3 ve Grup 4'ün bağlanmadayanımı değerleri, % 17 EDTA kullanılan Grup 1 ve Grup 2'nin bağlanma dayanımı değerinden istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturacak şekilde daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge3. 2. 4.mm’ den alınan kesitlerdeki bağlanma dayanımı sonuçları (MPa)

Gruplar	4.mm						
	n	Ortalama	Min	Max	S.S.	S.H.	P
Grup I	17	2,00 ^a	1,85	2,48	0,18	0,04	<0,05
Grup II	17	2,15 ^a	1,88	2,45	0,19	0,04	
Grup III	17	3,04 ^b	2,66	3,37	0,14	0,04	
Grup IV	17	3,04 ^b	2,68	3,41	0,25	0,06	

n: Her gruptaki örnek sayısı, Min: Minimum, Max: Maximum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, SH: Standart hata . Aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır.

Grupların 9. mm’den Alınan Kesitlerdeki Kök Kanal Dolgularının Bağlanma Dayanımı Bulguları

Grupların 9.mm’den alınan kesitlerdeki kök kanal dolgularının bağlanma dayanımı bulguları Çizelge 3.3’da gösterilmiş ve Şekil 4.1’de şematize edilmiştir.

Elde edilen verilere göre;

Tüm gruplarda apekse 9.mm mesafeden alınan kesitlerdeki kök kanal dolgularının bağlanma dayanımı değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0, 05$).

İstatistiksel analiz sonucunda en yüksek bağlanma dayanımı değeri final irrigasyon solüsyonu olarak % 17 glikolik asit kullanılan Grup 3 ve Grup 4’de, en düşük bağlanma dayanımı değerleri ise % 17 EDTA kullanılan Grup 1 ‘de bulunmuştur ($p<0, 05$).

Final irrigasyon solüsyonu olarak %17 glikolik asit kullanılan Grup 3 ve Grup 4’ün 9.mm kesitlerde bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p> 0, 05$).

Final irrigasyon solüsyonu olarak % 17 EDTA kullanılan Grup 1 ve Grup 2'nin 9.mm kesitlerde bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

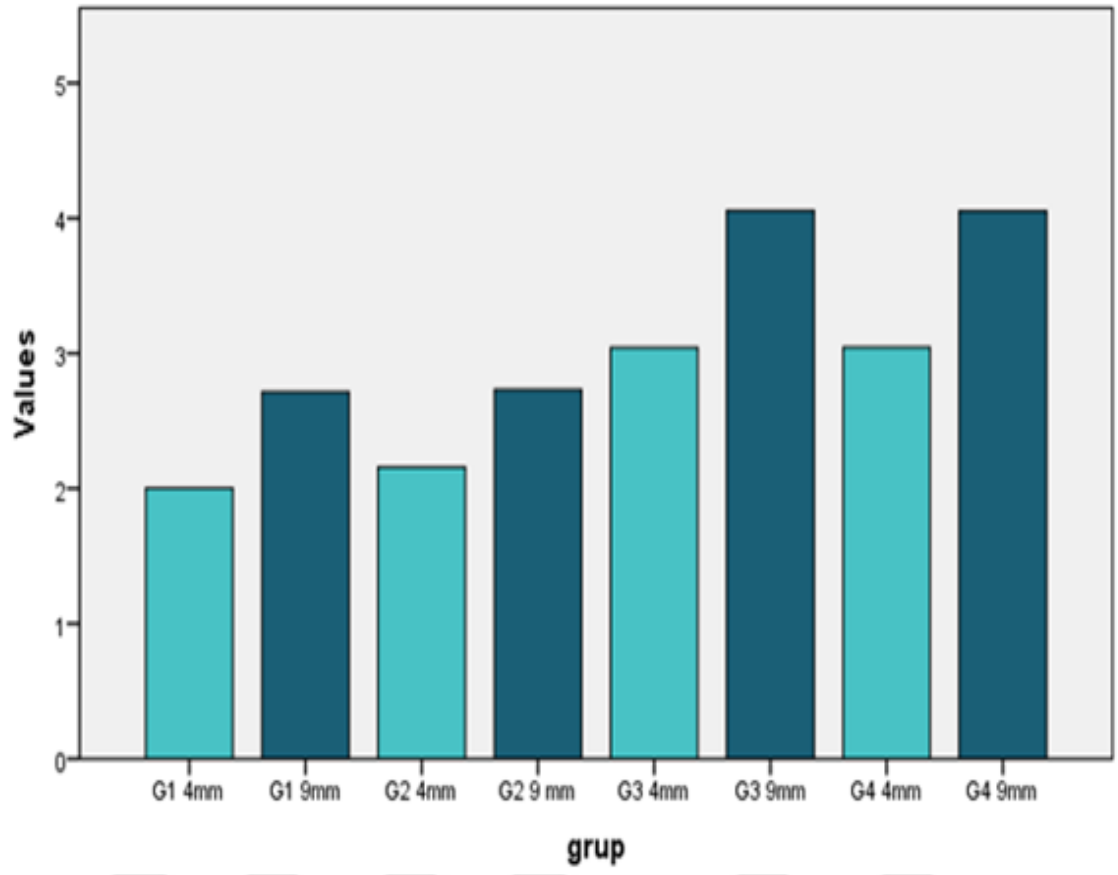
Final irrigasyon solüsyonu olarak % 17 glikolik asit kullanılan Grup 3 ve Grup 4'ün bağlanma dayanımı değerleri , % 17 EDTA kullanılan Grup 1 ve Grup 2'nin bağlanma dayanımı değerinden 9. mm kesitlerde istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturacak şekilde daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Tüm gruplarda 9.mm kesitlerde bağlanma dayanımı değerleri 4.mm kesitlerdeki bağlanma dayanımı değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturacak şekilde daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 3.3. 9.mm'den alınan kesitlerdeki bağlanma dayanımı sonuçları (MPa)

Gruplar	9.mm						
	n	Ortalama	Min	Max	S.S.	S.H.	P
Grup I	17	2,71 ^a	2,43	2,86	0,12	0,02	<0,05
Grup II	17	2,73 ^a	2,54	2,94	0,09	0,02	
Grup III	17	4,05 ^b	3,91	4,29	0,26	0,03	
Grup IV	17	4,05 ^b	3,87	4,35	0,14	0,03	

n: Her gruptaki örnek sayısı, Min: Minimum, Max: Maximum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, SH: Standart hata. Aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır.



Şekil 4.1. Grupların 4.mm ve 9.mm kesitlerdeki bağlanma dayanımı değerleri (MPa)

6. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinin önemli aşamalardan biri kök kanal sisteminin etkili bir şekilde temizlenip şekillendirilmesinin ardından 3 boyutlu olarak sızdırmaz şekilde doldurulmasıdır.¹²⁶ Kök kanalının hermetik olarak tıkanması, kemomekanik preparasyon sonrası kök kanal sisteminde kalan mikroorganizmaların etkinliğini azaltır ve geride kalan diş dokularının desteklenmesini sağlar.¹²⁶ Bu amaçla birçok kök kanal dolgu materyali ve tekniği geliştirilmiştir. Günümüzde genellikle kök kanal sistemini doldurmak için rijit bir kor materyali (gutta perka) ve bir kök kanal patı kullanılır.¹²⁷ Gutta perkanın dentine adezyon özelliğinin olmaması ve kök kanal duvarları arasındaki boşlukların, dentin tübülleri, aksesuar kanallar, isthmuslar gibi düzensiz alanlar içeren kompleks kök kanal sisteminin sızdırmaz bir şekilde doldurulabilmesi amacıyla bütün kök kanal dolgu tekniklerinde kanal dolgu patı kullanılması önerilmiştir.¹²⁸ Endodontik tedavi başarısının kök kanal dolgusunun teknik kalitesi ile ilişkili olduğu¹²⁹ göz önünde bulundurularak bu çalışmada % 17 EDTA ve % 17 glikolik asit solüsyonlarının kalsiyum silikat içerikli Mta Bio Seal ve Cera Seal kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Endodontik materyaller, dentin ile fiziksel veya kimyasal olarak etkileşime girebilir. Fiziksel etkileşim genellikle, mikromekanik retansiyon oluşturmak için malzemenin dentin tübülllerine nüfuz etmesiyle kurulur.¹³⁰ İdeal bir kök kanal patı bakteri geçişini önlemek ve sızdırmazlığı sağlamak için dentin ile iyi adezyon sağlamalıdır.¹³⁰

Geleneksel kök kanal patları sızdırmazlık, büzülme, nem hassasiyeti, biyoyumluluk gibi birçok özelliğe sahip olmasına rağmen ideal kök kanal patı arayışı devam etmektedir.¹³¹ Son yıllarda osteoindüktif, osteokondüktif, biyoyumluluk, dentin adezyonu gibi özelliklere sahip olması nedeniyle kalsiyum silikat esaslı kök kanal patları araştırmacıların ilgisini çekmektedir.^{128, 130} Açık apeksli, kök rezorpsiyonu veya perforasyon bulunan kanal dolgu materyalinin periodonsiyuma ekstrüzyon riskinin yüksek olduğu durumlarda biyoyumlu olması nedeniyle kalsiyum silikat esaslı kanal dolgu patları kullanılmaktadır.¹³² Ayrıca kalsiyum silikat esaslı kök kanal patlarının, alkali özelliğinden dolayı antibakteriyel etki gösterdiği rapor edilmiştir.¹³³ Bu nedenle kalsiyum silikat esaslı

kök kanal patları son yıllarda kullanılmaktadır.

Endodontide, farklı kök kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımını inceleyen çalışmalarda sıklıkla insan alt premolar dişleri kullanılmıştır.¹³⁴ Alt premolar dişlerin genellikle tek kanallı ve yuvarlak bir kök kanal morfolojisine sahip olmaları, bağlanma dayanımı çalışmalarında kesit alma işleminin daha kolay ve daha standart yapılabilmesine olanak sağlamaktadır.¹³⁵⁻¹³⁷ Bu nedenle çalışmamızda deneysel prosedürler esnasında meydana gelebilecek sorunları en aza indirgeyip, standardizasyonu sağlamak amacıyla insan alt premolar dişleri kullanılmıştır.

Çalışmamızda klinik koşulları daha iyi yansıtmayı amacıyla yeni çekilmiş dişler kullanılmıştır.^{138, 139} Çekilmiş insan dişlerinin zamanla nemini kaybetmesi kök kanal patlarının bağlanma dayanımını olumsuz etkileyebileceği için numunelerin deney zamanına kadar distile su, serum fizyolojik veya timol içeren distile su gibi bir ortamda bekletilmesi önerilmektedir.¹⁴⁰⁻¹⁴³ Bu nedenle bu tez çalışmasında mikrobiyolojik bir değerlendirme yapılmayacağıda düşünülerek numunelerin dehidratasyonunu engellemek adına %0,1 timol saklama solüsyonu tercih edilmiştir.

Dekorasyon işlemi kron anatomisi ve endodontik giriş kavitesinden kaynaklanabilecek varyasyonları elimine ederek numune standardizasyonuna izin verir. Bu nedenle bu çalışmada klinik durumu yansıtmamasına karşın dişlerin kök boyu 12 mm kalacak şekilde kron kısımları uzaklaştırılmıştır. Çalışma boyunun standardizasyonunun final irrigasyon etkinliğini değiştirebildiği çalışmalarda bildirilmiştir.¹⁴⁴ Kalsiyum silikat esaslı kanal dolgu patlarını bağlanma dayanımını inceleyen bir çok çalışmada çalışma boyu 12 mm olarak belirlenmiştir.^{144,145} Çalışmamızda 9mm den 2mm çapında kesit alınması nedeniyle 12 mm çalışma boyu belirlenmiştir. Bu nedenle çalışmamızda literatüre uygun olması ve irrigasyon etkinliğinin standardizasyonunu sağlaması amacıyla çalışma boyu 12 mm olarak belirlenmiştir.

Kök kanal tedavisinde final apikal preparasyon çapı ve konikliği, irrigasyon solüsyonunun etkinliğini değiştirebilecek önemli bir faktördür. Literatürde olması gereken apikal preparasyon boyutuna dair bir fikir birliği olmamasına karşın düz ve geniş kök kanal morfolojisi gösteren alt premolar dişlerde #40 preparasyon boyutunun etkili bir irrigasyon için yeterli olacağı bildirilmiştir.^{146, 147} Bu nedenle çalışmamızda final preparasyonunda

NIC 40/ 0. 06 reciproc eğe kullanılmıştır. Bu preparasyon boyutunun 0.36 mm çapa sahip 27 G dental enjektörün kök kanallarında yeterli penetrasyon derinliğinde kullanılabileceğine yardımcı olacağı görüşündeyiz.

Kök kanal preparasyonu esnasında dentin tübüllerini tıkayan ve kök kanal patlarının dentine penetrasyonunu sınırlandırarak bağlanma dayanımını etkileyen smear tabakası oluşmaktadır. Organik ve inorganik komponentleri bulunan smear tabakasının ideal bir şekilde uzaklaştırılması için geçmişten günümüze farklı konsantrasyonlarda birçok ajan kullanılmıştır.¹⁴⁸ Final irrigasyonunda smear tabakasının dentinden uzaklaştırılmaması kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımını azaltmaktadır.¹⁴⁹ Smear tabakasının kaldırılması amacıyla endodontide sıklıkla NaOCl ve %17 EDTA kombinasyonu kullanılmaktadır.^{150, 151}

Kök kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmalarda, kök kanallarının irrigasyonunda yüksek organik doku çözücü etkinliğinden faydalanmak amacıyla irrigasyon solüsyonu % 5,25 konsantrasyonda NaOCl kullanılmıştır.^{136, 152, 153} Bununla birlikte % 5,25 konsantrasyonda NaOCl'nin, kollajenin birincil yapısını bozarak dentinin organik matriksine zarar verdiği, bu yüzden dentinin bağlanma yüzeyini azalttığı gösterilmiştir.¹⁵⁴ NaOCl'in konsantrasyonu arttıķa oksitleyici özelliğinin arttığı ve dentine olan bağlanma dayanımının azaldığı belirtilmiştir.^{83, 155} Marending ve ark.¹⁵⁶ % 5, 25 konsantrasyonda NaOCl'nin bağlanma dayanımı üzerindeki olumsuz etkisinin daha düşük konsantrasyonda NaOCl'ye göre daha fazla olduğunu bildirmişler ve bu durumun artan NaOCl konsantrasyonun kollajen yapı üzerindeki olumsuz residüel etkisinin artmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Bu sebeple bu tez çalışmasında % 2, 5 NaOCl solüsyonu tercih edilmiştir.

% 17 EDTA'nın kök kanallarında kullanıldığında smear tabakasını kaldırarak kök kanal dolgu patının dentine bağlantısını artırdığı bildirilmiştir.¹⁵⁰ Smear tabakasının kaldırılmasında % 17' lik EDTA konsantrasyonunun 1dk uygulanmasının yeterli olduğu bildirilmiştir.^{68, 157} Mello ve ark.¹⁵⁸ 5 ml % 17 EDTA kullanımının smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırdığını, daha yüksek hacimlerde EDTA kullanılmasının smear tabakasını kaldırma konusunda anlamlı bir fark oluşturmadığını belirtmişlerdir. Bu bilgiler

doğrultusunda çalışmamızda smear tabakasının inorganik içeriğinin uzaklaştırılmasında altın standart olarak görülen % 17 konsantrasyonda, 5 ml ve 1 dk'lık EDTA uygulaması tercih edilmiştir.

Endodonti de glikolik asit solüsyonu EDTA solüsyonuna alternatif olabilecek şekilde potansiyel özellikler bulundurmaktadır.¹⁵⁹ Yapılan bir çalışmada; glikolik asit solüsyonunun fibroblast hücresi üzerine toksik etkisinin EDTA'dan istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturacak şekilde daha düşük olduğunu, antimikrobiyal etkisinin ise sitrik asit ve EDTA'dan fazla olduğu gösterilmiştir.¹⁵⁹ Ayrıca çalışmada bu özellikleri sebebiyle glikolik asidin final irrigasyonu için bir alternatif haline gelebileceği belirtilmiştir.¹⁵⁹ Glikolik asit solüsyonu asidik pH yapısıyla gram pozitif ve gram negatif bakterilerin protein sentezini inhibe ederek antibakteriyel etkinlik gösterdiği,¹⁶⁰ serbest radikalleri ortadan kaldırarak kollajen yapıyı açığa çıkardığı rapor edilmiştir,¹⁶¹ EDTA'ya göre daha az sitotoksik olduğu rapor edilmiştir.^{8, 10} Ayrıca glikolik asit ve EDTA' nın smear kaldırma etkinliğini SEM ile inceledikleri bir çalışmada, iki solüsyonun da benzer şekilde smear tabakasını kaldırdığı gözlenmiştir.^{9, 162} Glikolik asidin fiziksel özellikleri ile ilgili Marafıga ve ark.¹⁶³ % 17' lik EDTA, % 17' lik glikolik asit ve %10' luk glikolik asit solüsyonlarını kullanarak yapmış olduğu çalışmada dentinin koheziv, fleksural dayanımı ve kırılma dayanımı testlerinde % 17 EDTA ve % 17 glikolik asit arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ayrıca Souza ve ark.¹⁶⁴ dentinin özelliklerini incelediği çalışmada gruplar (distile su, % 17 EDTA, % 17 glikolik asit, 17 % EDTA + ultrasonik aktivasyon, 17 % glikolik asit + ultrasonik aktivasyon) içerisinde % 17 glikolik asit uygulanan grupta dentinin mikrosertlik değeri, % 17 EDTA uygulanan gruplardan istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturacak şekilde yüksek bulunmuştur. Küçükekenci ve ark.¹⁴⁵ farklı final irrigasyon solüsyonları (% 17 glikolik asit, % 37fosforik asit, % 10 sitrik asit, % 10 EDTA solüsyonu) kullanımının da kalsiyum silikat içerikli Bioserra (Dentac, Turkey) kanal patının bağlanma dayanımını incelediği çalışmada % 17 glikolik asit solüsyonunun bağlanma dayanımını %10 EDTA solüsyonunun bağlanma dayanımından yüksek bulunmuştur. Bu durumun nedeni olarak glikolik asidin pH'ının EDTA'ya göre düşük olması ve kollajen yapının açığa çıkarılması şeklinde rapor edilmiştir. Glikolik asidin dentin üzerinde yarattığı olumlu etkiler sebebiyle bu çalışmada glikolik asit tercih edilmiştir.

Smear tabakasını uzaklaştırmak için kullanılan irrigasyon solüsyonlarının (NaOCl, EDTA, Glikolik asit) kök kanallarından tamamen uzaklaştırılamaması durumunda kök kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımları olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu tez çalışmasında Hülsmann ve ark.'nın çalışmalarında önerdiği şekilde, final irrigasyonu uygulaması sonrası kanallara 5 ml distile su ile durulama yapılarak, EDTA ve glikolik asitin dentin ve kök kanal dolgu materyalleri üzerinde yaratabileceği olumsuz etkilerinin azaltılması amaçlanmıştır.⁵⁶

Kalsiyum silikat içerikli kanal dolgu patlarının hidratasyon reaksiyonu sırasında dentin nemini kullanması nedeniyle dentin dokusunun nemli bırakılması önerilmektedir.¹⁶⁵ Taşdemir ve ark.'nın¹⁶⁶ kök kanallarının kurutulma yönteminin kalsiyum silikat içerikli patların bağlanma dayanımına etkisinin incelendiği çalışmada paper point'in 3 adetten fazla kullanılması durumunda dentin dokusundaki nemin daha az olduğu ve bağlanma dayanımının azalttığı bildirilmiştir. Bu nedenle çalışmamızda 3 adet paper point kullanılmıştır.

Endodontide kök kanallarının doldurulması için en sık kullanılan teknikler soğuk lateral kondensasyon tekniği ve tek kon dolum tekniğidir.^{112, 167} Tek kon dolgu tekniğinin oval kanallarda kullanımı kök kanalı içerisinde kanal patı miktarını ve polimerizasyon büzülmesini artırarak kök kanal dolgusunda boşluklar oluşturabilmektedir. Bu özellik tek kon tekniğinin en önemli dezavantajı olarak kabul edilmektedir. Kök kanal dolgusu içerisinde kanal patı miktarı ve polimerizasyon büzülmesinin artması bağlanma dayanımını testini etkileyebilmektedir.¹⁶⁸ Soğuk lateral kondensasyon tekniği kullanımının kök kanallarındaki pat hacmini azalttığı bildirilmiştir.¹⁶⁹ Yapılan birçok push out çalışmasında kanal içindeki boşlukların ve kanal dolgu patı miktarının azaltılması amacıyla soğuk lateral kondensasyon tekniğinin kullanıldığı bildirilmiştir.^{167, 170, 171} Bu nedenle bu tez çalışmasında soğuk lateral kondensasyon tekniği kullanılarak kök kanal dolgusu gerçekleştirilmiştir.

Push-out testi kalın dentin dilimlerine uygulandığında, bağlanma ara yüzeyinde yoğun ve düzensiz streslerin geliştiği iddia edilmektedir. Bu yüzden push-out testi kullanılarak yapılan çalışmalarda, araştırmacılar 1 ile 2 mm arasında değişen kalınlıklarda dentin kesitleri olarak materyalin dentine bağlanma dayanımını ölçmüşlerdir. Gündoğar ve ark.¹⁷² ile Agrawal ve ark.'nın¹³⁵ yapmış olduğu deneylerde 1mm kalınlığındaki örnek

kullanımının stres ve sürtünmeye bağlı olarak hatalı sonuçların oluşturduğunu, Gesi ve ark.¹⁷³ tarafından yapılan bir çalışmada kesit kalınlığının 1 mm olmasının kanal dolgu materyalinin dentin ile bağlantısını olumsuz etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Hashem ve ark.¹⁷⁴ ise, kök kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımını inceledikleri bir çalışmada kesit alınması sırasında kullanılan hassas separenin kanal dolgu patının bağlantısına olumsuz etkisinin azaltılması amacıyla 2 mm kalınlığında örnek kesit kullandıklarını belirtmişlerdir. Çalışmamızda oluşabilecek hatalı sonuçları minimuma indirmek amacıyla 2 mm kalınlığında örnekler tercih edilmiştir.

Push-out testi; postları simante etmek amacı ile kullanılan adeziv materyallerin kök kanal dolgu patlarının ve adeziv dolgu materyallerinin bağlanma dayanımını test etmek için sıklıkla kullanılmaktadır. Test, universal test cihazına yerleştirilen örneklere kök kanal dolgu materyallerinin dentinden uzaklaştıracak şekilde itme kuvveti uygulanmasını sağlayan bir mekanizma içermektedir.¹⁷⁵ Kullanımı kolay olan makineler ile yapılabilmesi ve sonuçları kolayca yorumlanabilir olması testin avantajlarıdır.^{137, 176} Ayrıca test düzeneğine uygulanan kuvvet, dentin tübüllerine dik, bağlantı yüzeyine paralel bir şekilde uygulandığı için kök kanalı içerisindeki kuvvetleri klinik olarak taklit etmede daha başarılıdır.¹⁷⁷

Birçok çalışmada kök kanal dolgu materyallerinin düşük seviyelerdeki bağlanma dayanımlarının ölçülmesinde push-out testinin uygun bir yöntem olduğu rapor edilmiştir.^{136, 178-181} Bu tez çalışmasında farklı kalsiyum silikat içerikli kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımının değerlendirilmesinde fazla sayıda numune değerlendirilebilmesi sebebiyle push-out testi kullanılmıştır.¹⁸² Kalsiyum silikat içerikli kanal dolgu patının bağlanma dayanımının değerlendirildiği bu tez çalışmasında; fazla sayıdaki numunelerde tekrarlanabilir sonuçların elde edilmesi ve klinik kuvvetlerin taklit edilmesi gibi avantajları sebebiyle push-out testi tercih edilmiştir.

Bağlanma dayanımı veya adezyon terimi; birbirine yakın temasta bulunan iki cismin birlikte durmasını sağlayan, atom veya moleküler düzeydeki güç ya da enerji olarak tanımlanmaktadır.¹⁵⁴ Kök kanal dolgu patlarının dentine iyi bir adezyon göstermesi ideal olmalıdır.¹⁸³ Kök dentinine bağlanma dayanımı kalsifikasyonların, aksesuar kanalların ve dentinin kompleks organik yapı göstermesi nedeniyle daha az olmaktadır.¹⁷⁸ Kanal dolgu materyalinin iyi bir bağlanma göstermesi dentin ile arasındaki sızıntıyı azaltır ve

örtücülüğün devamını sağlamaktadır. Kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımını test etmek için push-out (itme) testi en sık kullanılan test yöntemidir.^{184, 162}

Çalışmamızın bulgularına göre; EDTA kullanılan numunelerden elde edilen tüm kesitlerde glikolik asit kullanılan numunelere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha düşük bağlanma dayanımı değerleri bulunmuştur ($p < 0,05$). Elde ettiğimiz bulgulara göre H_0 hipotezimiz reddedilmiştir.

Barrio ve ark.¹⁸⁵ final irrigasyonu amacıyla % 17 EDTA, % 5,25 NaOCl, salin veya % 5,25 NaOCl ile % 9 etidronik asit kombinasyonu kullanımının ProRoot MTA (Dentsply Tulsa, OK), Biodentin (Septodont France) ve Total fill (FKG Switzerland) kalsiyum silikat içerikli materyallerin bağlanma dayanımı üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir ve % 17 EDTA solüsyonu kullanımının kalsiyum silikat içerikli Total Fill materyalinin bağlanma dayanımını düşürdüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar EDTA'nın rezidüel etkisinin kalsiyum silikat içerikli materyallerin kristalizasyonu etkileyerek bağlanma dayanımını azalttığını rapor etmişlerdir.

Jose ve ark.¹⁸⁶ kök kanallarının % 5, 25 NaOCl ile irrigasyonu sonrası %17'lik EDTA ve % 0.2 Kitosan kullanımının BioRoot RCS (Septodont France) ve MTA Fillapex (Angelus dental solutions, Brazil) kanal patlarının bağlanma dayanımına etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada her iki pat grubunda da EDTA kullanılan grupta kitosandan daha düşük bağlanma dayanımı değerleri rapor edilmiştir.¹⁸⁶ Yazarlar bu durumu EDTA irrigasyon solüsyonunun dentin üzerinde bıraktığı kalıntıların kalsiyum silikat içerikli materyallerinin hidrasyon mekanizmasını olumsuz etkilemesi ile açıklamışlardır.

Agrawal ve ark.¹⁸⁷ farklı final irrigasyon uygulamalarının (QMix, % 5,25 NaOCl + %17 EDTA, distile su) MTA ve Biodentin'in bağlanma dayanımına etkisini inceledikleri çalışmalarında; araştırmacılar kök kanallarında, % 5, 25 NaOCl sonrası % 17 EDTA irrigasyonunun kalsiyum silikat simanların kristalizasyonunu bozduğunu ve bağlanma dayanımını azalttığını bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da diğer çalışmalara benzer şekilde kalsiyum silikat içerikli kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımını EDTA kullanılan gruplarda daha düşük

bulunmuştur. Bu bulgunun kök kanal duvarlarında kalan residüel EDTA'nın kalsiyum silikat esaslı patların hidratasyon reaksiyonuna olan olumsuz etkisi ile ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz.

Üç farklı irrigasyon solüsyonu kullanımının (% 17 EDTA, % 10 glikolik asit, fitik asit) kalsiyum silikat esaslı kanal patının (Well Root ST, Vericom, Gangwon-Do, Korea) bağlanma dayanımına etkisinin incelendiği bir çalışmada araştırmacılar, %10' luk glikolik asit ve % 17'lik EDTA arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmediğini rapor etmişlerdir. Yazarlar iki solüsyonun smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinin benzer olması nedeniyle bağlanma dayanımı değerleri arasında anlamlı bir fark elde edilememiş olabileceğini bildirmişlerdir.¹⁸⁸ Ayrıca araştırmacılar glikolik asitin dentinden kalsiyum ve fosforu uzaklaştırdığını, dentindeki bu alanlara kalsiyum silikat meteryallerinin mekanik olarak bağlanarak bağlanma dayanımını artırdığını belirtmişlerdir.¹⁸⁸

Demirbaş ve ark.¹⁴⁴ farklı final irrigasyon prosedürlerinin bağlanma dayanımını inceledikleri çalışmada; kanal içerisine uygulanan irrigasyon solüsyonu gruplarını % 17 EDTA, % 10 glikolik asit, % 17 glikolik asit, % 17 EDTA+CHX, % 10 glikolik asit+CHX, % 17 glikolik asit+CHX ve distile su olarak oluşturmuştur. Çalışmada irrigasyon sonrası kök kanalları MTA Fillapex ve gutta perka ile doldurularak push out bağlanma dayanımı testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre yapılan değerlendirmede 4. ve 9. mm' den alınan her iki kesitte de glikolik asit kullanılan gruplarda kalsiyum silikat ve rezin içerikli MTA Fillapex'in bağlanma dayanımı EDTA kullanılan gruplardan daha yüksek bulunmuştur. Bu sonucu glikolik asidin düşük pH ve düşük yüzey gerilimi sayesinde dentine daha iyi penetre olması ile açıklamışlardır. Glikolik asidin açığa çıkan kollajen ve hidroksiapatit miktarını artırarak bağlanma dayanımı artırdığı bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında glikolik asit kullanılan gruplarda EDTA kullanılan gruplara göre bağlanma dayanımı yüksek bulunmuştur.

Bello ve ark.¹¹ tarafından % 5' lik, % 10' luk ve % 17' lik glikolik asit solüsyonlarını kullanarak yapılan bir çalışmada araştırmacılar, glikolik asidin konsantrasyonun arttığı gruplarda dentindeki hidroksiapatit kristali yoğunluğunun azaldığını bildirmişlerdir. Bu bilgiye dayanarak glikolik asitin konsantrasyonunun artması dentindeki inorganik yapının daha iyi uzaklaştırılmasında ve daha pürüzlü yüzeylerin oluşturulmasında etkili olarak bağlanma dayanımını artırdığını düşünmüşlerdir. Ayrıca Demirbaş ve ark.'ları

¹⁴⁴ tarafından yapılan çalışmada % 17 glikolik asitin bağlanma dayanımı değeri, % 10 glikolik asitten daha yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar, glikolik asitin konsantrasyonu artırıldığında dentin tübüllerinde etkinliğin yükseldiğini bildirmişlerdir. Standart olarak EDTA' nın % 17'lik olarak kullanılması, bu çalışmada glikolik asitin % 17'lik olarak tercih edilmesini sağlamıştır. Bu tez çalışmasında %17 glikolik asit ile final irrigasyonu yapılan gruplarda, % 17 EDTA 'ya göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturacak şekilde daha yüksek bağlanma dayanımı gözlenmiştir. Çalışmamızda glikolik asitin daha yüksek bağlanma dayanımı gösterme sebebi % 17' lik konsantrasyon olarak kullanımı olabilir.

Çalışmada kullanılan her iki kalsiyum silikat esaslı kanal patının bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0, 05$). Elde ettiğimiz bulgulara göre H1 hipotezi kabul edilmiştir.

Abu Zeid ve ark.'larının¹⁸⁹ MTA Bio Seal ve MTA Fillapex patlarının özelliklerini incelediği çalışmada kullanılan patların içeriklerinin aynı olduğu bildirilmiştir. Çalışmada kullanılan patların dentine adezyonunda ve polimerizasyonunda fosforun etkili olduğu bildirilmiştir. Çalışmada kullanılan patların alkali ph (10)'ının kollajen yapıya adezyonu sınırlandırabileceği rapor edilmiştir. Bu nedenle çalışmada kullandığımız patların içeriklerinin benzer olması nedeniyle bağlanma dayanımı değerlerinin benzer bulunduğu düşünülmüştür.

Sagsen ve ark.'ları¹⁶² I Root S P , AH Plus ve MTA Fillapex patlarının dentine olan bağlanma dayanımı incelemiştir. Çalışmada kullanılan kalsiyum silikat içerikli patların bağlanma dayanımında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0,05$). Bağlanma dayanımının benzer olmasının sebebinin hidrasyon reaksiyonu sırasında tag benzeri uzantıların oluşması ve benzer içerik olduğu bildirilmiştir.

Uysal ve ark.'nın¹⁹⁰ AH Plus, MTA Bioseal ve Well Root ST' nin dentin penetrasyonunu SEM analizi ile inceledikleri çalışmada MTA Bioseal ve Well Root ST patlarının penetrasyon derinliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0,05$). Bu bulgu kalsiyum silikat içerikli patların benzer içeriğe sahip olması ile açıklanmıştır. Bu nedenle çalışmamızda kullandığımız patların bağlanma dayanımı değerlerinin önemli bir fark göstermemesinin formülasyonlarının birbirlerine yakın olması

nedeniyle dentinle benzer şekilde fiziksel ve kimyasal etkileşime girmiş olmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda apikalden itibaren alınan 4. mm ve 9. mm örneklerinde tüm gruplarda iki farklı kanal dolgu patının bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0, 05$). Ayrıca tüm gruplarda, 9. mm'den alınan kesitlerdeki bağlanma dayanımı değerleri, 4. mm'den alınan kesitlerdekinden istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p < 0, 05$).

Glikolik asit ve EDTA'nın smear kaldırma etkinliğinin SEM analizi ile incelendiği çalışmalarda; apikal üçlü de smear kaldırma etkinliği istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturacak şekilde düşük bulunmuştur. Çalışmalarda apikal bölgede dentin tübüllerinin dar olması, irrigasyon solüsyonunun etki süresinin ve penetrasyon miktarının az olması irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin apikal bölgede düşük olmasının nedeni olarak sayılmaktadır.^{191, 192}

Kanal preparasyonu sonrasında kök kanalı apikalden koronale doğru artan çapta konik bir anatomik şekil almaktadır. Kök kanal boşluğu koronalde daha geniş bir çapa sahip olduğundan irrigasyon solüsyonları daha fazla etki gösterebilmektedir.¹⁹³ Neelakantan ve ark. ile Çetinkaya ve ark.^{83, 194} kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımını incelediği çalışmalarda apikaldeki dentin kesitlerinin daha düşük bağlanma dayanımı gösterdiğini rapor etmiştir. Daimi dişlerin koronal bölgesine doğru gittikçe dentin tübül sayısının ve çapının apikal bölgeye göre arttığı bildirilmiştir.⁸³ Koronal bölge de apikal bölgeye göre irrigasyon etkinliği ve pat penetrasyonunun fazla olması nedeniyle bağlanma dayanımının arttığını rapor etmişlerdir. Bu nedenle çalışmamızın bulguları doğrultusunda, koronal üçlüde bağlanma dayanımının apikal bölgeye göre daha yüksek bulunmasının kullanılan irrigasyon solüsyonlarının koronalde apikalden daha etkili olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Elde ettiğimiz bulgulara göre H 2 hipotezi reddedilmiştir.

Literatürde glikolik asidin kök kanal irrigasyonunda kullanımının farklı kalsiyum silikat esaslı kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımını inceleyen çalışma sayısının az olması çalışmamızı sınırlandırmıştır. Vital dişlerde bulunan dentin dokusu pulpa odasından gelen osmotik basınç nedeniyle doğal nem dengesini koruyabilmektedir.^{195, 196}

Çalışmamızın in vitro koşullarda çekilmiş dişler üzerinde yapılmış olması kliniğin tamamen yansıtılmasına sınırlama getirmektedir.



7. SONUÇ VE ÖNERİLER

“ Kök kanallarında farklı irrigasyon solüsyonu kullanımının kalsiyum silikat içerikli materyallerin dentine bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirilmesi” isimli bu tez çalışmasının sınırları dahilinde elde edilen sonuç ve öneriler şu şekildedir:

1.%17 glikolik asit uygulanan tüm gruplarda %17 EDTA uygulanan gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı fark olacak şekilde en yüksek bağlanma dayanımı değerleri tespit edilmiştir. Bu nedenle %17 glikolik asitin %17 EDTA'ya alternatif olabileceği akılda tutulmalıdır.

2. Final irrigasyonunda glikolik asit ve EDTA uygulanan gruplarda Mta Bio Seal ve Cera Seal kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımlarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Glikolik asit ve EDTA irrigasyonu sonrası benzer içeriklere sahip iki kalsiyum silikat esaslı pat benzer etki göstermiştir.

3. Tüm gruplarda kök kanal dolgu patının bağlanma dayanımı kökün apikaline yakın bölgesinde daha düşük değerler göstermiştir. Apikal üçlüdeki bağlanma dayanımının artırılmasına yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

4. Glikolik asidin vital dişler üzerindeki etkinliğinin incelenmesi amacıyla endodonti alanında daha ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir.

8. KAYNAKLAR

1. **Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ.** The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* **1965**;20:340-9.
2. **Peters OA, Laib A, Göhring TN, Barbakow F.** Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod.* **2001**;27(1):1-6.
3. **Mohammadi Z, Abbott PV.** The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J.* **2009**;42(4):288-302.
4. **Gutmann JL.** Clinical, radiographic, and histologic perspectives on success and failure in endodontics. *Dent Clin North Am.* **1992**;36(2):379-92.
5. **Caicedo R, von Fraunhofer JA.** The properties of endodontic sealer cements. *J Endod.* **1988**;14(11):527-34.
6. **Economides N, Liolios E, Kolokuris I, Beltes P.** Long-term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability of different sealers. *J Endod.* **1999**;25(2):123-5.
7. **Bernstein EF, Lee J, Brown DB, Yu R, Van Scott E.** Glycolic acid treatment increases type I collagen mRNA and hyaluronic acid content of human skin. *Am Dermatologic Surgery.* **2001**;27(5):429-33.
8. **Barcellos D, Farina AP, Barcellos R, Souza MA, Borba M, Bedran-Russo AK, et al.** Effect of a new irrigant solution containing glycolic acid on smear layer removal and chemical/mechanical properties of dentin. *Sci Rep.* **2020**;10(1):7313.
9. **Cecchin D, Farina AP, Vidal C, Bedran-Russo AK.** A Novel Enamel and Dentin Etching Protocol Using α -hydroxy Glycolic Acid: Surface Property, Etching Pattern, and Bond Strength Studies. *Oper Dent.* **2018**;43(1):101-10.
10. **Bello YD, Porsch HF, Farina AP, Souza MA, Silva E, Bedran-Russo AK, et al.** Glycolic acid as the final irrigant in endodontics: Mechanical and cytotoxic effects. *Mater Sci Eng C.* **2019**;100:323-9.
11. **Bello YD, Farina AP, Souza MA, Cecchin D.** Glycolic acid: Characterization of a new final irrigant and effects on flexural strength and structural integrity of dentin. *Mater Sci Eng C.* **2020**;106:110283.
12. **Harrison JW.** Irrigation of the root canal system. *Dent Clin North Am.* **1984**;28(4):797-808.
13. **Tirali RE.** Endodontide Kullanılan İrrigasyon Solusyonları. *ADO Klinik Bilimler Dergisi.* **3**(2):368-73.
14. **Schilder H.** Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* **1974**;18(2):269-96.
15. **Gambarini G, Galli M, Di Nardo D, Seracchiani M, Donfrancesco O, Testarelli L.** Differences in cyclic fatigue lifespan between two different heat treated NiTi endodontic rotary instruments: WaveOne Gold vs EdgeOne Fire. *J Clin Exp Dent.* **2019**;11(7):e609-e13.
16. **Walia H, Brantley WA, Gerstein H.** An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* **1988**;14(7):346-51.

17. **Bürklein S, Hinschitzka K, Dammaschke T, Schäfer E.** Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J.* **2012**;45(5):449-61.
18. **Plotino G, Grande NM, Cordaro M, Testarelli L, Gambarini G.** A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* **2009**;35(11):1469-76.
19. **Lopes HP, Elias CN, Vieira MV, Siqueira Jr JF, Mangelli M, Lopes WS, et al.** Fatigue life of Reciproc and Mtwo instruments subjected to static and dynamic tests. *J Endod.* **2013**;39(5):693-6.
20. **Plotino G, Grande N, Testarelli L, Gambarini G.** Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J.* **2012**;45(7):614-8.
21. **Wycoff RC, Berzins DW.** An in vitro comparison of torsional stress properties of three different rotary nickel-titanium files with a similar cross-sectional design. *J Endod.* **2012**;38(8):1118-20.
22. **Elnaghy AM, Elsaka SE.** Torsion and bending properties of OneShape and WaveOne instruments. *J Endod.* **2015**;41(4):544-7.
23. **Violich D, Chandler N.** The smear layer in endodontics—a review. *Int Endod J.* **2010**;43(1):2-15.
24. **Carvalho AS, Camargo CHR, Valera MC, Camargo SEA, Mancini MNG.** Smear layer removal by auxiliary chemical substances in biomechanical preparation: a scanning electron microscope study. *J Endod.* **2008**;34(11):1396-400.
25. **Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM.** Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endod Topics.* **2005**;10(1):77-102.
26. **Economides N, Liolios E, Kolokuris I, Beltes P.** Long-term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability of different sealers. *J Endod.* **1999**;25(2):123-5.
27. **Ørstavik D, Haapasalo M.** Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Dent Traumatol.* **1990**;6(4):142-9.
28. **Orlowski NB, Schimdt TF, da Silveira Teixeira C, Garcia LdFR, Savaris JM, Tay FR, et al.** Smear layer removal using passive ultrasonic irrigation and different concentrations of sodium hypochlorite. *J Endod.* **2020**;46(11):1738-44.
29. **Ørstavik D, Haapasalo M.** Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod. dent. traumatol.* **1990**;6(4):142-9.
30. **Wang Z, Shen Y, Haapasalo M.** Effect of smear layer against disinfection protocols on *Enterococcus faecalis*-infected dentin. *J Endod.* **2013**;39(11):1395-400.
31. **Hülsmann M, Rödiger T, Nordmeyer S.** Complications during root canal irrigation. *Endod Topics.* **2007**;16(1):27-63.
32. **Kandaswamy D, Venkateshbabu N.** Root canal irrigants. *J. Conserv. Dent.* **2010**;13(4):256.
33. **Zehnder M.** Root canal irrigants. *J Endod.* **2006**;32(5):389-98.
34. **Mohammadi Z, Soltani MK, Shalavi S.** An update on the management of endodontic biofilms using root canal irrigants and medicaments. *Iran Endod J.* **2014**;9(2):89.
35. **Dioguardi M, Di Gioia G, Illuzzi G, Laneve E, Cocco A, Troiano G.** Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems. *Eur J Dent.* **2018**;12(03):459-66.

36. **Zehnder M.** Root canal irrigants. *J Endod.* **2006**;32(5):389-98.
37. **McDonnell G, Russell AD.** Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev.* **1999**;12(1):147-79.
38. **Waltimo T, Ørstavik D, Siren E, Haapasalo M.** In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *Int Endod J.* **1999**;32(6):421-9.
39. **Siqueira JF, Jr., Rôças IN, Favieri A, Lima KC.** Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod.* **2000**;26(6):331-4.
40. **Byström A, Sunqvist G.** The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J.* **1985**;18(1):35-40.
41. **Cvek M, Nord C, Hollender L.** Antimicrobial effect of root canal débridement in teeth with immature root. A clinical and microbiologic study. *Odontologisk revy.* **1976**;27(1):1-10.
42. **Blank-Gonçalves LM, Nabeshima CK, Martins GH, Machado ME.** Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. *J Endod.* **2011**;37(9):1268-71.
43. **Mohammadi Z.** Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J.* **2008**;58(6):329-41.
44. **Moorer W, Wesselink P.** 110th year Nederlands Tijdschrift voor Tandheelkunde. 2. Root canal treatment, intra-canal disinfectants and bacterial culture: past and present. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* **2003**;110(5):178-80.
45. **Clarkson R, Moule A, Podlich H, Kellaway R, Macfarlane R, Lewis D, et al.** Dissolution of porcine incisor pulps in sodium hypochlorite solutions of varying compositions and concentrations. *Aust Dent J.* **2006**;51(3):245-51.
46. **Currey JD, Brear K, Zioupos P.** Dependence of mechanical properties on fibre angle in narwhal tusk, a highly oriented biological composite. *J Biomech.* **1994**;27(7):885-97.
47. **Slutzky-Goldberg I, Maree M, Liberman R, Heling I.** Effect of sodium hypochlorite on dentin microhardness. *J Endod.* **2004**;30(12):880-2.
48. **Grigoratos D, Knowles J, Ng YL, Gulabivala K.** Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int Endod J.* **2001**;34(2):113-9.
49. **Marending M, Luder HU, Brunner TJ, Knecht S, Stark WJ, Zehnder M.** Effect of sodium hypochlorite on human root dentine--mechanical, chemical and structural evaluation. *Int Endod J.* **2007**;40(10):786-93.
50. **Oyarzún A, Cordero AM, Whittle M.** Immunohistochemical evaluation of the effects of sodium hypochlorite on dentin collagen and glycosaminoglycans. *J Endod.* **2002**;28(3):152-6.
51. **Erdemir A, Ari H, Güngüneş H, Belli S.** Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. *J Endod.* **2004**;30(2):113-6.
52. **Ozturk B, Ozer F.** Effect of NaOCl on bond strengths of bonding agents to pulp chamber lateral walls. *J Endod.* **2004**;30(5):362-5.
53. **Nikaido T, Takano Y, Sasafuchi Y, Burrow MF, Tagami J.** Bond strengths to endodontically-treated teeth. *Am J Dent.* **1999**;12(4):177-80.

54. **Paolieri M.** Ferdinand Münz: EDTA and 40 years of inventions. *Bull Hist Chem.***2017**;42(2):133-40.
55. **Bersworth FC.** Method of forming carboxylic amino acids. *Google Patents*; **1945**.
56. **Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A.** Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use.*Int Endod J.***2003**;36(12):810-30.
57. **Czonstkowsky M, Wilson EG, Holstein FA.** The smear layer in endodontics.*Dent Clin North Am.* **1990**;34(1):13-25.
58. **Basrani B, Haapasalo M.** Update on endodontic irrigating solutions.*Endod Topics.* **2012**;27(1):74-102.
59. **Mohammadi Z, Shalavi S, Jafarzadeh H.** Ethylenediaminetetraacetic acid in endodontics. *Eur J Dent.***2013**;7(Suppl 1):S135-s42.
60. **Von der Fehr F.** Effect of EDTA and sulphuric acid on root canal dentine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* **1963**;16:199-205.
61. **Seidberg BH, Schilder H.** An evaluation of EDTA in endodontics.*Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* **1974**;37(4):609-20.
62. **Pérez VC, Cárdenas MEM, Planells US.** The possible role of pH changes during EDTA demineralization of teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* **1989**;68(2):220-2.
63. **Cury JA, Bragotto C, Valdrighi L.** The demineralizing efficiency of EDTA solutions on dentin. I. Influence of pH.*Oral Surg Oral Med Oral Pathol.***1981**;52(4):446-8.
64. **Calvo Pérez V, Medina Cárdenas ME, Sánchez Planells U.** The possible role of pH changes during EDTA demineralization of teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* **1989**;68(2):220-2.
65. **Serper A, Çalt S.** The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *J Endod.* **2002**;28(7):501-2.
66. **Taweewattanapaisan P, Jantararat J, Ounjai P, Janebodin K.** The Effects of EDTA on Blood Clot in Regenerative Endodontic Procedures.*J Endod.***2019**;45(3):281-6.
67. **Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y.** Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am.* **2010**;54(2):291-312.
68. **Crumpton BJ, Goodell GG, McClanahan SB.** Effects on smear layer and debris removal with varying volumes of 17% REDTA after rotary instrumentation. *J Endod.***2005**;31(7):536-8.
69. **Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P.** Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *J Endod.***2010**;36(8):1361-6.
70. **Cehreli ZC, Uyanik MO, Nagas E, Tuncel B, Er N, Comert FD.** A comparison of residual smear layer and erosion following different endodontic irrigation protocols tested under clinical and laboratory conditions. *Acta Odontol. Scand.* **2013**;71(5):1261-6.
71. **Wu L, Mu Y, Deng X, Zhang S, Zhou D.** Comparison of the effect of four decalcifying agents combined with 60°C 3% sodium hypochlorite on smear layer removal. *J Endod.* **2012**;38(3):381-4.
72. **Spanó JC, Silva RG, Guedes DF, Sousa-Neto MD, Estrela C, Pécora JD.** Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators.*J Endod.***2009**;35(5):727-30.

73. **Mancini M, Armellin E, Casaglia A, Cerroni L, Cianconi L.** A comparative study of smear layer removal and erosion in apical intraradicular dentine with three irrigating solutions: a scanning electron microscopy evaluation. *J Endod.* **2009**;35(6):900-3.
74. **Lim TS, Wee TY, Choi MY, Koh WC, Sae-Lim V.** Light and scanning electron microscopic evaluation of Glyde File Prep in smear layer removal. *Int Endod J.* **2003**;36(5):336-43.
75. **Ostby N.** Chelating in root canal therapy. Ethylene-diamine tetraacetic acid for cleansing and widening of root canals. *Odontol Tidskr.* **1957**;65:3-11.
76. **Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS.** A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod.* **1983**;9(4):137-42.
77. **De-Deus G, Paciornik S, Mauricio M.** Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. *Int Endod J.* **2006**;39(5):401-7.
78. **Papagianni M.** Advances in citric acid fermentation by *Aspergillus niger*: biochemical aspects, membrane transport and modeling. *Biotechnol Adv.* **2007**;25(3):244-63.
79. **De-Deus G, Paciornik S, Mauricio MH.** Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. *Int Endod J.* **2006**;39(5):401-7.
80. **Baldasso FER, Roletto L, Silva VDD, Morgental RD, Kopper PMP.** Effect of final irrigation protocols on microhardness reduction and erosion of root canal dentin. *Brazilian Oral Res.* **2017**;31:e40.
81. **Naeem MM, Abdallah AM, Kamar AA, Leheta NA.** Effect of phytic acid (IP6) versus ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA) on dentin microhardness (in vitro study). *Alex Dent J.* **2021**;46(2):99-105.
82. **Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, et al.** A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod.* **2003**;29(3):170-5.
83. **Neelakantan P, Sharma S, Shemesh H, Wesselink PR.** Influence of Irrigation Sequence on the Adhesion of Root Canal Sealers to Dentine: A Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Push-out Bond Strength Analysis. *J Endod.* **2015**;41(7):1108-11.
84. **Kuçi A, Alaçam T, Yavaş Ö, Ergül-Ulger Z, Kayaoglu G.** Sealer penetration into dentinal tubules in the presence or absence of smear layer: a confocal laser scanning microscopic study. *J Endod.* **2014**;40(10):1627-31.
85. **Sousa-Neto MD, Passarinho-Neto JG, Carvalho-Júnior JR, Cruz-Filho AM, Pécora JD, Saquy PC.** Evaluation of the effect of EDTA, EGTA and CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. *Braz Dent J.* **2002**;13:123-8.
86. **Tuncel B, Nagas E, Cehreli Z, Uyanik O, Vallittu P, Lassila L.** Effect of endodontic chelating solutions on the bond strength of endodontic sealers. *Brazilian Oral Res.* **2015**;29:1-6.
87. **Carvalho NK, Prado MC, Senna PM, Neves AA, Souza EM, Fidel SR, et al.** Do smear-layer removal agents affect the push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers? *Int Endod J.* **2017**;50(6):612-9.
88. **Lim M, Jung C.** Calcium silicate-based root canal sealers: a literature review. *Restor Dent Endod.* **2020**;45(3):e35.
89. **Valle-González ER, Jackman JA, Yoon BK, Mokrzecka N, Cho NJ.** pH-Dependent Antibacterial Activity of Glycolic Acid: Implications for Anti-Acne Formulations. *Sci Rep.* **2020**;10(1):7491.

90. **Roberts WE.** Chemical peeling in ethnic/dark skin. *Dermatol Ther.* **2004**;17(2):196-205.
91. **Kataoka M, Sasaki M, Hidalgo AR, Nakano M, Shimizu S.** Glycolic acid production using ethylene glycol-oxidizing microorganisms. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **2001**;65(10):2265-70.
92. **Rajaratnam R, Halpern J, Salim A, Emmett C.** Interventions for melasma. *The Cochrane database of systematic reviews.* **2010**(7):Cd003583.
93. **Van der Smissen A, Hoffmeister PG, Friedrich N, Watarai A, Hacker MC, Schulz-Siegmund M, et al.** Artificial extracellular matrices support cell growth and matrix synthesis of human dermal fibroblasts in macroporous 3D scaffolds. *J Tissue Eng Regen Med.* **2017**;11(5):1390-402.
94. **Thibault PK, Wlodarczyk J, Wenck A.** A double-blind randomized clinical trial on the effectiveness of a daily glycolic acid 5% formulation in the treatment of photoaging. *Dermatol Surg.* **1998**;24(5):573-7; discussion 7-8.
95. **Hua X, Cao R, Zhou X, Xu Y.** One-step continuous/semi-continuous whole-cell catalysis production of glycolic acid by a combining bioprocess with in-situ cell recycling and electrodialysis. *Bioresour Technol.* **2019**;273:515-20.
96. **Kaplan T, Sönmez Kaplan S, Sazak Öveçoğlu H.** Güncel kök kanal dolum teknikleri. **2019.**
97. **Torabinejad M, Fouad A, Shabahang S.** Endodontics e-book: Principles and practice: Elsevier Health Sciences; **2020.**
98. **Bilgiç A, Bodrumlu E.** Biyoseramik esaslı kanal patları: Derleme. *J Dent Fac Ataturk Univ.* **26**(4).
99. **Orstavik D.** Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Topics.* **2005**;12(1):25-38.
100. **Maden M.** Gutta perkali kök kanal dolgu tekniklerinin karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* **25**(1):59-65.
101. **Alaçam T.** Endodonti GÜ Basın Yayın Yüksek Okulu Basımevi 671. Ankara; **1990.**
102. **Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA.** Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater.* **2016**;2016:9753210.
103. **Tomson RM, Polycarpou N, Tomson PL.** Contemporary obturation of the root canal system. *Br Dent J.* **2014**;216(6):315-22.
104. **Rathi CH, Chandak M, Nikhade P, Mankar N, Chandak M, Khatod S, et al.** Functions of root canal sealers—a review. *J Evolution Med Dent Sci.* **2020**;9(17):1454-8.
105. **HE G, Keçeci AD.** Endodontik tedavide kullanılan kök kanal patlarının sitotoksik özellikleri: Bölüm I Derleme *Türk Dişhek Der.* **2011**;81:72-5.
106. **Partovi M, Al-Havvaz AH, Soleimani B.** In vitro computer analysis of crown discolouration from commonly used endodontic sealers. *Aust Endod J.* **2006**;32(3):116-9.
107. **Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B.** Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. *J Endod.* **1987**;13(9):453-7.
108. **Schwartz RS.** Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system-the promise and the problems: a review. *J Endod.* **2006**;32(12):1125-34.

109. **Desai S, Chandler N.** Calcium hydroxide-based root canal sealers: a review.*J Endod.***2009**;35(4):475-80.
110. **Singh H, Markan S, Kaur M, Gupta G, Singh H, Kaur M.** Endodontic sealers: Current concepts and comparative analysis. *Dent Open J.* **2015**;2(1):32-7.
111. **Kim JA, Hwang YC, Rosa V, Yu MK, Lee KW, Min KS.** Root Canal Filling Quality of a Premixed Calcium Silicate Endodontic Sealer Applied Using Gutta-percha Cone-mediated Ultrasonic Activation. *J Endod.* **2018**;44(1):133-8.
112. **Donnermeyer D, Dornseifer P, Schäfer E, Dammaschke T.** The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers.*Head Face Med.***2018**;14(1):13.
113. **López-García S, Myong-Hyun B, Lozano A, García-Bernal D, Forner L, Llena C, et al.** Cytocompatibility, bioactivity potential, and ion release of three premixed calcium silicate-based sealers. *Clin Oral Investig.***2020**;24(5):1749-59.
114. **Silva Almeida LH, Moraes RR, Morgental RD, Pappen FG.** Are Premixed Calcium Silicate-based Endodontic Sealers Comparable to Conventional Materials? A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod.***2017**;43(4):527-35.
115. **Candeiro GT, Correia FC, Duarte MA, Ribeiro-Siqueira DC, Gavini G.** Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer.*J Endod.***2012**;38(6):842-5.
116. **Zhang W, Li Z, Peng B.** Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability.*Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endo.* **2009**;107(6):e79-82.
117. **Park MG, Kim IR, Kim HJ, Kwak SW, Kim HC.** Physicochemical properties and cytocompatibility of newly developed calcium silicate-based sealers.*Aust Endod J.***2021**;47(3):512-9.
118. **Torabinejad M, Parirokh M.** Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part II: other clinical applications and complications.*Int Endod J.* **2018**;51(3):284-317.
119. **Rifaat S, Rahoma A, Alkhalifa F, AlQuraini G, Alsalman Z, Alwesaibi Z, et al.** Push-Out Bond Strength of EndoSeal Mineral Trioxide Aggregate and AH Plus Sealers after Using Three Different Irrigation Protocols. *Eur J Dent.***2022**.
120. **Frankenberger R, Strobel WO, Krämer N, Lohbauer U, Winterscheidt J, Winterscheidt B, et al.** Evaluation of the fatigue behavior of the resin-dentin bond with the use of different methods. *J. Biomed. Mater. Res. Part B Appl Biomater.* **2003**;67(2):712-21.
121. **Elmas MS, Başaran EG, İzgi AD.** Diş hekimliğinde kullanılan bağlanma dayanımı test metotları. *J Dent Fac Atatürk Univ.* **2021**; 31(2):283-8.
122. **Haller B, Thull R, Klaiber B, Teuber M.** An extrusion test for determination of bond strength to dentin. *Journal of dental research.***1991**;70:525.
123. **Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M.** Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater.***2002**;18(8):596-602.
124. **Ungor M, Onay EO, Orucoglu H.** Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha.*Int Endod J.* **2006**;39(8):643-7.

125. **Sirisha K, Rambabu T, Ravishankar Y, Ravikumar P.** Validity of bond strength tests: A critical review-Part II. *J. Conserv. Dent.* **2014**;17(5):420-6.
126. **Elayouti A, Achleithner C, Löst C, Weiger R.** Homogeneity and adaptation of a new gutta-percha paste to root canal walls. *J Endod.* **2005**;31(9):687-90.
127. **Imai Y, Komabayashi T.** Properties of a new injectable type of root canal filling resin with adhesiveness to dentin. *J Endod.* **2003**;29(1):20-3.
128. **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. *Aust Endod J.* **2013**;39(3):102-6.
129. **Dugas NN, Lawrence HP, Teplitsky PE, Pharoah MJ, Friedman S.** Periapical health and treatment quality assessment of root-filled teeth in two Canadian populations. *Int Endod J.* **2003**;36(3):181-92.
130. **Viapiana R, Guerreiro-Tanomaru J, Tanomaru-Filho M, Camilleri J.** Interface of dentine to root canal sealers. *J Dent.* **2014**;42(3):336-50.
131. **Salehrabi R, Rotstein I.** Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study. *J Endod.* **2004**;30(12):846-50.
132. **Aminoshariae A, Kulild JC.** The impact of sealer extrusion on endodontic outcome: A systematic review with meta-analysis. *Aust Endod J.* **2020**;46(1):123-9.
133. **Moinzadeh AT, Portoles CA, Wismayer PS, Camilleri J.** Bioactivity potential of EndoSequence BC RRM putty. *J Endod.* **2016**;42(4):615-21.
134. **Vertucci FJ.** Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* **1984**;58(5):589-99.
135. **Arushi A, Bonny P, Shiv M, Kavita D.** The effect of different irrigation regiments on the push out bond strength of MTA Fillapex sealer to dentin. *Br j med med res.* **2015**;9(1).
136. **Ok E, Ertas H, Saygili G, Gok T.** Effect of photoactivated disinfection on bond strength of root canal filling. *J Endod.* **2013**;39(11):1428-30.
137. **Mahardhini S, Meidyawati R, Artiningsih DANP, Amalia M.** Effects of Epoxy Resin and Calcium Silicate-Based Root Canal Sealer on Fiber Post Adhesion. *J. Int. Dent. Medical Res.* **2021**;14(1):173-9.
138. **John AD, Webb TD, Imamura G, Goodell GG.** Fluid flow evaluation of Fuji Triage and gray and white ProRoot mineral trioxide aggregate intraorifice barriers. *J Endod.* **2008**;34(7):830-2.
139. **Sauáia TS, Gomes BP, Pinheiro ET, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ.** Microleakage evaluation of intraorifice sealing materials in endodontically treated teeth. *Oral surg oral med oral pathol oral radiol endo.* **2006**;102(2):242-6.
140. **Sandhu SV, Tiwari R, Bhullar RK, Bansal H, Bhandari R, Kakkar T, et al.** Sterilization of extracted human teeth: A comparative analysis. *J Oral Biol Craniofac Res.* **2012**;2(3):170-5.
141. **Vilanova WV, Carvalho-Junior JR, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT.** Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J.* **2012**;45(1):42-8.
142. **Bueno CE, Pelegrine RA, Silveira CF, Bueno VC, Alves Vde O, Cunha RS, et al.** The impact of endodontic irrigating solutions on the push-out shear bond strength of glass fiber posts luted with resin cements. *Gen Dent.* **2016**;64(1):26-30.

143. **Durski M, Metz M, Crim G, Hass S, Mazur R, Vieira S.** Effect of Chlorhexidine Treatment Prior to Fiber Post Cementation on Long-Term Resin Cement Bond Strength. *Oper Dent.* **2018**;43(2):E72-e80.
144. **Demirbaş M, Maden M, Orhan H.** Farklı Konsantrasyonlarda Glikolik Asit Kullanımının Kök Kanal Dolgu Materyallerinin Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi.* **2022**;13(2):240-52.
145. **Fundaoğlu Küçükkeçenci F.** The effect of different acidic irrigation solutions on the pushout bond strength of root canal filling. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* **2023**;17(1):18-22.
146. **Gündoğar M, Sezgin GP, Erkan E, Özyılmaz ÖY.** The influence of the irrigant QMix on the push-out bond strength of a bioceramic endodontic sealer. *Eur oral res.* **2018**;52(2):64-8.
147. **Buldur B, Öznurhan F, Kaptan A.** The effect of different chelating agents on the push-out bond strength of proroot mta and endosequence root repair material. *Eur oral res.* **2019**;53(2):88-93.
148. **Clark-Holke D, Drake D, Walton R, Rivera E, Guthmiller JM.** Bacterial penetration through canals of endodontically treated teeth in the presence or absence of the smear layer. *J Dent* **2003**;31(4):275-81.
149. **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.* **2011**;44(12):1088-91.
150. **Uzunoglu E, Turker SA, Karahan S.** The Effect of Increased Temperatures of QMix and EDTA on the Push-out Bond Strength of an Epoxy-resin Based Sealer. *J. Clin. Diagnostic Res.* **2015**;9(7):Zc98-zc101.
151. **Wagner MH, da Rosa RA, de Figueiredo JAP, Duarte MAH, Pereira JR, S6 MVR.** Final irrigation protocols may affect intraradicular dentin ultrastructure. *Clin Oral Investig.* **2017**;21(7):2173-82.
152. **de Assis DF, Prado M, Simão RA.** Evaluation of the interaction between endodontic sealers and dentin treated with different irrigant solutions *J Endod.* **2011**;37(11):1550-2.
153. **Shokouhinejad N, Hoseini A, Gorjestani H, Shamshiri AR.** The effect of different irrigation protocols for smear layer removal on bond strength of a new bioceramic sealer. *Iran Endod J.* **2013**;8(1):10.
154. **Abuhaimed TS, Abou Neel EA.** Sodium Hypochlorite Irrigation and Its Effect on Bond Strength to Dentin. *BioMed Res. Int.* **2017**;2017:1930360.
155. **Lisboa DS, Santos SV, Griza S, Rodrigues JL, Faria-e-Silva AL.** Dentin deproteinization effect on bond strength of self-adhesive resin cements. *Brazilian Oral Res.* **2013**;27(1):73-5.
156. **Marending M, Luder H, Brunner T, Knecht S, Stark WJ, Zehnder M.** Effect of sodium hypochlorite on human root dentine—mechanical, chemical and structural evaluation. *Int Endod J.* **2007**;40(10):786-93.
157. **Calt S, Serper A.** Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod.* **2002**;28(1):17-9.
158. **Mello I, Robazza CR, Antoniazzi JH, Coil J.** Influence of different volumes of EDTA for final rinse on smear layer removal. *Oral surg. oral med. oral pathol. oral radiol. endo.* **2008**;106(5):e40-3.
159. **Dal Bello Y, Porsch HF, Farina AP, Souza MA, Silva EJNL, Bedran-Russo AK, et al.** Glycolic acid as the final irrigant in endodontics: Mechanical and cytotoxic effects. *Mater Sci Eng C.* **2019**;100:323-9.

160. **Murphy SK, Zeng M.** A modular and enantioselective synthesis of the pleuromutilin antibiotics. *Science*. **2017**;356(6341):956-9.
161. **Kakudo N, Kushida S, Suzuki K, Kusumoto K.** Effects of glycolic acid chemical peeling on facial pigment deposition: evaluation using novel computer analysis of digital-camera-captured images. *J Cosmet Dermatol*. **2013**;12(4):281-6.
162. **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*. **2011**;44(12):1088-91.
163. **de Andrade Marafiga F, Barbosa AFA, Silva E.** Effect of glycolic acid and EDTA on dentin mechanical properties. *Aust Endod J*. **2022**;48(1):27-31.
164. **Souza MA, Ricci R, Bischoff KF, Reuter E, Ferreira ER, Dallepiane FG, et al.** Effectiveness of ultrasonic activation over glycolic acid on microhardness, cohesive strength, flexural strength, and fracture resistance of the root dentin. *Clin Oral Investig*. **2023**;27(4):1659-64.
165. **Gancedo-Caravia L, Garcia-Barbero E.** Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. *J Endod*. **2006**;32(9):894-6.
166. **Taşdemir T, Er K, Çelik D, Tahan E, Serper A, Ceyhanli KT, et al.** Bond strength of calcium silicate-based sealers to dentine dried with different techniques. *Med Princ Pract*. **2014**;23(4):373-6.
167. **Mokhtari H, Rahimi S, Forough Reyhani M, Galledar S, Mokhtari Zonouzi HR.** Comparison of Push-out Bond Strength of Gutta-percha to Root Canal Dentine in Single-cone and Cold Lateral Compaction Techniques with AH Plus Sealer in Mandibular Premolars. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. **2015**;9(4):221-5.
168. **Obeidat RS, Abdallah H.** Radiographic evaluation of the quality of root canal obturation of single-matched cone Gutta-percha root canal filling versus hot lateral technique. *Saudi Endod. J*. **2014**;4(2):58.
169. **Levitan ME, Himel VT, Luckey JB.** The effect of insertion rates on fill length and adaptation of a thermoplasticized gutta-percha technique. *J Endod*. **2003**;29(8):505-8.
170. **Nouroloyouni A, Samadi V.** Single Cone Obturation versus Cold Lateral Compaction Techniques with Bioceramic and Resin Sealers: Quality of Obturation and Push-Out Bond Strength. *Int J Dent*. **2023**;2023:3427151.
171. **Al-Hiyasat AS, Alfirjani SA.** The effect of obturation techniques on the push-out bond strength of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Dent*. **2019**;89:103169.
172. **Gündoğar M, Sezgin GP.** The influence of the irrigant QMix on the push-out bond strength of a bioceramic endodontic sealer. *J Dent Res*. **2018**;52(2):64-8.
173. **Gesi A, Raffaelli O, Goracci C, Pashley DH, Tay FR, Ferrari M.** Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J Endod*. **2005**;31(11):809-13.
174. **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*. **2009**;35(4):537-40.
175. **Akbulut M, Belli S.** Kök kanal dentinine bağlantı: güncel test yöntemlerine genel bakış. *Türkiye Klinikleri J Endod-Special Topics*. **2017**;3(1):70-7.
176. **Razmi H, Bolhari B, Karamzadeh Dashti N, Fazlyab M.** The Effect of Canal Dryness on Bond Strength of Bioceramic and Epoxy-resin Sealers after Irrigation with Sodium Hypochlorite or Chlorhexidine. *Iran Endod J*. **2016**;11(2):129-33.

177. **Sousa-Neto M, Silva Coelho F, Marchesan M, Alfredo E, Silva-Sousa Y.** Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er: YAG and Nd: YAG lasers. *Int Endod J.* **2005**;38(12):866-70.
178. **Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, et al.** The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur. J. Oral Sci.* **2004**;112(4):353-61.
179. **Forough Reyhani M, Ghasemi N, Rahimi S, Salem Milani A, Mokhtari H, Shakouie S, et al.** Push-Out Bond Strength of Dorifill, Epiphany and MTA-Fillapex Sealers to Root Canal Dentin with and without Smear Layer. *Iran Endod J.* **2014**;9(4):246-50.
180. **Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I.** Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* **2005**;31(2):97-100.
181. **Veeramachaneni C, Aravelli S, Dundigalla S.** Comparative evaluation of push-out bond strength of bioceramic and epoxy sealers after using various final irrigants: An in vitro study. *J Conserv Dent.* **2022**;25(2):145-50.
182. **Kassab P, El Hachem C, Habib M, Nehme W, Zogheib C, Tonini R, et al.** The Pushout Bond Strength of Three Calcium Silicate-based Materials in Furcal Perforation Repair and the Effect of a Novel Irrigation Solution: A Comparative In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract.* **2022**;23(3):289-94.
183. **Massé L, Etienne O, Noirrit-Esclassan E, Bailleul-Forestier I, Garot E.** Dentine disorders and adhesive treatments: A systematic review. *J Dent.* **2021**;109:103654.
184. **El Mourad AM.** Assessment of Bonding Effectiveness of Adhesive Materials to Tooth Structure using Bond Strength Test Methods: A Review of Literature. *Open Dent. J.* **2018**;12:664-78.
185. **Reboloso de Barrio E, Gancedo-Caravia L.** Effect of exposure to root canal irrigants on the push-out bond strength of calcium silicate-based cements. *Clin Oral Investig.* **2021**;25(5):3267-74.
186. **Jose JM, Manju Krishna EM, Ahamed SM, Theruvil R, Mathew J, George S.** Effect of root dentin conditioning using different chelating agents on pushout bond strength of MTA-fillapex and bioroot RCS: An in vitro study. *J Conserv. Dent.* **2021**;24(2):195-8.
187. **Agrawal A, Mittal A, Dadu S, Dhaundiyal A, Tyagi N.** Effect of root canal irrigants on calcium silicate cements: An In vitro study. *Indian Journal of Dental Sciences.* **2021**;13(4):267.
188. **Özata MY, Kaya S, Yolcu EN, Okumuş TB, Falakaloglu S.** Effect of smear layer removal using different chelators on push-out bond strength of bioceramic sealer. *G Ital Endod.* **2023**;37(1).
189. **Abu Zeid S, Edrees HY, Mokeem Saleh AA, Alothmani OS.** Physicochemical properties of two generations of MTA-based root canal sealers. *Materials.* **2021**;14(20):5911.
190. **Uysal BA, Arıcan B.** Comparison of the dentin tubule penetration of AH Plus, WellRoot ST, and MTA BioSeal after obturation, retreatment, and re-shaping of the root canals. *Microsc. Res. Tech.* **2023**.
191. **Çobancı F, Kaya S, Adıgüzel Ö.** Smear layer removal efficacy of various irrigation solutions with an ultrasonic activation system: an in vitro study. *Turkish Endod J.* **2023**;8(1):20-4.
192. **Barcellos DPDC, Farina AP, Barcellos R, Souza MA, Borba M, Bedran-Russo AK, et al.** Effect of a new irrigant solution containing glycolic acid on smear layer removal and chemical/mechanical properties of dentin. *Sci. Rep.* **2020**;10(1):7313.

193. **Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT.** The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis.*Int Endod J.* **2005**;38(5):285-90.
194. **Cetinkaya Ý, Bodrumlu E, Koçak MM, Koçak S, Sağlam BC, Türker SA.** Effect of modified NaOCl irrigation solution on bond strength of bioceramic-based root canal sealer to dentin.*Indian J Dent Res.* **2020**;31(4):574-8.
195. **Goldberg M, Kulkarni AB, Young M, Boskey A.** Dentin: Structure, Composition and Mineralization: The role of dentin ECM in dentin formation and mineralization.*Front Biosci (Elite Ed)* **2011**;3:711.
196. **Soares CJ, Santana FR, Silva NR, Preira JC, Pereira CA.** Influence of the endodontic treatment on mechanical properties of root dentin. *J Endod.* **2007**;33(5):603-6.



EKLER

EK-1: Etik Kurul Karar Formu

HMKÜ

GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL

KARAR FORMU

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 08	Tarih: 30/06/2022
	KARAR 08- Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Dr.Öğr. Üyesi Pelin TÜFENKÇİ'nin (Dt.Burak Osman AÇIKGÖZ'ün uzmanlık tezi) "Kök kanallarında farklı irrigasyon solüsyonları kullanımının kalsiyum silikat içerikli materyallerin dentine bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirilmesi" isimli çalışması görüşülmüş olup; çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve etik kurallara uygun bulunmuş olup; çalışmanın finans kaynağı olarak gösterilen, Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nden (BAP) gerekli belgelerin Kurulumuza ulaştıktan sonra Çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir.	
ETİK KURUL ÜYELERİ		
Çalışma Esası:	İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu	
Etik Kurul Başkanı	Prof.Dr.İbrahim Halil ÇERÇİ	

ETİK KURUL ÜYELERİ							
Ünvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki		Katılım	
Prof.Dr.İbrahim Halil ÇERÇİ Başkan	Veteriner	HMKÜ Veteriner Fakültesi	E	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Prof.Dr.Hülya YALÇIN Başkan Yrd.	Nükleer Tıp	HMKÜ Tıp Fakültesi	K	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Prof.Dr. A.Güler OKYAY Başkan Yrd.	Kadın Hast. Ve Doğum	HMKÜ Tıp Fakültesi	E	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Prof.Dr.Alper ASLAN Üye	Beden Eğitimi	HMKÜ BESYO	E	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒
Prof.Dr.Tümay ÖZGÜR Üye	Patoloji	HMKÜ Tıp Fakültesi	K	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Doç.Dr.Cengiz ARLI Üye	Kulak Burun Boğaz	HMKÜ Tıp Fakültesi	E	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Doç.Dr. Fatma ÖZ Üye	Anatomi	HMKÜ Tıp Fakültesi	K	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒
Doç.Dr.Fundagül B. ZORTUK Üye	Diş Hekimi	HMKÜ Diş Hekimliği Fakültesi	K	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Doç.Dr. Oğuzhan ÖZCAN Üye	Tıbbi Biyokimya	HMKÜ Tıp Fakültesi	E	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒
Doç.Dr. Oğuz AKKUŞ Üye	Kardiyoloji	HMKÜ Tıp Fakültesi	E	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒
Doç.Dr.Sibel SEVİNÇ Üye	Hemşirelik	HMKÜ Sağlık Hiz. YO.	K	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐

ÖZGEÇMİŞ

