

**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI İRRİGASYON TEKNİKLERİYLE KULLANILAN FİTİK ASİTİN EPOKSİ
REZİN VE KALSİYUM SİLİKAT ESASLI KÖK KANAL DOLGU
MATERYALLERİNİN KÖK KANALINA BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Dt. Elifcan ARSLAN

Endodonti Programı

UZMANLIK TEZİ

**ANKARA
2018**

**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI İRRİGASYON TEKNİKLERİYLE KULLANILAN FİTİK ASİTİN EPOKSİ
REZİN VE KALSİYUM SİLİKAT ESASLI KÖK KANAL DOLGU
MATERYALLERİNİN KÖK KANALINA BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Dt. Elifcan ARSLAN

Endodonti Programı

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Z. Emre NAGAŞ

**ANKARA
2018**

ONAY SAYFASI

30/04/2018

Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına

Dt. Elifcan Arslan'ın 30/04/2018 tarihinde jürimiz önünde yaptığı savunmasında "Farklı İrrigasyon Teknikleriyle Kullanılan Fitik Asitli Epoksi Rezin Ve Kalسيوم Silikat Esaslı Kök Kanal Dolgu Materyallerinin Kök Kanalına Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi" başlıklı çalışması jürimiz tarafından Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Kamran Gülşahi



Tez Danışmanı: Doç. Dr. Z. Emre Nagaş



Üye: Doç. Dr. M. Özgür Uyanık



ONAY: Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıda jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından kabul edilmiştir.


Prof. Dr. R. Rüya YAZICI

Dekan

YAYIMLAMA VE FİKRİ MİLKİYET HAKLARI BEYANI

Fakültemiz tarafından onaylanan uzmanlık tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

o Tezimin tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, teziniz arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir)

● Tezimin 30/04/2020 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir)

o Tezimin tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

o Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

04/06/2018

Elifcan Arslan

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca desteğini daima hissettiğim, bilgi ve tecrübesiyle mesleki ufukumun genişlemesine katkılarından dolayı değerli danışman hocam Doç.

Dr. Z. Emre Nagaş'a,

Bilgi ve tecrübeleriyle yol gösterici olan Endodonti Anabilim Dalı Öğretim Üye ve Görevlileri Sayın Prof. Dr. Bahar Özçelik, Prof. Dr. Ahmet Serper, Prof. Dr. Hatice Doğan Buzoğlu, Prof. Dr. Melahat Görduysus, Doç. Dr. Zeliha Yılmaz, Doç. Dr. Özgür Uyanık, Doç. Dr. Emre Altundaşar, Doç. Dr. Behram Tuncel, Dr. Öğr. Üyesi Derya Deniz Sungur, Dr. Öğr. Üyesi Eda Ezgi Aslantaş, Dr. Öğr. Üyesi Ayhan Eymirli ve Dr. Öğr. Üyesi Emel Uzunoğlu Özyürek'e,

İstatistiksel analizin yapılmasında bilgisine başvurduğumuz Dr. Öğr. Üyesi Sevilay Karahan'a,

Zorlandığım her an bilgi ve tecrübeleriyle destek olan değerli uzman arkadaşlarıma, aynı odayı paylaşıp güzel anılar biriktirdiğim asistan arkadaşlarıma,

Birlikte çok keyifli zaman geçirdiğim, keşke daha erken tanısaydım dediğim Dt. Deniz Pedersen ve Dt. Ceyda Zengin'e,

Klinik çalışmalarımızda destekleriyle çalışma ortamımızı güzel kılan değerli yardımcı personelimize,

Bugünlere gelmemde en büyük emeğin sahibi canım annem ve babama,

Varlıklarıyla beni dünyanın en şanslı ablası kılan canım kardeşlerim Gizem ve Mustafa Eren'e,

Hayattaki en büyük şansım, kıymetli eşim Tolga Arslan'a

En içten teşekkürlerimle...

Dt. Elifcan Arslan

ÖZET

Arslan, E. Farklı İrrigasyon Teknikleriyle Kullanılan Fitik Asidin Epoksi Rezin ve Kalsiyum Silikat Esaslı Kök Kanal Dolgu Materyallerinin Kök Kanalına Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Programı Uzmanlık Tezi, Ankara, 2018. Bu çalışmanın amacı, farklı irrigasyon teknikleriyle aktive edilen fitik asitin epoksi rezin [AH Plus (DENTSPLY DeTrey, Konstanz, Almanya)] ve kalsiyum silikat esaslı [NeoMTA Plus (Avalon Biomed Inc, Bradenton, Florida, ABD)] kanal dolgu materyallerinin push-out bağlanma dayanımına etkisini değerlendirmektir. Çalışmada toplam 128 adet, yeni çekilmiş tek köklü insan dişi kullanılmıştır. Tüm dişler koronal kısımları uzaklaştırıldıktan sonra ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) nikel-titanyum döner eğeleri ile F3'e kadar genişletilmiştir. Dişler son yıkama solüsyonuna göre rastgele olarak 2 alt gruba ayrılmıştır: 1) %17'lik EDTA (ENDO-SOLution, CerKamed, Nisko, Poland) ve %1'lik fitik asit (Sigma Aldrich, Saint Louis, USA) (n=64/grup). Daha sonra, bu 2 grup kullanılacak irrigasyon yöntemine göre de 4 alt gruba ayrılmıştır: 1) Standart irrigasyon, 2) Sonik, 3) Ultrasonik ve 4) Lazer ile aktive edilmiş irrigasyon (n=16/grup). Yıkama ve kurutma işlemi tamamlanan gruplar kullanılacak pata göre rastgele 2 gruba ayrılmıştır: 1) AH Plus 2) NeoMTA Plus (n=8/grup). Universal test cihazı (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Fareham, UK) kullanılarak push-out bağlanma dayanımı testi gerçekleştirilmiştir. 3 yönlü ANOVA ve Games Howell Post-hoc testleri kullanılarak veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bağlanma dayanımı sonuçlarına göre, irrigasyon yöntemleri ve kanal dolgu materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Fitik asidin kullanıldığı gruplar, EDTA'ya göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri sergilemiştir ($p<0.05$). Fitik asit olumlu sonuçlar göstermiştir ve bu nedenle, endodontik tedavilerde EDTA'ya alternatif bir ajan olarak önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Push-out bağlanma dayanımı testi, AH Plus, NeoMTA Plus, EDTA, fitik asit, irrigasyon teknikleri

Bu tez çalışması, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje Kodu: THD-2018-16922.

ABSTRACT

Arslan, E. Effect of Phytic Acid Used with Different Irrigation Techniques on Bond Strength of Epoxy Resin and Calcium Silicate Based Root Canal Filling Materials to Root Canal System. Hacettepe University Faculty of Dentistry Department of Endodontics, Specialization Thesis, Ankara 2018. The aim of this study was to evaluate the effect of phytic acid activated with different irrigation techniques on push-out bond strength of epoxy-resin based [AH Plus (DENTSPLY DeTrey, Konstanz, Germany)] and calcium silicate based [NeoMTA Plus (Avalon Biomed Inc, Bradenton, Florida, USA)] root canal materials. In the present study totally 128, freshly extracted, single-rooted human teeth were used. After crown removal, root canals were instrumented by using ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) rotary nickel-titanium system up to F3. The teeth were randomly divided into 2 subgroups according to the final irrigation solutions as follows: 1) 17% EDTA (ENDO-SOLution, Cerkamed, Nisko, Poland) and 2) 1% Phytic acid (Sigma Aldrich, Saint Louis, USA) (n=64/group). Then, these 2 groups were randomly divided into 4 subgroups according to the final irrigation techniques as follows: 1) Standard technique, 2) Sonically 3) Ultrasonically 4) Laser activated irrigation (n=16/group). After irrigation and drying the groups were randomly divided into two groups according to the root canal sealers as follows: 1) AH Plus 2) NeoMTA Plus (n=8/group). The push-out bond strength test was performed using universal test machine (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Fareham, UK). Data were statistically evaluated using three-way ANOVA and Games-Howell post-hoc tests. According to the bond strength results, no statistically significant differences were observed between irrigation techniques and root canal sealers ($p>0.05$). The groups used with phytic acid presented statistically higher bond strength values than EDTA ($p<0.05$). Phytic acid revealed favorable results and therefore, could be suggested as alternative to EDTA during root canal treatment.

Key words: Push-out bond strength test, AH Plus, NeoMTA Plus, EDTA, phytic acid, irrigation techniques

This thesis study was supported by Hacettepe University Scientific Research Projects Coordination Unit. Project Code: THD-2018-16922.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MİLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER	xi
TABLolar	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Dentin	4
2.2. Smear Tabakası	5
2.3. Endodontik İrrigasyon	6
2.3.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)	7
2.3.2. Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA)	9
2.3.3. Fitik Asit	11
2.3.4. İrrigasyonun Aktivasyonu	12
2.4. Diş Hekimliğinde Lazer	15
2.5. Kök Kanallarının Doldurulması	16
2.5.1. Rezin Esaslı Kanal Dolgu Patları	19
2.5.2. Kalsiyum Silikat Esaslı Kanal Dolgu Patları	20
2.5.3. Termoplastik Enjeksiyon Yöntemi	21
2.6. Bağlanma Dayanımı	22
2.6.1. Bağlanma Dayanımı Test Yöntemleri	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM	26
3.1. Örneklerin Hazırlanması	26
3.2. Push-out Bağlanma Testinin Uygulanması	33
3.3. İstatistiksel Analiz	37

4. BULGULAR	38
4.1. Push-out Bağlanma Dayanımı Test Sonuğları	38
4.2. Kırık Tiplerinin Değerlendirilmesi	40
5. TARTIŞMA	41
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	49
7. KAYNAKÇA	50
8. EKLER	61
Ek-1.Etik Kurul	61
9. ÖZGEÇMİŞ	62

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Santigrad derece
µm	Mikrometre
kHz	Kilohertz
C faktörü	Konfigürasyon faktörü
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
EDTA	Etilen diamin tetraasetik asit
MTA	Mineral Trioksit Agregat
Na	Sodyum
OH ⁻	Hidroksil iyonu
H ⁺	Hidrojen
H ₂ O	Su
CO ₂	Kalsiyum Hidroksit
Ta ₂ O ₅	Tantal Pentaoksit
NaOH	Sodyum Hidroksit
HOCl	Hipokloröz Asit
g	Gram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
MPa	Megapaskal
π	Pi sayısı
r	Yarıçap
h	Yükseklik
mm ²	Milimetrekare

ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
3.1.	ProTaper Universal döner eğeleri.	27
3.2.	%5.25'lik sodyum hipoklorit solüsyonu.	27
3.3.	Çalışma gruplarını gösteren çizelge.	28
3.4.	%17'lik EDTA solüsyonu.	29
3.5.	%1'lik fitik asit solüsyonu.	30
3.6.	Endoaktivatör.	30
3.7.	Satelec P-max Suprasson ultrasonik cihazı.	31
3.8.	Waterlase Biolase Er,Cr:YSGG lazer	32
3.9.	AH Plus kanal dolgu patı.	33
3.10.	NeoMTA Plus kanal dolgu materyali.	33
3.11.	Elde edilen kesitlerin kalınlıklarının dijital kumpas ile ölçülmesi.	33
3.12.	Push-out testi için kullanılan üniversal test cihazı.	34
3.13.	Push-out testi esnasında alınan görüntü.	34
3.14.	Adeziv kırığı gösteren temsili SEM görüntüsü	35
3.15.	Adeziv kırığı gösteren temsili SEM görüntüsü	35
3.16.	Koheziv kırığı gösteren temsili SEM görüntüsü	36
3.17.	Bağlanma dayanımı testi sonrası alınan taramalı elektron mikroskop görüntüsünde hazırlanan örneğin dairesel kesiti	36
4.1.	Grupların bağlanma dayanımı değerleri	39

TABLolar

Tablo		Sayfa
4.1.	Grupların ortalama bağlanma dayanımı (MPa) ve standart sapma değerleri.	39
4.2.	Kırık tiplerinin gruplara göre dağılımı.	40

1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin en büyük amaçlarından biri kök kanal sisteminin üç boyutlu olarak doldurulmasıdır. Bu amacı gerçekleştirmek için endodontide en sık başvurulan kök kanal sistemi doldurma yöntemi, kor materyalleri ile birlikte kanal dolgu patlarının kullanılmasıdır. Kanal dolgu patlarının kullanımı ile kor materyali (güta-perka) ve dentin dokusu arasında kalan boşlukların dolması sağlanmaktadır (1). Kök kanal sisteminin üç boyutlu olarak başarılı bir şekilde dolununun gerçekleşebilmesi için kanal dolgu patlarının dentin dokusuna adezyonunun sağlanması oldukça önemlidir (2). Kök kanal sisteminin şekillendirilmesi sırasında kök kanal duvarında mikroorganizma, odontoblast uzantıları ve nekrotik materyaller içeren organik ve inorganik bileşenli bir tabaka oluşur (3). Kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında oluşan, dentin, odontoblast uzantıları, pulpa artıkları ve bazı durumlarda bakteri içeren amorf, düzensiz ve granüler yapıda, dentinin üzerini kaplayan bu çamurumsu yapı smear tabaka olarak adlandırılır (4). Bu tabakanın uzaklaştırılması, kanal dolgu patlarının kök dentinine adezyonunu artıran yöntemlerden biridir (5). Endodontide en yaygın kullanılan irrigasyon solüsyonu olan sodyum hipoklorit (NaOCl), smear tabakasını tek başına uzaklaştıramaz. Smear tabakasını uzaklaştırmak için sıkça tercih edilen NaOCl ile etilen diamin tetraasetik asitin (EDTA) kombine kullanımının da smear tabakasını tam olarak uzaklaştıramadığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (6-8).

Mekanik instrümantasyon sonrası kök kanal sisteminin etkin bir şekilde temizlenmesi için irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini arttıracak çeşitli yöntem ve araçlar geliştirilmiştir. Irrigasyon solüsyonlarının sonik aktivasyonu, ultrasonik aktivasyonu ya da lazerle aktivasyonu son dönemlerde tercih edilen yöntemlerdir (9).

Farklı irrigasyon rejimleri dentinin yapısal ve kimyasal özelliklerinde değişikliklere sebep olabilir. Dentinin geçirgenlik ve çözünürlük özellikleri de irrigasyon ajanlarına bağlı değişebilmektedir. Buna bağlı olarak kanal dolgu materyallerinin dentine bağlanma dayanımları da irrigasyon protokollerinden etkilenir (10).

EDTA, dentin dokusu üzerinde erozyona sebep olmaktadır (11) ve çevre dokular üzerindeki biyouyumluluğu tartışmalıdır (12). Bu sebeplerden dolayı yeni şelasyon ajanları gündeme gelmeye başlamıştır ki bunlardan biri de fitik asittir. Fitik asit (IP6, inozitol hekzafosfat), bitkilerin tohum ve kepeklerindeki fosforun depo formudur. Memeli hücrelerinde de değişik konsantrasyonlarda bulunur. Pirinç kepeğinden düşük maliyetlerle elde edilebilir. Bu materyal oldukça negatif yüklüdür ve bu özelliği sayesinde kalsiyum, magnezyum, demir gibi katyonlara şelasyon yapma özelliğine sahiptir. Bu özellikleri göz önünde bulundurularak fitik asidin şelatör olarak EDTA'ya alternatif bir solüsyon olabileceği düşünülmektedir (12).

İdeal bir kanal dolgu patı, hem kök kanal dolgu materyaline hem de dentin duvarlarına bağlanarak kök kanal sistemini tıkamalıdır. AH Plus (DENTSPLY DeTrey, Konstanz, Almanya) gibi epoksi rezin esaslı kanal dolgu patları; dentine mikro düzeyde penetrasyon, biyolojik olarak tatminkâr uyum, apikal tıkamayı sağlayabilme, çözünürlüğünün düşük olması ve fiziksel özelliklerinin iyi olması sebepleriyle sıkça tercih edilmektedir (13).

Endodontide kalsiyum silikat esaslı materyaller; pulpa kaplaması, perforasyon tamirleri, kök ucu dolgu materyali gibi geniş kullanım alanları bulunan biyoaktif özellikli materyallerdir (14). Son yıllarda bu materyallerin kanal dolgu patı olarak kullanımı da yaygınlaşmaktadır (15).

Kök kanal sisteminin irrigasyonu için kullanılan solüsyonların etkinliğinin artırılması için çeşitli aktivasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin, standart irrigasyon tekniği ile kıyaslandıklarında pulpa artıklarının, dentin debrislerinin, bakteri artıkları ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında daha başarılı oldukları görülmüştür (16).

Literatürde, fitik asidin yıkama solüsyonu olarak kullanıldığı durumlarda çeşitli irrigasyon teknikleriyle uygulanmasının epoksi rezin ve kalsiyum silikat esaslı kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımı üzerine etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu çalışmanın amacı, son yıkama solüsyonu olarak farklı irrigasyon teknikleriyle kullanılan fitik asidin, epoksi rezin ve kalsiyum silikat esaslı

kanal dolgu materyallerinin kök kanalına bağlanma dayanımı üzerine etkisini değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dentin

Dentin dokusu, dişin büyük kısmını oluşturan, filogenetik olarak kemik dokudan köken aldığı düşünülen, mineralize bağ dokusudur (17). Etrafı kromda kendinden daha mineralize olan mine dokusu ile çevriliyken, kökte mineral yoğunluğu kendisinden daha az olan sement dokusu ile çevrilidir. Dentin dokusunun ağırlıkça %70, hacimce %40-45'i minerallerden; ağırlıkça %20, hacimce %30'u organik yapıdan; ağırlıkça %10, hacimce %20-25'lik kısmı ise sudan oluşmaktadır (18). Mineral yapının en önemli kısmını hidroksiapatit kristalleri ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) oluşturmaktadır (19). Organik yapı, asidik proteinler, proteoglikanlar ve çoğunluğu oluşturan tip 1 kollajenden meydana gelmektedir. Dentin fosforin, dentin sialoprotein ve dentin matriks protein-1 yalnızca dentine has proteinler olup, dentin fosforin ve dentin matriks protein-1 dentinin mineralizasyon sürecinde rol oynayan asidik proteinlerdir (20). Dentin dokusunun en önemli özelliklerinden biri tübül yapısına sahip olmasıdır. Tübül çapları 2-4 µm arasında değişmektedir (18). Tübüller kromda mine-dentin, kökte sement-dentin birleşiminden pulpaya doğru uzanmaktadır. Dentin tübüllerinin çapları pulpaya doğru artar, mine-dentin sınırında dentin tübülleri sayıca en az bulunurken pulpaya yaklaştıkça tübül yoğunluğu artmaktadır. Pulpaya yaklaştıkça dentin geçirgenliğinin artması da tübül yoğunluğu ve tübül çaplarının artması ile ilgilidir (21).

İntertübüler dentin; kollajen fibriller, hidroksiapatit kristalleri ve dentin sıvısından oluşan (22), tübüller arasında bulunan yapıdır (23). Dentin tübüllerinin lümenini saran, 0,5-1 µm kalınlığındaki oldukça mineralize yapıya ise peritübüler ya da intratübüler dentin adı verilmektedir (17). Organik içeriği intertübüler dentine göre daha zayıfken, inorganik içeriği daha zengindir (23). Kollajen fibrillerin tübül lümenine dik seyrinden dolayı peritübüler dentinin elastisite modülü, intertübüler dentinden fazladır (24).

Dentin sıvısı, pulpa-dentin kompleksinin önemli bir komponentidir. Bu sıvının içeriği odontoblastlarca kontrol edilmekle birlikte, pulpa açılmaları, çürük gibi

normal durumların dışına çıktığında değişime uğramaktadır (25). Dentinin oral kaviteye açık hale gelmesi durumunda, termal uyarılar, tatlı, tuzlu gibi ozmotik değişikliğe sebep olabilecek uyarılar, dehidrate edici uygulamalar sonucunda dentin tübülleri içinde bulunan bu sıvının hareketi, dentin duyarlılığına sebep olabilmektedir (26).

2.2. Smear Tabakası

Endodontik tedavinin temizleme ve şekillendirme safhasında oluşan organik ve inorganik materyaller, kök kanalları üzerinde amorf, düzensiz yapıda bir tabaka oluşturmaktadır. Pulpa nekrozu varlığında, bakteri ve bakteri ürünleri de içeren bu tabaka "smear tabakası" olarak adlandırılmaktadır (27). Smear tabakası 2 tabakadan oluşur: Birinci tabaka 1-2 µm kalınlığında organik içerik ve dentin partiküllerinden oluşurken, ikinci tabaka dentin tübülleri içerisinde 40 µm derinliğe kadar ulaşabilmektedir (7). Smear tabakanın dentin tübülleri içinde farklı derinliklere ulaşmasında kullanılan frezler, kullanılan ajanlar ile dentin tübülleri arasındaki adezyon kuvveti, dentinin işlem esnasında kuru ya da ıslak olması, kullanılan kanal aletinin tipi ve keskinliği gibi faktörler etkili olmaktadır (28). Literatüre bakıldığında smear tabakanın kaldırılması konusundaki görüşler farklılık göstermektedir. Bir görüşe göre; smear tabakanın varlığı, dentin tübülleri tıkararak bakteri ve bakteri ürünlerinin geçişini engellemektedir ve bu sebeple uzaklaştırılmamalıdır (29, 30). Bir diğer görüşe göre ise; smear tabakanın varlığı, kök kanal tedavisi esnasında kullanılan dezenfektan materyallerin dentin tübülleri penetrasyonu üzerinde olumsuz rol oynamakta, kök kanal dolgu materyalleri ile kanal duvarları arasında bariyer gibi davranarak penetrasyonu engellemekte ve sızdırmazlığı olumsuz etkilemektedir. Bu sebeplerle bakteri ve bakteri ürünleri de içeren bu tabakanın uzaklaştırılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir (31-33).

Kök kanal tedavilerinde hedeflenen üç boyutlu sızdırmaz yapıyı elde edebilmek için, dentin tübülleri tıkayan ve bu sebeple kanal dolgu materyallerinin kanal duvarlarına adaptasyonunu engelleyerek mikro sızıntıya sebep olabilen, smear tabakanın uzaklaştırılması gerekmektedir. Yüzey-kütle oranı yüksek çok küçük

partiküllerden meydana gelen smear tabaka, bu özelliği sebebiyle asitler içinde kolayca çözünmektedir. Bu sebeple smear tabakayı uzaklaştırmada EDTA tercih edilmektedir. Ancak EDTA tek başına kullanıldığında, yalnızca inorganik içeriği uzaklaştırdığından organik çözücü özellikteki NaOCl ile birlikte kullanılması önerilmektedir (3, 34).

2.3. Endodontik İrrigasyon

Endodontik tedavide irrigasyon, oldukça önemli bir yere sahiptir. Kök kanal sisteminin, kanal aletleriyle şekillendirilmesi esnasında ve sonrasında mikroorganizmaları, yumuşak doku kalıntılarını ve dentin debrislerini uzaklaştırmada irrigantlardan faydalanılmaktadır. Fazla miktarda irrigasyon yapılması, tedavi prosedürleri esnasında oluşan kalıntıları kök kanal sisteminden dışarı taşıyarak, periapikal sahaya çıkmalarını engellemektedir (35). Mekanik şekillendirme ile ulaşılamayan sahalara irrigasyon esnasında ulaşılabilir (36).

İdeal endodontik irrigasyon solüsyonunun sahip olması gereken özellikler aşağıda belirtilmektedir (3, 35, 36):

- Smear tabakayı etkili şekilde uzaklaştırabilmelidir.
- Kök kanal sistemi ve dentin tübüllerini dezenfekte edebilmelidir.
- Antibakteriyel etkisi uzun sürmelidir.
- Dişin çevre dokularına toksik, karsinojenik, antijenik etkisi olmamalıdır.
- Dentinin fiziksel özelliklerini olumsuz etkilememeli, diş yapısını zayıflatmamalıdır.
- Yüzey gerilimi düşük olmalı, kanal içine iyi penetre olabilmelidir.
- Kullanılacak diğer dental materyaller üzerinde olumsuz etkisi olmamalı, kanal dolgu materyallerinin tıkama özelliklerini olumsuz etkilememelidir.
- Diş dokusunu boyamamalıdır.
- Kolay ulaşılabilir olmalıdır.
- Uygulaması kolay olmalıdır.

- Raf ömrü uzun olmalı, saklama şartları kolay olmalıdır.
- Fiyatı uygun olmalıdır.

Günümüzde endodontik tedavilerde kullanılan mevcut hiçbir solüsyon bu özelliklerin tamamını taşımamaktadır. Bu sebeple, tedavinin başarısını arttırmak için irrigasyon solüsyonlarının kombine bir şekilde kullanımı önerilmektedir (36).

Endodontide sıklıkla kullanılan irrigasyon solüsyonları kimyasal ve doğal ajanlar şeklinde iki temel sınıfa ayrılabilir (37);

1) Kimyasal Ajanlar

- a) Doku çözücü ajanlar: NaOCl
- b) Antibakteriyel ajanlar
 - i) Bakteriyostatik ajanlar: Klorheksidin, bazı antibiyotikler
 - ii) Bakterisidal ajanlar: bazı antibiyotikler, NaOCl
- c) Şelasyon yapan ajanlar
 - i) Zayıf şelasyon yapan ajanlar: HEBP
 - ii) Güçlü şelasyon yapan ajanlar: EDTA
- d) Kombine etki sağlayan ajanlar (doku çözücü& antibakteriyel): MTAD, QMIX, SmearClear, Tetraclean

2) Doğal ajanlar

- a) Antibakteriyel ajanlar: Yeşil çay, Triphala.

2.3.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Sodyum hipoklorit (NaOCl), tıp ve diş hekimliği alanlarında uzun zamandır kullanılan, günümüzde de oldukça önemli yere sahip bir solüsyondur. Birinci dünya savaşı sırasında, kimyacı Henry Drysdale Dakin ve cerrah Alexis Carrel, %0,5'lik tamponlanmış sodyum hipokloriti enfekte yaraların dezenfeksiyonunda kullanmışlardır (38).

Mükemmel antimikrobiyal ve proteolitik özellikleri sebebiyle sodyum hipoklorit kök kanal tedavileri esnasında en sık kullanılan irrigasyon solüsyonudur. Bu özelliklerinin yanı sıra, ucuz ve kolay ulaşılabilir olması, raf ömrünün uygunluğu,

benzer konsantrasyonlarda diğerklorin içerikli solüsyonlardan daha etkili olması da yaygın olarak tercih edilmesinde rol oynayan faktörlerdir (39).

Sodyum hipoklorit kimyasal olarak oldukça aktif bir solüsyondur. Su ile karşılaştığında aşağıda görülen reaksiyon meydana gelmektedir:



NaOCl, ortamda bulunan yağları yağ asitlerine indirger, yağ asitleri ise yağ asidi tuzları ve gliserole dönüşür. Sodyum hipokloritin yüzey gerilimini azaltan bu reaksiyonuna *sabunlaşma reaksiyonu* denilmektedir (37, 40).

Sodyum hipoklorit, aminoasitleri su ve tuza dönüştürmektedir. Bu reaksiyona ise *nötralizasyon reaksiyonu* denilmektedir. Bu reaksiyon neticesinde oluşan hidroksil iyonları sebebiyle ortam pH'ı düşmektedir. Klorin, su içinde çözünmekte ve organik doku ile karşılaştığında okside edici özellikte, zayıf asit yapısındaki hipokloröz aside dönüşmektedir. Hipokloröz asitten salınan klorin ve proteinlerin amino grupları arasındaki reaksiyona *kloraminyasyon reaksiyonu* denilmektedir. Bu reaksiyon, hücre metabolizmasını olumsuz etkilemektedir. Klorin güçlü oksidan özelliği ile sülfidril gruplarını geri dönüşümsüz olarak okside ederek bakterilerin esansiyel enzimlerini inhibe etmektedir. Sodyum hipokloritin antimikrobiyal özelliğinde bu reaksiyon önemli yer tutmaktadır (39, 40).

Sodyum hipokloritin konsantrasyonu, ısı, doku ile temas ettiği süre ve temasta olduğu dokunun yüzey alanı, uygulama hacmi, mekanik olarak aktivasyonu gibi faktörler doku çözücü özelliğini etkilemektedir (41). Sodyum hipoklorit endodontik solüsyon olarak %0,5 - %6'lık konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Eğer solüsyon düşük konsantrasyonlarda kullanılıyorsa bunu tolere edebilmek açısından kullanım hacmi ve sıklığının artırılması önerilmektedir (37).

Yapılan çalışmalar, sodyum hipokloritin ısısının artırılarak kullanılmasının, doku çözücü özelliği üzerinde pozitif etki yarattığını ve daha düşük konsantrasyondaki solüsyonun ısıtılarak kullanılmasının, daha yüksek konsantrasyonlarda kullanılan, dolayısıyla toksik özellikleri daha fazla olan

solüsyonlarla aynı etkiyi sağladığını göstermiştir. Isıtılarak kullanılan sodyum hipokloritin antimikrobiyal etkinliği de artmaktadır (42, 43).

Dentinin ağırlıkça %22'si organik materyal olup, bunun çoğunluğunu dentinin mekanik özelliklerini etkileyen tip 1 kollajen oluşturmaktadır. Sodyum hipoklorit, uzun peptid zincirlerini kırarak, proteinlerin terminal gruplarına klorin ekler ve N kloraminleri oluşturmakta; N kloraminler ise başka proteinlere parçalanmaktadır. Kısacası sodyum hipoklorit, dentinin organik yapısında bozulmalara yol açarak, dentinin mekanik özelliklerini değiştirebilmektedir (44). Yapılan çalışmalar sodyum hipokloritin, dentinin elastisite modülü, esneme dayanımı, dental materyallerin adeziv özellikleri, dentine bağlanma dayanımı gibi faktörleri etkilediğini göstermektedir (44, 45).

2.3.2. Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA)

Kök kanal sistemi organik ve inorganik içerikten oluşmaktadır. Sodyum hipoklorit solüsyonları yalnızca organik içeriğin etkin bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlamakta, inorganik içerik üzerinde etkili olamamaktadır (35). Kök kanal sisteminin etkin bir şekilde temizlenmesi için inorganik içeriğin de uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla EDTA, sitrik asit gibi demineralize edici ajanlar tercih edilmektedir (46).

EDTA'nın dental sert dokuları demineralize edici etkisinden ilk kez 1951 yılında bahsedilmiştir. Endodontide kullanımı ise ilk kez 1957 yılında Nygard&Ostby tarafından önerilmiştir (11). $[\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H})_2]_2$ formülü ile bilinen EDTA, bir poliaminokarboksilik asittir. Günümüzde EDTA, etilendiamin(1,2-diaminoethan), formaldehit(methanal) ve sodyum siyanitten sentezlenmektedir (47). Kök kanal irrigasyonunda en sık %15-17 konsantrasyonlarda kullanılan EDTA için optimal pH 6-10'dur (48).

EDTA'nın endodontide kullanılmaya başlamasından bir süre sonra içerisine bakterisidal etkiyi arttırmak ve kök kanallarını daha etkin temizlemesi hedefiyle deterjan eklenerek EDTAC adı verilen bir ürün piyasaya sürülmüştür. EDTAC, EDTA'nın, 0.84 gr kuarterner amonyum bileşiği olan Cetavlon ile karıştırılmasıyla

elde edilmiştir. Bu ilave ile yüzey geriliminin düşürülmesi, kök kanal sisteminin ıslanabilirliğinin arttırılması ve buna bağlı olarak da şelasyon ajanının dentine penetrasyonunun arttırılması hedeflenmiştir (11).

Şelasyon ajanları, kök dentinindeki hidroksiapatit kristallerinin yapısında bulunan kalsiyum iyonu ile reaksiyona girer. Bu süreçte dentinin mikroyapısında, kalsiyum / fosfat oranında değişimler olabilmektedir (49). Kalsiyum fosfat oranında meydana gelen değişimler, dentinin geçirgenliğini, çözünürlüğünü, dental materyallerin dentine bağlanmasını etkilemektedir. Mikrosertlik ise diş yapılarının içeriğinin ve yüzey yapısının değişiminden etkilenmektedir (50). Diş hekimliğinde kullanılan ilk şelasyon ajanı, EDTA'nın likid formu olup, dentini kimyasal olarak yumuşatmakta, smear tabakayı uzaklaştırmakta, dentin geçirgenliğini arttırmaktadır (51). Kök kanal sisteminin irrigasyonunda kullanılan EDTA dentinin mikrosertliğini de önemli oranda azaltmaktadır (50, 52).

EDTA, dentini demineralize edici etkisini en iyi nötral pH'da ve %15-17'lik konsantrasyonlarda gösterir ancak irrigasyon esnasında uygulama süresinin ne kadar olacağı hususunda literatürde kesin bir bilgi yoktur (7, 53). EDTA'nın kısa bir sürede etkin şekilde smear tabakayı uzaklaştırabileceği belirtildiği gibi, en uygun sonucun alınabilmesi için en az 15 dakika uygulanması gerektiğini belirten çalışmalar da bulunmaktadır (54-56).

Kök kanal tedavisi esnasında oluşan smear tabaka, dentin tübüllerini tıkayarak irrigasyon esnasında solüsyonların enfekte olan bu sahalara ulaşmasını engellemektedir. İrrigasyon esnasında EDTA kullanımı, hem antimikrobiyal özelliği hem de smear tabakayı uzaklaştırarak sodyum hipokloritin dentin tübüllerine ulaşmasını ve böylece antimikrobiyal etkinliğinin artmasını sağlaması açısından önerilmektedir (48, 57). Yüksek konsantrasyonlarda kullanılan EDTA'nın antimikrobiyal özelliği daha fazladır (48, 58).

Yapılan bir in-vitro çalışmada EDTA'nın düşük konsantrasyonlarda daha az olmakla birlikte, incelenen tüm konsantrasyonlarda sitotoksik bir materyal olduğu gösterilmiştir (59). EDTA ve benzeri şelasyon ajanlarının apikal foramenden taşması, yalnızca apikal bölgedeki kemik dokuda dekalsifikasyon yapmakla kalmayıp, birçok

fizyolojik süreçte değişikliklere sebep olabilmektedir. Çünkü bu ajanlar, birçok enzimatik reaksiyonda rol alan, kalsiyum, magnezyum vb. metalik iyonlara şelasyon yaparak, bu reaksiyonların değişimine sebep olabilmektedir. Örneğin; kalsiyum iyonları, kan pıhtılaşması, nöromusküler olaylar, damar geçirgenliği mekanizmasında rol almaktadır ve periapikal sahaya taşan EDTA kalsiyumu bağlayacağı için bu mekanizmalar da olumsuz etkilenebilmektedir (60, 61). EDTA, vazoaktif intestinal peptidlerin makrofajlara bağlanmasını olumsuz etkilemektedir (61). Doz ve zaman bağımlı olarak makrofajların fagositoz yeteneklerini de olumsuz etkileyebilen EDTA'nın apikal foramenden taşması bu sebeple apikal enflamatuar cevabın da değişmesine sebep olabilmektedir (60, 62).

2.3.3. Fitik Asit

EDTA'nın periapikal dokular üzerinde yaygın irritasyonlara sebep olabilmesinden, biyouyumlu olmamasından dolayı smear tabakanın uzaklaştırılmasında alternatif ajan arayışına girilmiştir.

Fitik asit, bitkilerin tohum ve kepeklerinde bulunan fosforun depo formu olup, birçok hücresel fonksiyona sahiptir (63). Değişen konsantrasyonlarda memeli hücrelerinde de bulunabilmektedir. Memeli hücrelerindeki kaynağı ve fonksiyonu net olarak bilinmemekle birlikte, fosfoinozitol metabolizmasında rolü olabileceği düşünülmektedir (64).

Fitik asit, çeşitli bitkisel kaynaklardan düşük maliyetlerle elde edilebilmektedir. Negatif yüklü olması, pozitif yüklü kalsiyum, magnezyum, demir gibi iyonlara şelasyon yapabilmesini sağlamaktadır (65). Ayrıca asidik pH'ya (pH=1,2) sahip olması daha fazla kalsiyumun açığa çıkmasına da katkıda bulunmaktadır. Sahip olduğu bu özellikler fitik asidi efektif bir smear çözücü yapmaktadır (12).

Fitik asit diğer şelasyon ajanlarından farklı olarak, demir iyonunu bağlayarak, bu iyonla bağımlı reaksiyonları engellemektedir. Böylece hidroksil radikallerinin oluşumunu engelleyerek hücreleri oksidatif yaralanmalardan korumaktadır (65).

Fitik asit, gıda endüstrisinden medikal alana kadar birçok kullanım alanına sahiptir. Antioksidan özelliği sebebiyle, gıdaları otooksidasyon ve hidroliz

reaksiyonlarından koruması ve birçok gıdanın raf ömrünü arttırdığı için tercih edilmektedir. Fitik asidin şelasyon özelliği; gıda sektöründe içeceklerdeki demirin uzaklaştırılması, bazı sebzelerin kolay ve etkili pişirilmesi, köpürmenin engellenmesi gibi amaçlarla da tercih edilmektedir. Medikal alanda birçok organ ve sistemin sintigrafisinde özellikle de karaciğerin görüntülenmesinde kullanılmaktadır. Fitik asit tuzlarının ağız yoluyla alınması mide sekresyonunu azaltarak, gastrit, diare gibi gastrointestinal sisteme ait bazı problemlerin tedavisinde tercih edilmektedir. Metal zehirlenmelerinin tedavisinde kullanılabileceği ön görülmektedir. Kalsiyuma şelasyon yapma özelliği, bazı hastalıklarda kalsiyum depolarının korunması, çözünmesinin engellenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde ise, karyostatik özelliği sebebiyle, ağız çalkalama solüsyonlarında, dental simanların ve dişlerin temizliğinde kullanılan bazı ajanların içeriğinde bulunmaktadır (65).

Son yıllarda fitik asit, endodontide smear tabakasını uzaklaştırmak amacıyla irrigasyonda tercih edilmektedir. Yapılan çalışmalar fitik asidin biyoyumlu olduğunu ve sitotoksitesinin EDTA'ya göre daha az olduğunu göstermektedir (66, 67).

2.3.4. Irrigasyonun Aktivasyonu

Kök kanal sisteminin temizlenmesinde irrigasyon aşaması oldukça önemli bir yere sahiptir (8, 16). Etkili bir irrigasyon, kök kanal sistemindeki dentin debrisini uzaklaştırmakta, mikroorganizmaları yok etmekte, smear tabakayı ortadan kaldırmaktadır (68).

Smear tabaka; mikroorganizma ve ürünleri, odontoblastlara ait uzantılar, nekrotik doku artıkları, inorganik ve organik doku barındırabilen bir tabaka olup, kanal içinde kullanılan medikamentlerin, dentin tübüllerine penetrasyonunu ve kök kanal dolgu materyallerinin kanal duvarlarına adaptasyonunu engellemektedir (8, 68).

Sodyum hipoklorit ile EDTA'nın birlikte kullanımı smear tabakanın etkin bir şekilde uzaklaştırılması için önerilse de burada önemli olan solüsyonların kanal duvarları ile direkt temasının sağlanmasıdır. Standart yöntem olan enjektör ile irrigasyonda, solüsyon iğnenin uç noktasından 1 milimetreden daha uzağa

ulaşamamaktadır (8, 16, 69). Oysaki irrigasyon solüsyonlarının pulpa artıkları, dentin debrisi, mikroorganizmalar ve ürünlerine mekanik ve kimyasal olarak etki edebilmesi için irrigasyon solüsyonunun kanalın her noktasına penetre olması gerekmektedir. Bunu engelleyen bir diğer faktör, apikal bölgede irrigasyon esnasında meydana gelen buhar kilididir. Buhar kilidinin varlığı, irrigasyon solüsyonlarının apikale ulaşmasını ve apikal bölgenin etkin temizlenmesini engellemektedir (16, 70).

İrrigasyon solüsyonlarının kök kanal sistemindeki etkinliklerini arttırmak ve daha etkili sonuçlar elde etmek için literatürde, çeşitli irrigasyon aktivasyon yöntemlerinden söz edilmektedir (68, 71, 72).

Endodontik tedavide en çok tercih edilen yöntem olan enjektör ile irrigasyonda, enjektörün yıkama esnasında ileri geri hareketlerle kullanılması irrigasyon solüsyonunun ajite edilmesini sağlasa da bu yöntem kullanılan diğer yöntemlere nispeten zayıf kalmakta ve ulaşamayan bölgelerde etkili debridmanı sağlayamamaktadır (73). Kanal duvarlarının temizlenmesi, irrigasyon solüsyonlarının ajitasyonu amacı ile endodontide kullanılan bir diğer araç ise fırçalardır. Ancak bu fırçalar da tıpkı standart irrigasyonda olduğu gibi apikal bölgeye ulaşamamakta ve bu bölgenin temizliğinde etkin bir rol oynayamamaktadır. Ayrıca kanal içindeki düzensizlikler ve fırça kılları arasında meydana gelen sürtünmeye bağlı olarak bu kıllar kopup kanal içinde kalabilmekte ve radyolüsent yapısından dolayı klinisyenler tarafından farkına varılamamaktadır (74).

Yukarıda da söz ettiğimiz gibi irrigasyon esnasında kanal içinde oluşan gaz baloncukları, solüsyonların apikal bölgeye erişimini ve kanal duvarlarıyla direkt temasını engellemektedir. Şekillendirmesi tamamlanmış bir kanala tam uyumlu ana kon ile 2-3 milimetrelilik koronoapikal yönde itme çekme hareketleri hidrodinamik bir etki yaratır, solüsyonların ajite edilmesini sağlamaktadır. Böylece apikal bölgede oluşan gaz baloncuklarını yok eder ve bölgenin etkili şekilde temizlenmesini sağlamaktadır (75). Literatürde “manuel dinamik irrigasyon” olarak anılan bu yöntem uygulama kolaylığı ve ucuz olması sebebiyle tercih edilmektedir (71, 75).

Kök kanal sisteminin etkin temizliğini sağlamak için kullanılan bir diğer irrigasyon aktivasyon yöntemi ise ultrasonik ve sonik cihazların kullanımudur. Ultrasonik cihazların endodontide ilk kez kullanımı 1957 yılına dayanmaktadır. Bu cihazlar insan kulağının algılayamayacağı 25-30 kHz'lik frekanslarda titreşimler yapmaktadır. Ultrasonik irrigasyonun iki şekilde yapıldığından söz edilmektedir (76). Aktif ultrasonik irrigasyondur olarak adlandırılan yöntemde, ultrasonik uç kanal duvarları ile temastadır ve buna bağlı olarak dentin dokusunun uzaklaşması söz konusudur. Aktif ultrasonik irrigasyon, diğer yöntem olan pasif ultrasonik irrigasyona nispeten kök kanal sisteminin temizliğinde daha zayıf etkinlik göstermektedir. Bu durum aktif ultrasonik irrigasyon esnasında, eğin duvarlarla kontakta olması sebebiyle akustik dalga ve kavitasyon oluşumunun azalması ile açıklanabilir (77). Pasif ultrasonik irrigasyon, endodontide ilk kez Weller ve arkadaşları tarafından kullanılan bir yöntem olup, endodontik enstrümanın kanal duvarlarıyla teması söz konusu değildir. Pasif ultrasonik irrigasyon esnasında oluşan enerji, kullanılan enstrüman üzerinde oluşan titreşimlerin yarattığı ultrasonik dalgalar vasıtasıyla irrigasyon solüsyonuna iletilmektedir (71, 77).

Ultrasonik irrigasyon esnasında irrigasyon solüsyonu kök kanal sistemine ya devamlı olarak gönderilir ya da aralıklı olarak gönderilmektedir. İkinci yöntemde irrigasyon solüsyonu kanala şırınga aracılığıyla gönderilmekte ve bu şekilde solüsyonun miktarı ve ulaştığı derinlik kontrol altına alınabilmektedir. Sürekli irrigasyon tekniğinde bu mümkün olamamaktadır (71, 78). Yapılan bir çalışmada her iki yöntemin de, 3 dakikalık irrigasyon süresinde dentin debrisini kök kanal sisteminden uzaklaştırmada aynı etkinlikte olduğu gösterilmiştir (78).

Sonik cihazlar ise, irrigasyon solüsyonlarının aktive edilmesinde kullanılan bir diğer gruptur. Ultrasoniklerden farklı şekilde 1-6 kHz gibi daha düşük frekans aralığında çalışır ve daha az makaslama gerilimi yaratmaktadırlar (79). Ayrıca sonik enerji ultrasonik enerjiden daha yüksek amplitüde sahip dalgalar yaratmakta ve daha güçlü ileri geri hareketler oluşturmaktadır (71). Endoaktivatör (Dentsply, Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA) son yıllarda endodontik irrigasyon için tercih edilen, sonik enerji prensibine dayanan bir cihazdır. Dakikada 2000 – 10000 devirle çalışan cihazın

3 farklı renk, konisite ve çapta ucu mevcuttur. Sarı renk 15/02, kırmızı renk 25/04 ve mavi olan 35/04' tür. Üretici firma cihazın kök kanal sisteminin şekillendirilmesi bittikten sonra kullanımını ve kullanım esnasında ucun pasif olmasını önermektedir (80). Endoaktivatörün, uçlarının polimer yapıda olması dolayısıyla kanal duvarlarında transportasyona sebep olmamaktadır (81).

2.4. Diş Hekimliğinde Lazer

Lazer, uyarılmış radyasyon emisyonu ile ışığın güçlendirilmesi anlamına gelen İngilizce sözcüklerin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. Uyarılmış emisyon kavramından bahseden kişi Albert Einstein'dır, ancak ilk lazer Amerikalı fizikçi Theodor Maiman tarafından icat edilmiştir (82). 1965 yılında ilk defa Goldman tarafından vital bir dişe lazer uygulaması yapılmıştır. Ancak bu ilk uygulanan lazerler, saçılan radyasyon dolayısıyla pulpada termal hasara neden olan, komşu sert ve yumuşak dokulara zarar veren yüksek enerjili lazerler olup, bu sebeplerle cazibelerini kaybetmişlerdir (83).

Lazerler dalga boylarına göre sınıflandırılmaktadırlar. Diş hekimliğinde kullanılan lazerler dalga boyu az olandan çok olana doğru; Argon İyon lazerler, KTP (Potasyum Titanil Fosfat) lazerler, Helyum-Neon lazerler, Diode lazerler, Nd:YAG lazerler, Ho:YAG lazerler, Er,Cr:YSGG lazerler, Er:YAG lazerler ve CO₂ lazerlerdir (83).

Diş hekimliğinde lazerler; pulpanın vitalitesini ölçmek, çürük tespiti yapmak gibi tanısal amaçlarla kullanılmaktadır. Ayrıca çürüklerin temizlenmesi, kavite preparasyonu, kron boyu uzatma, kök kanallarının preparasyonu, sterilizasyonu, kök ucu cerrahisi gibi sert dokuya ait uygulamalar ve küretaj, gingivektomi, gingivoplasti, eksizyonel-insizyonel biyopsi, pulpa kaplaması, kron pulpasının uzaklaştırılması, granülasyon dokularının temizlenmesi gibi yumuşak dokuya ait birçok işlemin gerçekleştirilmesinde de kullanılmaktadır (83, 84).

Yukarıda bahsedildiği üzere birçok kullanım alanı bulunan lazerler, endodontik tedaviler esnasında irrigasyon solüsyonlarının aktivasyonunda da son zamanlarda sıkça söz edilen yöntemlerden biridir. Lazerle aktivasyon atımlı enerjinin irrigasyon solüsyonuna transferi prensibine dayanmaktadır. Literatürde daha çok

erbiyum lazerlerin bu amaçla kullanıldığı görülmekle birlikte, Nd:YAG ve Diode lazerlerin de kullanımını bildiren makaleler mevcuttur (72, 76). Lazer enerjisinin absorbe edilmesi ile oluşan optik kırılmalar boyunca irrigasyon solüsyonu içinde kavitasyonlar meydana gelir. Lazer aktivasyonu esnasında irrigasyon solüsyonun buharlaşması; büyüyen, ardından büzülen ve sonunda küçük çok sayıda baloncuklar meydana getirmektedir. Başlangıçta büyük olan baloncukların kollabe olması ve küçük baloncukların titreşmesinin meydana getirdiği akustik dalgalanma lazerle aktive edilen irrigasyonun sağladığı temizleme etkinliğini açıklar niteliktedir (85). Mekanik enstrümantasyona bağlı oluşan smear tabakasını uzaklaştıran ya da modifiye eden lazerler, bazı dalga boylarında bakterisidal etki de gösterebilmektedir. Lazer kullanımı esnasında foto-termal etki sonucu dentinde sıcaklık artışı meydana gelebilmekte ve çevre dokularda hasar oluşabilmektedir. Bu sebeple kanal içi lazer uygulamalarında, radiküler dentinde ve periodonsiyumda meydana gelebilecek termal hasarları engellemek adına çeşitli soğutucu ajanlardan ve irrigantlardan faydalanılmaktadır (86).

Endodontide irrigasyon aşaması, tedavinin başarısında oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Irrigasyonun başarısı ise kullanılan solüsyonlar kadar irrigasyon için kullanılan yöntemlere de bağlıdır. Etkin bir irrigasyonun ardından, endodontik tedavinin başarısı için bir diğer önemli aşama, kök kanal sisteminin üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurulmasıdır.

2.5. Kök Kanallarının Doldurulması

Tarihsel olarak bakıldığında, kök kanallarının doldurulmasının kök kanal tedavisinin en kritik basamağı olarak değerlendirildiği bildirilmekte ve bu basamağın ideal şekilde gerçekleştirilememesi, tedavinin başarısızlığında potansiyel bir faktör olarak görülmektedir (27). Zaman içinde görülmüştür ki kök kanal tedavisinin başarısında üç temel faktör eşit oranda rol oynamaktadır; kök kanal sisteminin debridmanı, etkin dezenfeksiyonu ve doldurulması. Kök kanal sisteminin doldurulması; sızdırmazlığın sağlanması, bakteriyel kontaminasyonun azaltılması, dişin çevre dokular ile ilişkisinin kesilmesi ve kanal içinden uzaklaştırılmayan irritan

maddelerin sınırlandırılması için gereklidir. Kök kanal sisteminin apikal, lateral ve koronal yönlerden sızdırmazlığı sağlayacak şekilde üç boyutlu olarak doldurulması, tedavinin uzun dönem başarısı üzerinde önemli bir yere sahiptir (76).

Kök kanalları doldurulurken, katı ya da yarı-katı bir kor materyali ile kanal dolgu patları kullanılır. Gütaperka, kullanım kolaylığı ve sık kullanılması dolayısıyla kor materyallerinin standardı olarak kabul edilmektedir. Termoplastik bir materyal olması, kolay uygulanabilirliği, diğer materyallere göre daha kolay kanaldan uzaklaştırılabilmesi, dokular karşısında neredeyse inert olması tercih edilme sebeplerindedir. Gütaperka, kendi içinde ve dentinle kimyasal bağlanması olmayan bir materyal olduğundan, kanal dolgu patı olmaksızın kullanılırsa yeterli tıkama sağlanamamaktadır. Kanal dolgu patı, gütaperkalar arasında ve gütaperkalar ile dentin arasında kalan boşlukları doldurur (27). Grossman ideal bir kök kanal dolgu materyalinin sahip olması gereken özellikleri şu şekilde belirtmiştir (87):

- 1) Kanal içine kolay uygulanabilmelidir.
- 2) Kanalı hem lateral hem apikal yönlerden tıkayabilmelidir.
- 3) Uygulamadan sonra büzülme göstermemelidir.
- 4) Nem varlığından etkilenmemelidir.
- 5) Bakterisidal olmalı ya da en azından bakteri büyümesini baskılamalıdır.
- 6) Radyopak olmalıdır.
- 7) Diş yapılarını boyamamalıdır.
- 8) Diş dokusunu etkilememeli, periapikal dokuları irrite etmemelidir.
- 9) Steril olmalı ya da kolayca sterilize edilebilmedir.
- 10) Gerektiğinde kanaldan kolayca uzaklaştırılabilmelidir.

Tüm bu özellikleri bünyesinde barındıran bir kök kanal dolgu materyali halen bulunmamakla birlikte mevcut olanlar şu şekilde sınıflandırılabilirler (76):

- 1) Kor materyaller
 - a) Gümüş kon
 - b) Gütaperka
 - c) Activ GP
 - d) Resilon

- e) Kişisel konlar
- 2) Kanal dolgu patları
 - a) Çinko oksit öjenol içerikli patlar
 - b) Kalsiyum hidroksit içerikli patlar
 - c) Cam iyonomer içerikli patlar
 - d) Rezin içerikli patlar
 - e) Silikon içerikli patlar
 - f) Kalsiyum silikat içerikli patlar
 - g) Medikament içerikli patlar

Kök kanal sisteminin doldurulmasında çeşitli teknikler kullanılabilir (76):

- 1) Soğuk gütaperka teknikleri
 - a) Lateral kompaksiyon tekniği
 - b) Tek kon tekniği
- 2) Kimyasal olarak yumuşatılmış gütaperka tekniği (Kişisel kon)
 - a) Kloroform, halotan, okaliptol
- 3) Isı ile yumuşatılmış gütaperkanın kullanıldığı teknikler
 - a) Vertikal kompaksiyon (Shilder) tekniği
 - b) Sistem B devamlı dalga kompaksiyon tekniği
 - c) Lateral-vertikal kompaksiyon tekniği
 - i) Endotec II
 - ii) Inject-R-Fill
 - d) Parçalı kompaksiyon tekniği
 - e) Lateral kompaksiyon (McSpadden) tekniği
 - f) Termoplastik enjeksiyon tekniği
 - i) Obtura III
 - ii) Ultrafil 3D
 - iii) HotShot
 - iv) Ultrasonik plastisizasyon
 - g) Gütaperka taşıyıcı teknikler

- i) Thermafill
- ii) Simplifill
- iii) Successfill
- iv) Herofill

Gütaperka dentin dokusuna bağlanamaz. Bu sebeple bir kanal dolgu patı ile birlikte kullanılmaktadır. Kanal dolgu patının adeziv özellikleri, endodontik başarı açısından önemlidir. Eğer kullanılan patın adeziv özellikleri iyi ise kanal dolgusu, gelen kuvvetler karşısında yer değiştirmeye, dentin duvarlarından ayrılmaya daha dirençli olur (88).

2.5.1. Rezin Esaslı Kanal Dolgu Patları

Rezin esaslı patlar, endodontide çok uzun zamandır kullanım alanına sahip olan, öjenol içermeyen, adeziv özelliği olan patlardır. Metakrilat rezin içerikli ve epoksi rezin içerikli olmak üzere iki gruba ayrılır.

AH-26 (DENTSPLY DeTrey, Konstanz, Almanya) ve AH Plus (DENTSPLY DeTrey, Konstanz, Almanya) patları, epoksi rezin içerikli patlardır. AH-26, yavaş sertleşen, sertleşme reaksiyonu tamamlandığında formaldehit açığa çıkaran bir pat iken AH Plus, AH-26 patının formaldehit açığa çıkarmayan modifiye edilmiş halidir. AH Plus patı, iki tüp halindedir. Tüplerden biri, diepoksit (bisfenol A diglisidil eter) ve doldurucu ağırlıklı epoksi tüpü, diğeri primer monoamin, sekonder diamin, disekonder diamin, silikon yağı ve dolduruculardan oluşan amin tüpüdür (76). AH Plus'ın sertleşme zamanı AH-26'dan kısadır, radyoopasitesi ise daha fazladır (89). AH Plus patı, AH-26 patına göre pulpal ve periapikal sahalarda daha az inflamasyona sebep olur. Yapılan bir histolojik çalışmada, AH-26'nın aksine AH Plus patının, kullanıldığı dişlerde periodontal dokularda inflamasyona ya da nekroza sebep olmadığı, kanal duvarlarında mineralize doku oluşumunun gözlemlendiği belirtilmiştir (90). Yapılan bir başka çalışmada yine benzer sonuçlar bulunmuş, AH Plus patının, mutajenik, genotoksik, sitotoksik olmadığı görülmüştür (91).

Endodontik tedavinin başarısında adezyon önemli bir yer tutar. Endodontik patların adezyonu patın dentin duvarlarına bağlanması, gütaperkaları birbirine ve

dentin duvarına bağlama kapasitesi olarak tanımlanabilir. AH Plus, akıcı özelliği ve pat ile dentin arasında mekanik kilitlemeye olanak tanıyan uzun sertleşme zamanı sayesinde kök kanal sisteminde mikro düzeydeki düzensizliklere bile penetre olur. Patın molekülleri arasında oluşan koheziv kuvvetler ise dentinden ayrılmaya karşı direnç sağlar. Tüm bunlar ise AH Plus' a mükemmel adezyon özelliği kazandırır (92).

2.5.2. Kalsiyum Silikat Esaslı Kanal Dolgu Patları

Son yıllarda endodontik alanda çok sayıda pozitif özelliği sebebiyle birçok kullanım alanına sahip olan kalsiyum silikat esaslı materyaller, pat olarak da kullanılmaya başlamıştır.

Kalsiyum silikat esaslı patların içeriğinde, Portland simanın içeriğinde de bulunan trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat gibi hidrolik bileşikler bulunur. Kalsiyum silikat esaslı materyallerin diş hekimliğine girişi, 1878 yılında Alman hekim Witte'nin kök kanallarını Portland siman ile doldurduğu bir vakayı yayınlamasıyla olmuştur. Ancak 90'lı yıllarda Mineral Trioksit Agregat (MTA)'ın bulunmasına kadar yaygın bir kullanım alanı bulamamıştır (76).

MTA, son derece biyouyumlu, iyi sızdırmazlık sağlayabilen, bu sebeplerle de perforasyon tamiri, vital pulpa tedavileri, kök ucu dolgu materyali, kök kanal dolgu materyali, apikal tıkaç materyali olarak kullanılan bir materyaldir (93). MTA, dentin ve kök kanal dolgu materyali arasındaki olası boşlukların, kalsiyum ve fosfat kristalleri ile dolmasını sağlayarak, tıkama özelliğini artırır, rejenerasyonu ve sert doku remineralizasyonunu indükler. Ayrıca yüksek çözünürlüğü ve ortam pH'sını yükseltmesi materyale antibakteriyel etkinlik sağlar ve biofilm içindeki bakteri sayısını azaltmasına katkıda bulunur (94). Ancak uygulama zorluğu ve film kalınlığının fazla olması, kanal duvarlarına adaptasyonunun zor olması ve kök kanal dolgu patı olarak kullanılmasına engel olmaktadır (95).

NeoMTA Plus (Avalon Biomed Inc, Bradenton, Florida, USA), radyoopasite verici olarak tantal pentaoksit (Ta_2O_5) içeren, partikül boyutu küçük toz ve su bazlı likitten oluşan yeni geliştirilen bir kalsiyum silikat esaslı materyaldir. Vital pulpa tedavilerinde, kök rezorpsiyon ve perforasyonlarının tamirinde, apeksifikasyon

tedavilerinde, kök ucu dolgu materyali ve kök kanal dolgu patı olarak kullanılabilir (94). Üretici firma önerilerine göre, kanal dolgu patı olarak kullanılmak istendiğinde toz-likit oranı 1:1, daha viskoz yapıda kullanılmaya ihtiyaç duyulduğunda 4:1 olarak tercih edilmelidir. Macun kıvamında hazırlandığında, sertleşme zamanı 50-60 dakika iken, kanal dolgu patı olarak hazırlandığında bu süre 5 saate kadar çıkabilmektedir (93). NeoMTA Plus ile ilgili literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Dental pulpa kaynaklı kök hücreler üzerindeki etkisine bakılan bir çalışmada, NeoMTA Plus'ın sitotoksik etkisinin olmadığı görülmüştür (96). NeoMTA Plus'ın, sertleşme sürecinde ve sonrasında ortama kalsiyum ve hidroksil iyonları saldırdığı, bunun da materyal üzerinde kalsiyum-fosfat tabakası oluşmasını sağladığı görülmüştür. Oluşan bu tabaka sayesinde, materyalin kök kanalındaki stabilitesi artış göstermektedir (94). Kanal dolgu patlarının dentin tübüllerine penetrasyonu da kök kanal dolgusunun retansiyonunu arttıran bir faktördür. Patların dentin tübüllerine penetrasyonu ayrıca, fiziksel bir bariyer oluşturmakta, kök kanal sisteminde kalan bakterileri tübüller içine hapsetmekte, eğer var ise patın antibakteriyel etkinliğinin daha geniş sahalara ulaşmasını sağlamaktadır. Materyallerin partikül büyüklüğü, çözünübilirlik, viskozite, yüzey gerilimi gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri, dentin tübüllerine penetrasyonunda etkilidir. Yapılan bir çalışmada, hem tek kon tekniği hem de devamlı dalga kompaksiyon tekniği ile pat olarak kullanılan NeoMTA Plus'ın, dentin tübüllerine penetrasyonunun tatminkâr olduğu görülmüştür (97).

Tüm bu veriler ışığında, NeoMTA Plus'ın umut vadeden bir kök kanal dolgu materyali olabileceği düşünülmektedir.

2.5.3. Termoplastik Enjeksiyon Yöntemi

Soğuk lateral kompaksiyon, gütaperkaların kanal içine kontrollü bir şekilde yerleştirilebilmesi, maliyetinin düşük olması sebebiyle endodontik tedavide yaygın kullanılan bir kök kanal dolum yöntemidir (98, 99). Ancak bu yöntem, hem zaman alan hem de gütaperkalar arasında kalan boşluklar sebebiyle homojen bir kanal dolgusu elde edilemeyen, elde edilen kanal dolgusunun kanal duvarlarına

adaptasyonun zayıf olduğu, dolum esnasında uygulanan kuvvetlerle vertikal kök kırığı riskini arttıran bir yöntemdir (100).

Termoplastik enjeksiyon yöntemi ile yapılan kanal dolgusu daha homojen ve gütaperkaların kanal duvarına adaptasyonu daha iyi olmaktadır (101). Termoplastik tekniklerin bir çeşidi olan bu yöntemde, gütaperka kanal dışında ısıtılarak, kanal içine enjekte edilir. Obtura III Max (Kerr, Orange, CA.), Calamus (DENTSPLY Tulsa Dental Specialties, Johnson City, TN, USA), HotShot (Discus Dental, Canada), Ultrafil 3D (Coltène/Whaledent, Brasil), bu yöntem için kullanılan araçlardır. Ultrafil 3D gütaperkayı 90°C' ye kadar ısıtırken, Obtura 160°C'ye kadar ısıtmaktadır (76). Hem yüksek hem düşük sıcaklıkta çalışan araçlarla uygulanan bu yöntem kök kanalının şeklini elde edebilmek hususunda soğuk lateral kompaksiyondan daha başarılıdır. Bu yöntemin en büyük dezavantajı, ısı ile yumuşamış gütaperkanın kök kanalı dışına çıkmasını kontrol etmenin zorluğudur (101).

Termoplastik enjeksiyon tekniği, genellikle internal rezorpsiyon gibi kök kanalının yapısında düzensizlikler olduğunda tercih edilen bir yöntemdir (76). İnternal rezorpsiyonun simüle edildiği in vitro bir çalışmada, dolum yöntemi olarak lateral kompaksiyon ve termoplastik enjeksiyon tercih edilmiş, lateral kompaksiyonda rezorpsiyon kaviterlerinde belirgin şekilde boşluk kalırken, termoplastik yöntemin kullanıldığı örneklerde rezorpsiyon kaviterlerinin tamamen dolduğu görülmüştür (102). Torabinejad ve arkadaşlarının yaptığı bir başka çalışmada, termoplastik enjeksiyon yöntemi ile doldurulan dişlerde, patın ince bir tabaka halinde düzgün olarak kanal duvarlarına yayıldığı, kanaldaki tüm düzensizliklerin dolduğu, termoplastize gütaperkanın dentin duvarlarına adaptasyonunun iyi olduğu görülmüştür (103).

2.6. Bağlanma Dayanımı

Endodontik tedavinin başarısında koronal ve apikal sızdırmazlık oldukça önemlidir. Bu sebeple son yıllarda, bağlanma özellikleri iyi olan kök kanal dolgu materyallerinin geliştirilmesi üzerinde durulmaktadır. Bu noktada adeziv diş hekimliğinden ilham alınmaktadır.

Bugün bazı adeziv materyaller için hala geçerliliğini koruyan dentine bağlanma teorisi ilk kez 1982 yılında Nakabayashi ve arkadaşları tarafından literatüre kazandırılmıştır. Bu teoriye göre, bağlantının sağlanması için uygulanması gereken ilk aşama smear tabakanın uzaklaştırılması, yüzeysel dentinin demineralize edilebilmesi ve kollajen matriksin açığa çıkarılması için asit uygulamasının yapılmasıdır. Uygulama sonrası asit yıkanarak uzaklaştırılır. Ardından demineralize dentin yüzeyine, aseton ya da alkol gibi uçucu bir materyalin içinde bulunan rezin yapıda bir madde uygulanır. Hava sıkılarak taşıyıcı olan materyal uzaklaştırılır ve geriye dentin tübüllerine, kollajen matrikse penetre olmuş rezin materyal kalır. Primer uygulanması olarak bilinen bu aşamadan sonra adeziv olarak bilinen doldurucu içermeyen ya da hafif dolduruculu rezin dentin yüzeyine uygulanır. Işık ile polimerizasyon sağlanır. Bu işlemler sonunda rezinle dolmuş yaklaşık 2-5µm kalınlığındaki kollajen matriks tabakası hibrid tabaka olarak adlandırılır (104).

Kök kanal sistemi geometrik yapısı itibarıyla, bağlanma konusunda dezavantajlıdır. Bunun sebebi konfigürasyon faktörünün yüksek olmasıdır. Konfigürasyon faktörü (C faktörü) , kavite preparasyonlarında bağlanan yüzeylerin, bağlanmayan yüzeylere oranı olup, kavitelerin bağlanma açısından değerlendirilmesi için kullanılan nicel bir ölçümdür (104, 105). C faktörünün artması, polimerizasyon büzülmesine bağlı oluşan stresin artması manasına gelir. C faktörün 3:1'den fazla olduğu durumlarda, bağlantıda bozulmalar ve mikro sızıntı ihtimali artar (106). Sınıf 5 bir kavitede C faktörü 1:1 iken, endodontik giriş kavitelerinde bu oran 6:1 ile 10:1 arasında değişebilir. Kök kanal sisteminde ise bu oran 100:1 olarak bildirilmiştir (107).

Kök kanal dolgu materyallerinin, dentin duvarlarına bağlanması statik ve dinamik açıdan önem taşımaktadır. Statik açıdan önemi, kanal dolgu materyali ve dentin duvarı arasındaki boşlukların elimine edilerek sıvı geçişinin engellenmesi, dinamik açıdan önemi ise, dişin maruz kalacağı tüm manipülasyonlara karşı kanal dolgu materyalinin yer değiştirmesine direnç sağlamasıdır (108).

2.6.1. Bağlanma Dayanımı Test Yöntemleri

Kök kanal tedavilerinin başarısında bağlanmanın büyük ölçüde önem taşıması, kullanılan materyallerinin bağlanma dayanımları için çeşitli test yöntemlerini gerekli kılmıştır. Materyallerin bağlanma dayanımlarını laboratuvar ortamında test etmek için kullanılan yöntemler; makaslama (*shear bond strength*) testi, gerilim (*tensile bond strength*) ve *push-out* testleridir (109).

2.6.1.1. Gerilim Testi:

Gerilim testinde, kuvvet materyal ile dentin yüzeyi arasına dik olarak uygulanır (110). Bu test için, kullanılacak örnekler karmaşık şekillerde teste hazırlanmaktadır. Bu durum test öncesi (prematür) başarısızlıklara sebep olabilmektedir (111).

2.6.1.2. Makaslama Testi:

Makaslama testi dental materyallerin, diş yapılarına bağlanma dayanımını ölçmek için sıklıkla başvuru olan bir yöntemdir (112). Bu yöntem oldukça efektif ve tekrarlanabilir bir yöntemdir (108). Bu yöntemde uygulanan kuvvet, materyal ile dentin yüzeyi arasına paralel olarak gelmektedir (110).

2.6.1.3. Push-Out Testi:

Dental materyallerin bağlanma dayanımını ölçmek için kullanılan testlerden bir diğeri de *push-out* testidir. *Push-out* testi için kullanılacak örneklerin hazırlanması kolay olduğundan, kanal içinde kullanılan dental materyallerin bağlanma dayanımının değerlendirilmesinde sıklıkla tercih edilir (111). Klinik koşulları en iyi yansıtan yöntem olduğu savunulan *push-out* testinde (113), doldurulmuş kök kanallarından elde edilen kesitler kullanılır. Bu kesitlerdeki dolun materyali üzerine paslanmaz çelik bir itici uç yardımıyla, materyal dentin duvarlarından ayrılana kadar sabit büyüklük ve hızda kuvvet uygulanır. Bağlanmanın gerçekleştiği kuvvet kaydedilir ve bağlanan yüzeylerin alanına bölünerek bağlanma

dayanımı hesaplanır (114). Örneklerin geometrik özellikleri ve kullanılan paslanmaz çelik uç, sonuçlar üzerinde etkili olabilmektedir (111).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız, Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı ve Ankara Üniversitesi Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmış, in-vitro bir çalışmadır. GO 17/457 kayıt numaralı 16.05.2017 tarihli rapor ile Tıbbi Etik açıdan uygunluk onayı almıştır.

Çalışmamızın amacı, son yıkama solüsyonu olarak farklı irrigasyon teknikleriyle kullanılan fitik asitin, epoksi rezin ve kalsiyum silikat esaslı kanal dolgu materyallerinin kök kanalına bağlanma dayanımı üzerine etkisini araştırmaktır.

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda; 128 adet tek kök köklü, ortodontik ya da periodontal sebeplerle çekilmiş 18 yaş üstü yetişkin insan dişi kullanılmıştır. Dişlerin fasiyal ve aproksimal yüzeylerinden alınan radyograflar ile kök sayısı değerlendirilmiştir. Dişler kırık ya da çatlak bulundurma ihtimalleri göz önünde bulundurularak, dental operasyon mikroskobu altında incelenmiştir. Bu iki inceleme sonucunda, kök sayısı tek olmayan, kırık ya da çatlak bulunduran dişler çalışma dışında bırakılmıştır. Dişlerin kök yüzeyinde bulunan diş taşı ve yumuşak doku kalıntıları kretuar ile temizlenmiştir. Çalışma şartlarını sağlayan dişler, işlemler yapılana dek serum fizyolojik içinde bekletilmişlerdir.

Dişlerin kronları, su soğutması altında karbon separeler yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Çalışma boyunun belirlenmesinden sonra ProTaper Universal (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) döner eğeleriyle (Şekil 3.1), üretici firmanın talimatları doğrultusunda Sx eğesi ile koronal genişletme yapıldıktan sonra, S1, S2, F1, F2, F3 eğeleri kullanılarak şekillendirme ve genişletme işlemi yapılmıştır. Bu işlem esnasında her eğe arasında kök kanalları, 1 ml %5,25 NaOCl (Chlorax Extra, Cercamed, Nisko, Poland) (Şekil 3.2) solüsyonu ile yıkanmıştır.

Döner eğeler ile yapılan şekillendirme ve genişletmenin ardından dişlerde, 1,3 mm çapında paralel post drilli yardımıyla standart bir lümen çapı elde edilmiştir. Bu işlemi takiben dişler kullanılacak son yıkama solüsyonuna göre 2 gruba

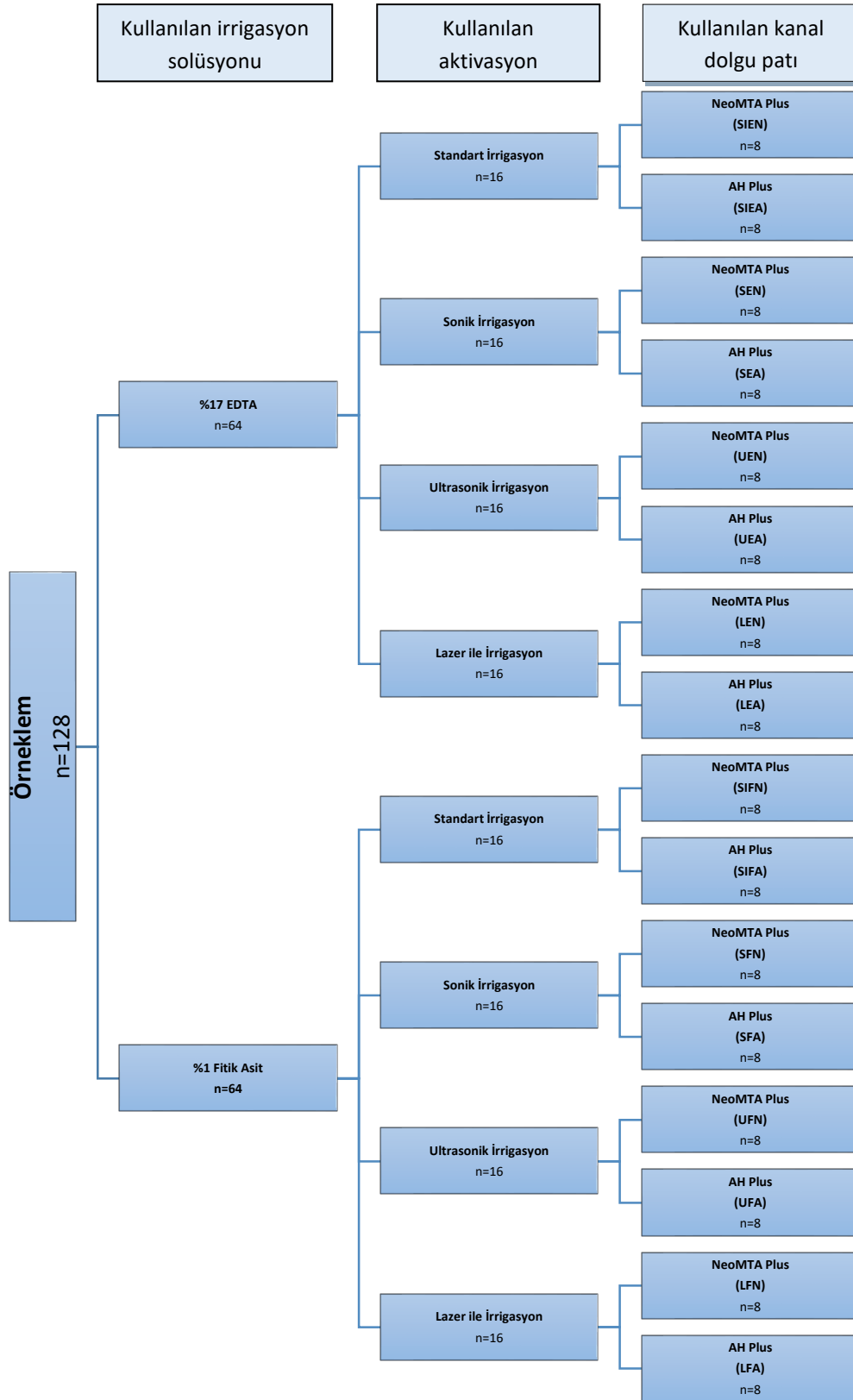
ayrılmıştır. Bu 2 grup ise uygulanacak aktivasyon metoduna göre kendi içinde 4' er gruba ayrılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.1. ProTaper Universal döner eğeleri.



Şekil 3.2. %5.25'lik sodyum hipoklorit solüsyonu.



Şekil 3.3. Çalışma gruplarını gösteren çizelge.

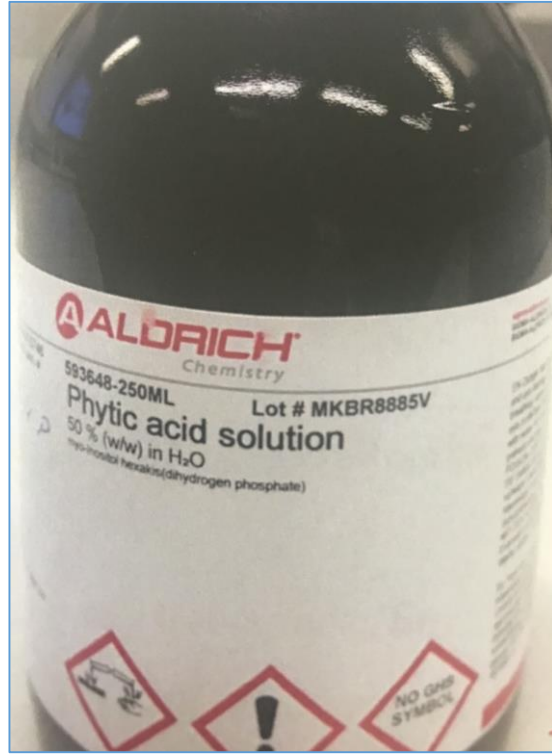
Birinci grup, standart irrigasyon yöntemi ile 5 ml %17'lik EDTA (ENDO-SOLution, CerKamed, Nisko, Poland) (Şekil 3.4) kullanılarak son yıkaması tamamlanmış dişlerdir. Irrigasyonun ardından dişler kurutulmuş ve kullanılacak pat çeşidine göre iki alt gruba ayrılmıştır.

İkinci grup, standart irrigasyon yöntemi ile 5 ml %1'lik fitik asit (Phytic acid solution 50% (w/w) in H₂O, Sigma Aldrich, Saint Louis, USA) (Şekil 3.5) kullanılarak son yıkaması tamamlanmış dişlerdir. Irrigasyonun ardından dişler kurutulmuş ve kullanılacak pat çeşidine göre iki alt gruba ayrılmıştır.



Şekil 3.4. %17'lik EDTA solüsyonu.

Üçüncü grup, Endoaktivatör (Dentsply, Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA) (Şekil 3.6) ve 25/04'lük kırmızı renk kodlu ucu kullanılarak 30 saniyelik iki periyotta sonik aktivasyon yöntemi kullanılarak 5 ml %17'lik EDTA ile son yıkaması tamamlanmış dişlerdir. Irrigasyonun ardından dişler kurutulmuş ve kullanılacak pat çeşidine göre iki alt gruba ayrılmıştır.



Şekil 3.5. %1'lik fitik asit solüsyonu.

Dördüncü grup, Endoaktivatör ve 25/04'lük kırmızı renk kodlu ucu kullanılarak 30 saniyelik iki periyotta sonik aktivasyon yöntemi kullanılarak 5 ml %1'lik Fitik Asit ile son yıkaması tamamlanmış dişlerdir. İrrigasyonun ardından dişler kurutulmuş ve kullanılacak pat çeşidine göre iki alt gruba ayrılmıştır.



Şekil 3.6. Endoaktivatör.

Beşinci grup, Satelec P-max Suprasson ultrasonik cihazı (Suprasson P-max, Satelec, Bordeaux, France) (Şekil 3.7) ve Irrisafe 25/00 paslanmaz çelik ultrasonik uç (Acteon, Merignac, France) kullanılarak 30 saniyelik iki periyotta ultrasonik aktivasyon yöntemiyle 5 ml %17'lik EDTA ile son yıkaması tamamlanmış dişlerdir. İrrigasyonun ardından dişler kurutulmuş ve kullanılacak pat çeşidine göre iki alt gruba ayrılmıştır.

Altıncı grup, Satelec P-max Suprasson ultrasonik cihazı ve Irrisafe 25/00 paslanmaz çelik ultrasonik uç kullanılarak 30 saniyelik iki periyotta ultrasonik aktivasyon yöntemiyle 5 ml %1'lik fitik asit ile son yıkaması tamamlanmış dişlerdir. İrrigasyonun ardından dişler kurutulmuş ve kullanılacak pat çeşidine göre iki alt gruba ayrılmıştır.

Yedinci grup, Waterlase Biolase Er,Cr:YSGG lazer ile RFT 3 ucu (Biolase Teknoloji, Kaliforniya, ABD) (Şekil 3.8) kullanılarak aktive edilmiş 5 ml %17'lik EDTA ile son yıkaması tamamlanmış dişlerdir. İrrigasyonun ardından dişler kurutulmuş ve kullanılacak pat çeşidine göre iki alt gruba ayrılmıştır.



Şekil 3.7. Satelec P-max Suprasson ultrasonik cihazı.

Sekizinci grup, Waterlase Biolase Er,Cr:YSGG lazer kullanılarak aktive edilmiş 5 ml %1'lik Fitik Asit ile son yıkaması tamamlanmış dişlerdir. İrrigasyonun ardından dişler kurutulmuş ve kullanılacak pat çeşidine göre iki alt gruba ayrılmıştır.



Şekil 3.8. Waterlase Biolase Er,Cr:YSGG lazer.

Son yıkaması tamamlanmış, kurutulmuş dişler üretici firma önerileri doğrultusunda hazırlanmış AH Plus (Şekil 3.9) ve NeOMTA Plus (Şekil 3.10) kanal dolgu patları ve gütaperka ile termoplastik enjeksiyon (HotShot, Discus Dental, Kanada) yöntemi kullanılarak doldurulmuştur.

Yedi gün oda sıcaklığında, %100 nemli ortamda bekletilen kök kanal dolgusu tamamlanmış dişler, silindirik kalıplar kullanılarak şeffaf soğuk akril içine gömülmüştür. Akrilin polimerizasyonu tamamlandığında örnekler kalıplardan çıkarılmış ve Micracut 201 (Metkon, Bursa, Türkiye) cihazı ile su soğutması altında $1\pm 0,1$ mm kalınlığında olmak üzere her gruptan toplam 30 kesit elde edilmiştir. Kumpas ile kesit kalınlıkları kontrol edilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.9. AH Plus kanal dolgu pati.



Şekil 3.10. NeoMTA Plus kanal dolgu materyali.



Şekil 3.11. Elde edilen kesitlerin kalınlıklarının dijital kumpas ile ölçülmesi.

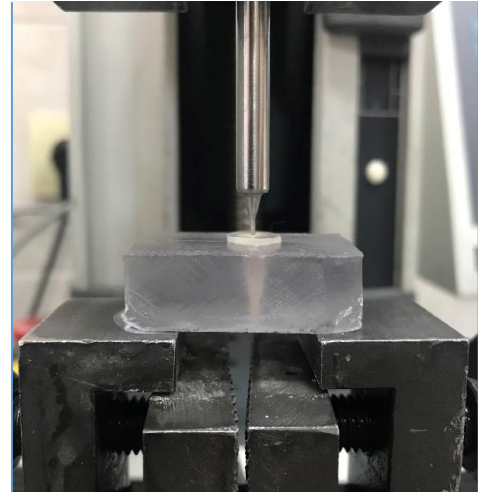
3.2. Push-out Bağlanma Testinin Uygulanması

Elde edilen kesitler, üniversal test cihazı (Şekil 3.12) (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Fareham, UK) kullanılarak push-out bağlanma dayanımı testine tabi tutulmuştur. Test için çapı 1 mm olan paslanmaz çelik uç kullanılmıştır. Bu uç dentine temas etmeyecek şekilde yerleştirilerek, sabit hız ve büyüklükte kuvvetle, kanal dolgusunda yer değiştirme oluncaya kadar uygulanmıştır (şekil 3.13). Bu yer

değiştirme patın kendi içindeki ya da pat-dentin ara yüzündeki bağlantının kopması ile meydana gelmektedir. Kopmanın meydana geldiği an cihazın verdiği kuvvet (Newton) değeri kaydedilmiş, daha sonra kesitlerin alanına bölünerek megapaskal (MPa) cinsinden bir değer elde edilmiştir.



Şekil 3.12. Push-out testi için kullanılan universal test cihazı.



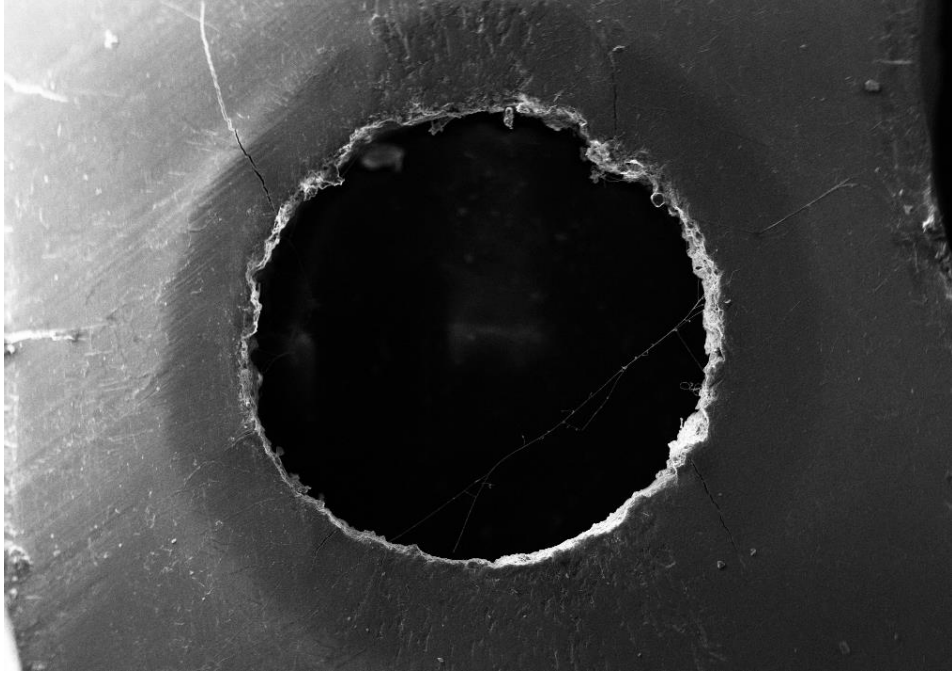
Şekil 3.13. Push-out testi esnasında alınan görüntü.

Elde edilen verilerin kaydı Nexygen data-analiz yazılımı yardımıyla yapılmıştır. Push-out bağlanma dayanımı değerinin MPa olarak hesaplanması için aşağıdaki formülden yararlanılmıştır:

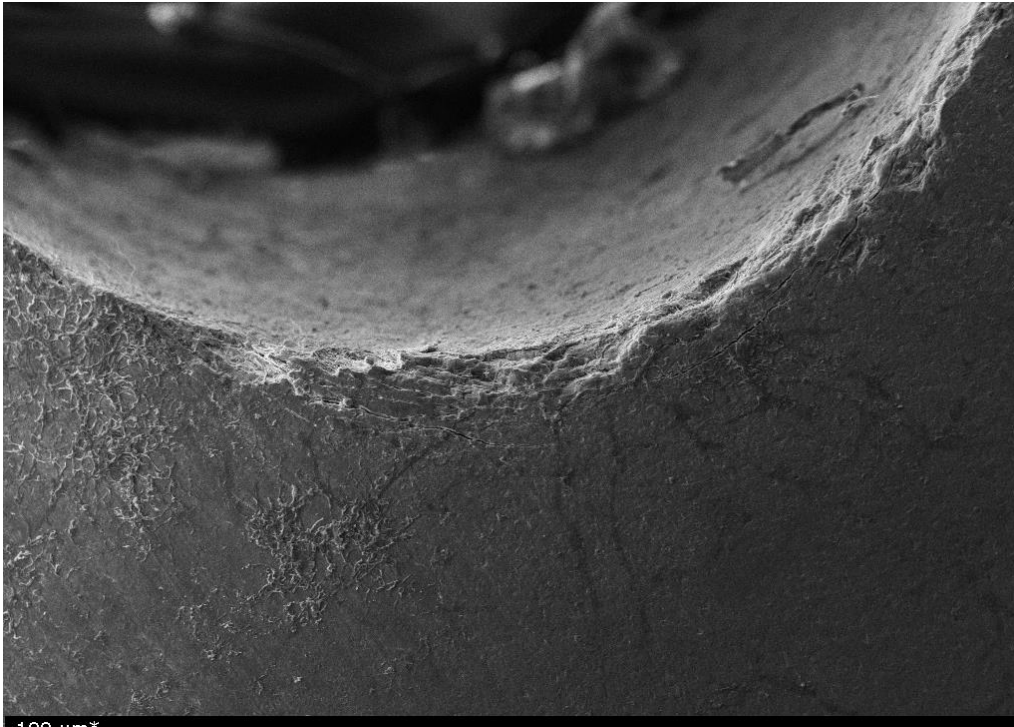
Push-out bağlanma dayanımı (MPa) = Maksimum yük (N) / Kök kanal dolgusu bağlantı alanı (mm²) (115).

Bağlantı alanını hesaplamak için, $2\pi rh$ formülü kullanılmıştır. Bu formülde π sabit değer olup 3,14 hesaplanmıştır. 'r' kök kanalının yarıçapı, h ise kesit kalınlığıdır (115).

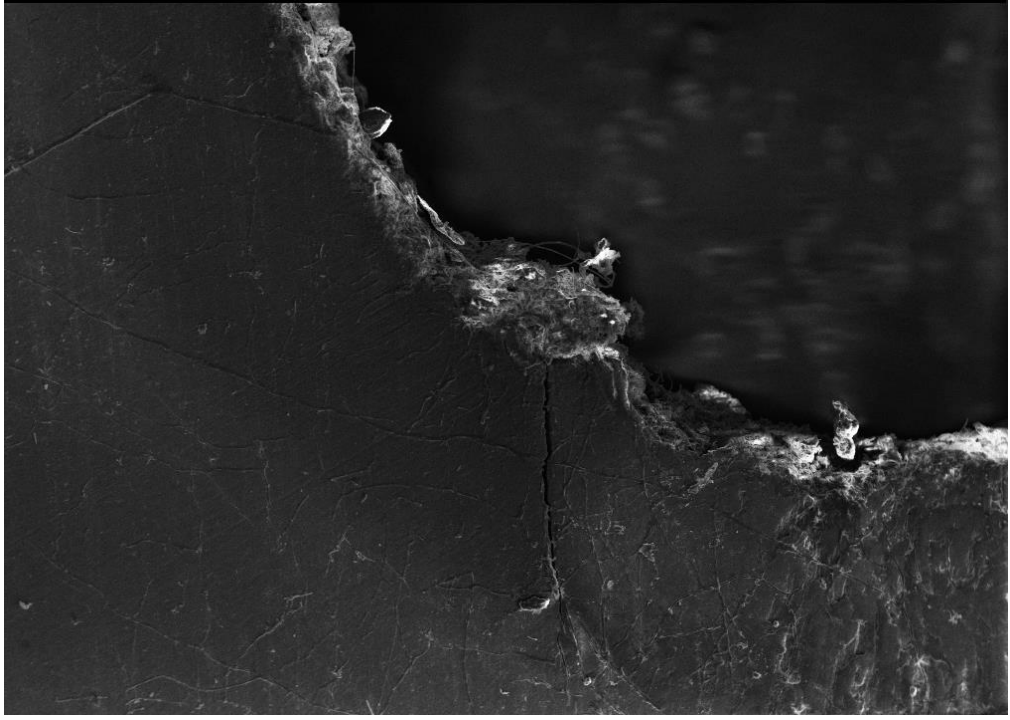
Test sonrasında örnekler, kırılmanın tipini değerlendirmek amacıyla x40 büyütme altında ışık mikroskopunda incelenmiştir. Kırık tiplerini gösteren temsili taramalı elektron mikroskop (SEM) görüntüleri alınmıştır. Kırık tiplerinin SEM ile alınan temsili görüntüleri Şekil 3.14-17' de verilmiştir.



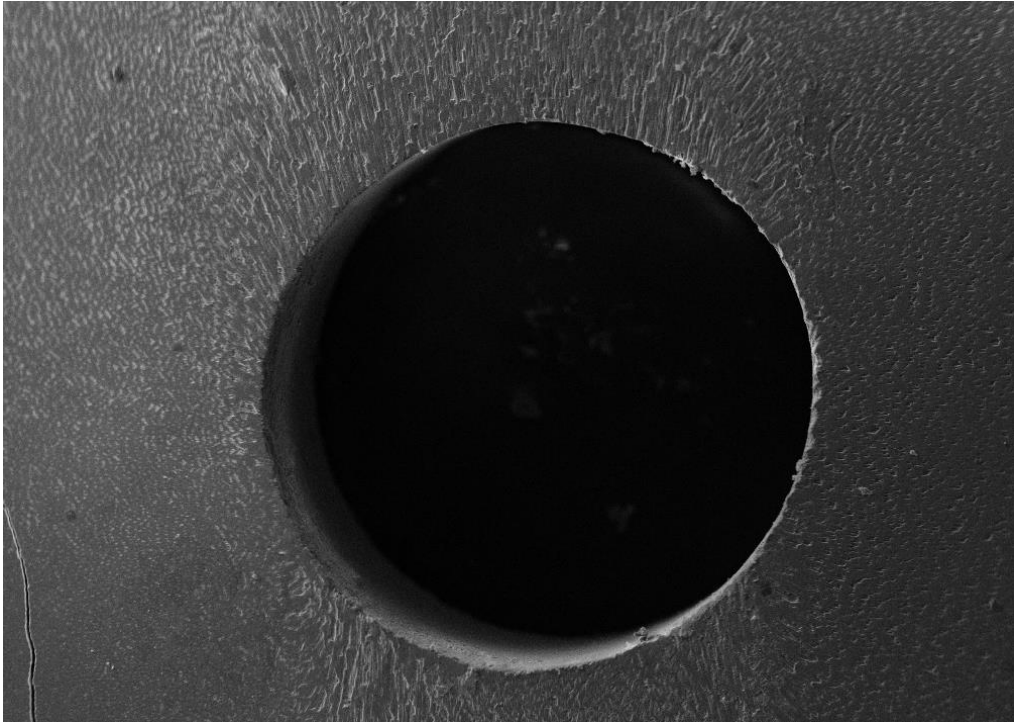
Şekil 3.14. Adeziv kırığı gösteren temsili SEM görüntüsü (x100).



Şekil 3.15. Adeziv kırığı gösteren temsili SEM görüntüsü (x250).



Şekil 3.16. Koheziv kırığı gösteren temsili SEM görüntüsü (x250).



Şekil 3.17. Bağlanma dayanımı testi sonrası alınan taramalı elektron mikroskop görüntüsünde hazırlanan örneğin dairesel kesiti (x100).

3.3. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz yapılırken IBM Statistical Package for the Social Science (SPSS) 22.0 programı kullanılmıştır. Elde edilen veriler normal dağılım sergilediği için Üç Yönlü ANOVA testi kullanılmıştır ($p < 0.05$). Alt grupların değerlendirilmesi için Games-Howell post-hoc testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR

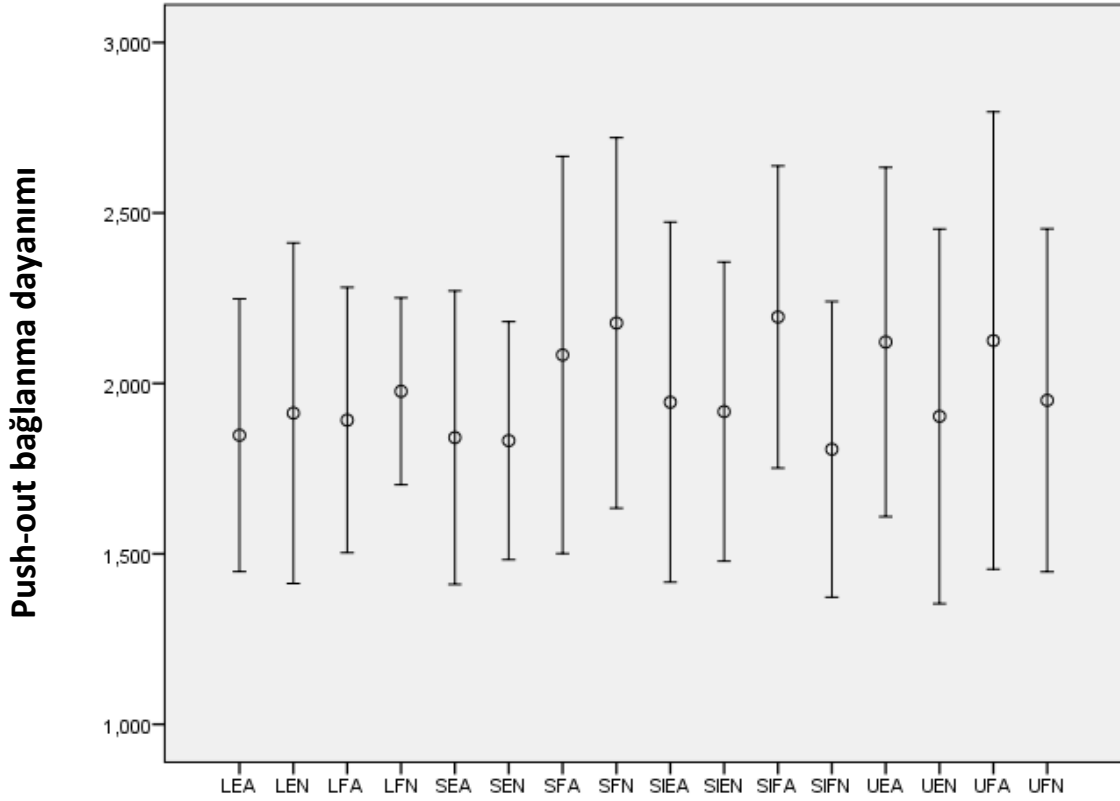
4.1. Push-out Bağlanma Dayanımı Test Sonuğları

Elde edilen push-out bağlanma dayanımı sonuğları MPa cinsinden hesaplanmış olup, ortalama ve standart sapma değerleri Şekil 4.1 ve Tablo 4.1'de verildiği gibidir.

İstatistik sonuğlarından elde edilen verilere göre; irrigasyon yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p=0.296$). Aynı zamanda, kanal dolgu patları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0.102$). Ancak, irrigasyon solüsyonları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$).

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, irrigasyon solüsyonlarına göre push-out bağlanma dayanımının, fitik asit (2.026 MPa) > EDTA (1.915 MPa) Şeklinde olduğunu gorulmektedir.

Alt grupların karşılaştırılması sırasında, fitik asidin standart irrigasyon ile son yıkama solüsyonu olarak kullanıldığı ve AH Plus patının kullanıldığı grupta, en yüksek push-out bağlanma dayanımı gözlendi (2.19 MPa). En düsük sonucu ise, fitik asidin standart irrigasyon ile son yıkama solüsyonu olarak kullanıldığı ve NeoMTA Plus patının kullanıldığı grup gösterdi (1.80 MPa).



Şekil 4.1. Grupların bağlanma dayanımı değerleri (MPa).

(LEA: Lazer + EDTA + AH Plus, LEN: Lazer + EDTA + NeoMTA Plus, LFA: Lazer + Fitik asit + AH Plus, LFN: Lazer + Fitik asit + NeoMTA Plus, SEA: Sonik + EDTA + AH Plus, SEN: Sonik + EDTA + NeoMTA Plus, SFA: Sonik + Fitik asit + AH Plus, SFN: Sonik + Fitik asit + NeoMTA Plus, SIEA: Standart irrigasyon + EDTA + AH Plus, SIEN: Standart irrigasyon + EDTA + NeoMTA Plus, SIFA: Standart irrigasyon + Fitik asit + AH Plus, SIFN: Standart irrigasyon + Fitik asit + NeoMTA Plus, UEA: Ultrasonik + EDTA + AH Plus, UEN: Ultrasonik + EDTA + NeoMTA Plus, UFA: Ultrasonik + Fitik asit + AH Plus, UFN: Ultrasonik + Fitik asit + NeoMTA Plus).

Tablo 4.1. Grupların ortalama bağlanma dayanımı (MPa) ve standart sapma değerleri.

	EDTA		FİTİK ASİT	
	AH PLUS	NeoMTA PLUS	AH PLUS	NeoMTA PLUS
LAZER	1.84 ± 0.4	1.91 ± 0.5	1.89 ± 0.4	1.97 ± 0.3
SONİK	1.84 ± 0.4	1.83 ± 0.3	2.08 ± 0.6	2.17 ± 0.5
ULTRASONİK	2.12 ± 0.5	1.90 ± 0.5	2.12 ± 0.7	1.95 ± 0.5
STANDART	1.94 ± 0.5	1.91 ± 0.4	2.19 ± 0.4	1.8 ± 0.4

4.2. Kırık Tiplerinin Değerlendirilmesi

Test sonrasında örnekler kırılma tipini değerlendirmek için x40 büyütme altında ışık mikroskopunda incelendi. Kırık tiplerine ait dağılım Tablo 4.2’de verilmiştir. Kırıkların büyük oranda pat-kor materyali arasında meydana gelen adeziv kırıklar olduğu görüldü. Koheziv ve karma kırık tiplerine ise daha az oranda rastlandı.

Kırık tiplerinin dağılımı incelendiğinde, adeziv kırıkların kullanılan irrigasyon solüsyonu ve irrigasyon aktivasyon yöntemlerinden bağımsız her iki pat (AH Plus, NeoMTA Plus) grubunda da baskın olduğu görülmüştür.

Tablo 4.2. Kırık tiplerinin gruplara göre dağılımı.

Gruplar	Adeziv	Koheziv	Karma
Lazer + EDTA + AH Plus	27	0	1
Lazer + EDTA + NeoMTA Plus	27	2	1
Lazer + Fitik Asit + AH Plus	17	2	6
Lazer + Fitik Asit + NeoMTA Plus	26	1	3
Sonik + EDTA + AH Plus	16	7	0
Sonik + EDTA + NeoMTA Plus	23	5	2
Sonik + Fitik Asit + AH Plus	20	2	7
Sonik + Fitik Asit + NeoMTA Plus	27	0	2
Standart irrigasyon+ EDTA + AH Plus	22	3	5
Standart irrigasyon+ EDTA + NeoMTA Plus	27	2	3
Standart irrigasyon+ Fitik Asit + AH Plus	20	5	2
Standart irrigasyon+ Fitik Asit + NeoMTA Plus	21	2	7
Ultrasonik + EDTA + AH Plus	21	0	6
Ultrasonik + EDTA + NeoMTA Plus	22	1	7
Ultrasonik + Fitik Asit + AH Plus	20	1	9
Ultrasonik + Fitik Asit + NeoMTA Plus	23	0	6

5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavilerinin başarısı, kök kanal sisteminin etkin debridmanı, dezenfeksiyonu ve üç boyutlu sızdırmaz doldurulmasına bağlıdır (76). Kök kanal sisteminin dezenfeksiyonunda etkili irrigasyon oldukça önemlidir. İdeal bir endodontik irrigasyon solüsyonundan dentin debrisini uzaklaştırması, kanal içinde kayganlık sağlaması, organik ve inorganik dokuyu çözmesi, kanal duvarlarına penetre olabilmesi, antibakteriyel olması, çevre vital dokulara zarar vermemesi, sitotoksik olmaması, diş yapısına zarar vermemesi beklenmektedir (66). Ancak tüm bu özellikleri bünyesinde barındıran bir solüsyon henüz bulunmamaktadır (116). Bu nedenle kök kanal sisteminin irrigasyonunda solüsyonların uygun kombinasyonlarla kullanımı önerilmektedir (35).

NaOCl oldukça başarılı bir antimikrobiyal ve protolitik ajan olması sebebiyle endodontide en sık kullanılan irrigasyon solüsyonudur (39). Ancak inorganik dokuları uzaklaştıramamaktadır. Bu sebeple literatürde, NaOCl'nin EDTA ile kombine kullanımı önerilmektedir (35). EDTA dentin yapısında bulunan Ca iyonlarına şelasyon yaparak inorganik yapının uzaklaştırılmasını sağlamaktadır (49). Böylece mekanik enstrümantasyon sırasında oluşan smear tabakası uzaklaştırılmakta, dentin tübülleri açığa çıkmakta ve kullanılan materyallerin dentin tübüllerine penetre olabilmesine olanak sağlanmaktadır (3). Ancak düşük konsantrasyonlarda daha az olmakla birlikte, EDTA'nın sitotoksik bir materyal olduğu yapılan in-vitro çalışmalarda gösterilmiştir (12, 59). Tedavi esnasında kök ucundan çıkması çevre kemik doku üzerinde yıkıma sebep olabilmekte ve Ca, Mg gibi metal iyonlarının katalizörlüğünde gerçekleşen birçok fizyolojik reaksiyon üzerinde olumsuz rol oynayabilmektedir (60, 61). EDTA, periapikal sahaya taşırıldığında makrofajların fagositoz yetenekleri üzerinde olumsuz etki yaratarak, apikal enflamatuvar cevabı negatif etkileyebilmektedir (60-62). EDTA'nın bu olumsuz özellikleri göz önünde bulundurularak alternatif bir şelasyon ajanı arayışı başlamıştır.

Bu çalışmada EDTA'ya alternatif olarak test ettiğimiz irrigasyon solüsyonu olan fitik asit, birçok hücresel fonksiyona sahip bir madde olup, bitkilerin tohum ve kepeklerinde bulunan fosforun depo formudur (63). Negatif yüklü olan fitik asit,

kalsiyum, magnezyum, demir gibi pozitif yüklü iyonlara şelasyon yapabilmektedir (65).

Fitik asit, demir iyonuna şelasyon yaparak, demir iyonuna bağımlı birçok reaksiyonu engellemekte ve böylece hidroksil radikallerinin oluşumuna engel olmaktadır. Hidroksil radikallerinin oluşumunu engellediğinden antioksidan özelliğe sahip olan fitik asit, gıdaları otooksidasyon ve hidroliz reaksiyonlarından korumaktadır. Bu özelliği sayesinde gıdaların raf ömrünü arttırdığından gıda sektöründe de kullanılmaktadır. Metal iyonlarına şelasyon yapabilme özelliğinden, gıda sektöründe içeceklerden demirin uzaklaştırılması, bazı sebzelerin kolay ve etkili pişirilmesi, köpürmenin engellenmesi gibi amaçlarla yararlanılırken, medikal alanda da bu özellikten metal zehirlenmelerinin tedavisinde yararlanılabileceği ön görülmektedir. Yine kalsiyum iyonuna şelasyon yapma özelliğinden bazı hastalıklarda kalsiyum depolarının korunması, çözünmesinin engellenmesi amaçlarıyla da yararlanılmaktadır. Karyostatik özelliği olan fitik asit diş hekimliğinde, ağız çalkalama solüsyonlarının, dental simanların ve diş temizliğinde kullanılan bazı ajanların içeriğinde de yer almaktadır (65).

Fitik asit sahip olduğu özellikler göz önünde bulundurularak, son yıllarda endodontide irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmaya başlanmıştır. Henüz çok sayıda olmamakla birlikte literatürde fitik asidin endodontik irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (12, 116, 117). Bu çalışmalardan birinde, fitik asit ve EDTA karşılaştırılmışı, fitik asit ile yıkanan kanalların daha etkin temizlendiği, dentin tübüllerinin daha fazla açıldığı ve fitik asidin, periapikal kemik iyileşmesinde rol oynayan MC3T3-E1 odontoblast hücreleri üzerinde daha biyouyumlu olduğu gösterilmiştir (12). %1'lik konsantrasyonda kullanılan fitik asidin, smear tabakayı etkin biçimde uzaklaştırdığı, hücreler üzerinde biyouyumlu olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (12, 118). Bizim çalışmamızda da mevcut verilere dayanarak %1'lik fitik asit tercih edilmiştir.

Irrigasyon solüsyonları; mikrosertliğin azalması, yüzey düzensizliklerinin artması, erozyon oluşumu gibi dentinin kimyasal yapısında değişikliklere sebep olabilmektedir (119). Yapılan bir in-vitro çalışmada, EDTA ile yıkanan kök

kanallarında, fitik asit ile yıkananlara göre daha fazla Ca kaybı olduğu görülmüştür. Bu durum, EDTA ile yıkanan kök kanallarında fitik aside göre, erozyonun daha fazla olmasının ve mikrosertliğin azalmasının sebebidir (120).

İrrigasyon solüsyonlarının kök kanal sisteminde etkili dezenfeksiyonu sağlaması için kanal duvarlarıyla direkt temasının sağlanması gerekmektedir. En sık tercih edilen enjektör ile irrigasyonda, solüsyon iğnenin ucundan daha fazla uzağa ulaşamamaktadır (16). Dolayısıyla standart irrigasyonda, kök kanal sisteminin apikaline ulaşmak zor olduğundan, o bölgede etkin dezenfeksiyon sağlanamamaktadır. Tüm bunlar göz önünde bulundurularak, irrigasyonun aktive edilmesi önerilmektedir (8). İrrigasyon solüsyonlarının pasif ultrasonik aktivasyonu ve sonik aktivasyonu literatürde sıkça tercih edilen yöntemlerdir (8, 71, 121, 122). Lazerlerin dental alanda kullanımının yaygınlaşmasıyla, irrigasyonun lazerle aktivasyonu da son zamanlarda başvurulan yöntemlerden biri olmuştur (67, 85, 123). Bu veriler ışığında, çalışmamızda standart irrigasyonun yanı sıra pasif ultrasonik, sonik ve lazer ile aktive edilmiş irrigasyon kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalarda sonik ve ultrasonik aktivasyonun etkin olabilmesi için aktivasyonun süresinin en az 30 saniye olması önerilmiştir (124, 125). Literatürde daha fazla süre öneren çalışmalar bulunmakla birlikte (126, 127), pasif ultrasonik irrigasyonda sürenin uzaması irrigasyon ucunun merkezde kalmasını zorlaştırarak ucun kanal duvarlarına temasına neden olabilmektedir. Eğer kullanılan uç, kanal duvarları ile temas ederse solüsyonu aktive eden ultrasonik etki azalmaktadır (128). Yapılan bir in-vitro çalışmada irrigasyon solüsyonlarının temizleme etkinliklerini kaybetmemeleri için 30 saniyede bir tazelenerek kullanıldığı 1 dakikalık aktivasyon süresinin etkinliği gösterilmiştir (16). Bu bilgiler ışığında, çalışmamızda solüsyonların 1 dakikalık aktivasyon ile kullanılmaları tercih edilmiş ve her 30 saniyede irrigasyon solüsyonu tazelenmiştir.

Literatürde irrigasyon aktivasyonunun, irrigasyon solüsyonunun kanalın tüm alanlarına ulaşması, smear tabakanın etkili biçimde uzaklaştırılması ve kullanılacak kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetrasyonu üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir (129). Moon ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada, kanal dolgu

patlarının dentin tübüllerine penetre olmasının, smear tabakanın uzaklaştırılmış olduğunun bir göstergesi olduğu ve bu durumun kanal dolgusunun retansiyonunu arttıran bir faktör olabileceği sonucuna varılmıştır (123). Yapılan in-vitro bir çalışmada, kanal dolgu patının bağlanma dayanımının korondan apikale doğru azalan değerler sergilediği gösterilmiştir ve bu durumun sebebinin apikale doğru tübül yoğunluğu ve çapının azalması olabileceği söylenmektedir (129). Irrigasyonun aktivasyonunun smear tabakanın daha etkin uzaklaştırılmasını, patların dentin tübüllerine daha iyi penetre olmasını sağladığını gösteren çalışmaların aksine bu parametreler açısından standart irrigasyon ile herhangi bir fark olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (121, 130, 131).

Çalışmamızda epoksi rezin esaslı kanal dolgu patı olan AH Plus ve kalsiyum silikat esaslı patların yeni bir üyesi olan NeoMTA Plus kullanılmıştır. Oldukça yaygın kullanıma sahip olan AH Plus, fiziko-kimyasal özellikleri iyi olan ve kök kanal sistemine iyi adapte olabilen bir kanal dolgu patı olduğu için, birçok özellik bakımından diğer kanal dolgu patları ile karşılaştırma yapılan çalışmalarda tercih edilmektedir (132). NeoMTA Plus, küçük partikül boyutuna sahip toz ile su bazlı likitin üretici firma önerileri doğrultusunda farklı oranlarda karıştırılmasıyla, hem siman hem de pat olarak kullanılabilen kalsiyum silikat esaslı bir materyaldir (94). Kanal dolgu patı olarak kullanılmak istendiğinde toz:likit oranı 1:1 olarak seçilmekte ve sertleşme süresi 5 saate kadar ulaşabilmektedir (93).

Bu çalışmada kullanılan materyallerin dentine bağlanma dayanımının incelenmesinde push-out bağlanma dayanımı testi tercih edilmiştir. Literatüre bakıldığında; bu test yönteminin, kanal dolgu materyallerinin dentine bağlanmasını inceleyen çalışmalarda sıklıkla tercih edildiği görülmektedir (88, 114, 133). Bu test esnasında oluşan kırıklar tıpkı klinikteki gibi, dentin-bağlanma ara yüzüne paralel meydana gelmektedir. Bu sebeple, bu testin klinik koşulları en iyi yansıtan test olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu test için örneklerin hazırlanması, diğer bağlanma dayanımı testlerine nispeten kolay olup, örnek kaybı sık yaşanmamaktadır. Düşük bağlanma dayanımı değerlerini ölçmede güvenilir olduğu düşünülmektedir (113).

Push-out testinin uygulanacağı dentin örneklerinin kalınlıkları hususunda literatürde farklılıklar mevcuttur. Nagaş ve arkadaşlarının yaptığı bir push-out çalışmasında, 2 mm kalınlıkta kesitler kullanılmıştır (134). Yapılan bir başka push-out çalışmasında ise 4 mm kalınlıkta kesitler tercih edilmiştir (135). Push-out testlerinde kullanılan kalınlık arttıkça test esnasında oluşan sürtünmeye bağlı olarak bağlanma dayanımı değerlerinde bir artış olabilmektedir. İnce kesitlerin tercih edilmesi ile hem bağlanma alanının hesaplanması kolaylaşmakta hem de sürtünme yüzeyi azalmaktadır (136). Bu bilgiler ışığında, çalışmamızda 1 mm kalınlıkta dentin kesitleri ile push-out testi yapılmıştır.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin epoksi rezin esaslı AH Plus ve kalsiyum silikat esaslı NeoMTA Plus patlarının push-out bağlanma dayanımları üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Bunun sebebinin çalışmanın, dişin koronal kısmından alınan kesitlerle yapılması olabileceği düşünülmektedir. İrrigasyon yöntemlerinin dişin koronal kısmında smear tabakanın uzaklaştırılmasında daha etkili olduğu Ekim ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da gösterilmiştir (72). Smear tabakanın uzaklaşması ile dentin tübülleri açığa çıkmakta ve kullanılan kanal dolgu patları daha iyi penetre olabilmektedir (129). Moon ve arkadaşlarına göre, patların dentin tübüllerine penetrasyonunun, kanal dolgusunun retansiyonunu arttırabilen bir faktör olabileceği düşünülmektedir (123). Yapılan bir başka çalışmada smear tabaka varlığının epoksi rezin ve kalsiyum silikat esaslı kanal dolgu patlarının dentine adezyonunu engellediği sonucuna varılmıştır (5). Çalışmamızda tüm örneklerde standart lümen genişliği elde etmek için drill ile genişletme yapılmış olmasından dolayı, irrigasyon solüsyonlarının standart irrigasyon esnasında da çok rahat şekilde kanal duvarlarıyla direkt temasının sağlanmış olabileceği ve smear tabakanın etkin biçimde uzaklaştırılabildiği düşünülmektedir. Böylece irrigasyon solüsyonlarının kanal duvarlarına direkt temasını sağlayarak daha etkin temizliğe olanak tanıyan irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin, bu bölge ve durum için standart irrigasyona üstünlüğünün kalmadığı, elde edilen sonucun da buna bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, push-out bağlanma dayanımı açısından, NeoMTA Plus ve AH Plus kanal dolgu patının kullanıldığı gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Literatürde AH Plus ile NeoMTA Plus'ın herhangi bir parametrede karşılaştırıldığı bir çalışma henüz bulunmamaktadır ancak AH Plus ve kalsiyum silikat esaslı kanal dolgu patlarını karşılaştıran birçok çalışma olduğu görülmektedir (132, 137). AH Plus'ın kalsiyum silikat esaslı patların öncüsü olan MTA Fillapex (Angelus, Londrina, PR, Brazil) ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, iki materyalin fiziko-kimyasal özelliklerinin birbirine benzediği, MTA Fillapex'in daha sitotoksik olduğu sonucuna varılmıştır (138). NeoMTA Plus, Biodentine ve ProRoot MTA'nın push-out bağlanma dayanımı açısından karşılaştırıldığı bir çalışmada, NeoMTA Plus diğer gruplardan daha başarılı bulunmuştur (139). Bu çalışmada iki materyalin push-out bağlanma dayanımı açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamasının sebebinin, AH Plus'ın fiziko-kimyasal özellikleri bakımından NeoMTA Plus gibi kalsiyum silikat esaslı materyallere benzer özellikler taşıması olabileceği düşünülmektedir. Literatürde AH Plus ve NeoMTA Plus'ın push-out bağlanma dayanımlarını karşılaştıran bir çalışma mevcut değildir. Ancak AH Plus ile kalsiyum silikat esaslı materyaller arasında push-out bağlanma dayanımı açısından fark bulan çalışmalar düşünüldüğünde, bulduğumuz bu sonucun çalışma metodolojisi ve karşılaştırılan materyallerin fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği öngörülmektedir.

Çalışmamızın sonucunda elde edilen verilere göre kullandığımız irrigasyon solüsyonlarının, AH Plus ve NeoMTA Plus kanal dolgu patlarının push-out bağlanma dayanımı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Fitik asidin son yıkama solüsyonu olarak kullanıldığı grupların push-out bağlanma dayanımı, EDTA'nın son yıkama solüsyonu olarak kullanıldığı gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Literatürde EDTA ve fitik asidin kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımı üzerine etkisini karşılaştıran bir çalışma henüz bulunmamaktadır. Nassar ve arkadaşlarının yaptığı bir in-vitro çalışmanın sonuçlarına göre, %1'lik fitik asit aynı uygulama süresinde %17'lik EDTA'ya göre dentin tübüllerini daha fazla açığa çıkarmış ve daha temiz yüzeyler oluşturmuştur (12). Çalışmamızda elde ettiğimiz bu

sonucun, tıpkı Nassar ve arkadaşlarının çalışmasında olduğu gibi fitik asidin, smear tabakayı EDTA'ya oranla daha etkili bir şekilde uzaklaştırması, buna bağlı olarak daha fazla dentin tübülünün açığa çıkması sonucunda kullanılan kanal dolgu patlarının penetrasyonunun artmasına bağlı olabileceği düşünülmektedir. EDTA ve fitik asidin dentinin kimyasal yapısında farklı oranlarda değişiklik meydana getirdiği yapılan bir in-vitro çalışmada gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, EDTA kök dentininden daha fazla Ca iyonunu uzaklaştırarak, fitik asite oranla mikrosertliği daha fazla düşürmekte ve daha fazla erozyona sebep olmaktadır (120). Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada kullandığımız iki farklı irrigasyon solüsyonunun dentinin kimyasal yapısında farklı oranlarda değişiklik meydana getirmesinin de bağlanma dayanımı değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunması üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Işık mikroskobu altında push-out testi uygulanan kesitlerdeki kırık tiplerine bakıldığında, herhangi bir parametreden bağımsız, büyük oranda pat-kor materyali arasında gerçekleşen adeziv kırıklar olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar Tuncel ve arkadaşlarının yaptığı çalışma ile benzerlik sergilemektedir (5). Kırıkların pat-kor materyali arasında gerçekleşmiş olması, her iki grup patın da dentine adezyonunun, kor materyaline adezyonundan daha iyi olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, kırıkların büyük çoğunluğunun adeziv olması ise uyguladığımız testin doğru seçim olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada kullanılan dişler, 18-65 yaş arasındaki bireylerden elde edilmiştir. Yaş, dentinin yapısında değişikliklere sebep olan bir faktör olması sebebiyle çalışma sonuçlarını etkileyebilecek bir durumdur. Bunun yanı sıra, dişlerin termal streslere maruz kaldığı düşünüldüğünde, ileride yapılacak çalışmalarda termosiklus kullanımı önerilebilir. EDTA'ya alternatif olarak çalışmamızda tercih ettiğimiz fitik asidin kök kanal tedavilerinde kullanımı ile ilgili daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır. Irrigasyon yöntemlerinin epoksi rezin ve kalsiyum silikat esaslı patların push-out bağlanma dayanımı üzerine etkisinin dişin tüm bölgelerinde değerlendirildiği çalışmalar yapılabilir. Yeni ve umut vadeden bir materyal olan

NeoMTA Plus'ın kanal dolgu patı olarak kullanıldığı farklı çalışmalar yapılarak hakkında daha fazla bilgi edinilmesi sağlanabilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; fitik asit, EDTA'ya alternatif bir irrigasyon ajanı olarak önerilebilir. Ancak fitik asit ile ilgili daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

2. Çalışmamamızın sonuçlarına göre; sonik, ultrasonik ve lazer ile aktive edilen irrigasyonun kanal dolgu patlarının bağlanması üzerinde birbirlerine ve standart irrigasyona bir üstünlüğü görülmemiştir.

3. AH Plus ve NeoMTA Plus arasında bu çalışmanın sonuçlarına göre; bağlanma dayanımı açısından bir fark bulunamamıştır. NeoMTA Plus hakkında daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKÇA

1. Gaddala N, Veeramachineni C, Tummala M. Effect of peracetic acid as a final rinse on push out bond strength of root canal sealers to root dentin. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2015;9(5):ZC75.
2. Gettleman BH, Messer HH, ElDeeb ME. Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *Journal of Endodontics*. 1991;17(1):15-20.
3. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2002;94(6):658-66.
4. Şen B, Wesselink P, Türkün M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *International Endodontic Journal*. 1995;28(3):141-8.
5. 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 research*. 2015;29(1):1-6.
6. Takeda F, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. *International Endodontic Journal*. 1999;32(1):32-9.
7. Teixeira C, Felipe M, Felipe W. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *International endodontic journal*. 2005;38(5):285-90.
8. Blank-Gonçalves LM, Nabeshima CK, Martins GHR, de Lima Machado ME. Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. *Journal of endodontics*. 2011;37(9):1268-
9. Urban K, Donnermeyer D, Schäfer E, Bürklein S. Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. *Clinical Oral Investigations*. 2017:1-7.
10. Hashem AAR, Ghoneim AG, Lutfy RA, Fouda MY. The effect of different irrigating solutions on bond strength of two root canal–filling systems. *Journal of Endodontics*. 2009;35(4):537-40.
11. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International Endodontic Journal*. 2003;36(12):810-30.
12. Nassar M, Hiraishi N, Tamura Y, Otsuki M, Aoki K, Tagami J. Phytic Acid: An Alternative Root Canal Chelating Agent. *Journal of Endodontics*. 2015;41(2):242-7.
13. Ravikumar J, Bhavana V, Thatimatla C, Gajjarapu S, Reddy SGK, Reddy BR. The effect of four different irrigating solutions on the shear bond strength of

- endodontic sealer to dentin-An In-vitro study. *Journal of International Oral Health*. 2014;6(1):85.
14. Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: biological perspectives and clinical applications. *Dental materials*. 2015;31(4):351-70.
 15. Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez R, Ortolani-Seltenerich P, Lozano A, Forner L, et al. Biocompatibility of three new calcium silicate-based endodontic sealers on human periodontal ligament stem cells. *International Endodontic Journal*. 2016.
 16. Saber SE-D, Hashem AAR. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. *Journal of Endodontics*. 2011;37(9):1272-5.
 17. Tjäderhane L, Carrilho MR, Breschi L, Tay FR, Pashley DH. Dentin basic structure and composition—an overview. *Endodontic Topics*. 2009;20(1):3-29.
 18. Goldberg M, Kulkarni AB, Young M, Boskey A. Dentin: Structure, Composition and Mineralization: The role of dentin ECM in dentin formation and mineralization. *Frontiers in bioscience (Elite edition)*. 2011;3:711.
 19. Fisher LW, Termine JD. Noncollagenous proteins influencing the local mechanisms of calcification. *Clinical orthopaedics and related research*. 1985;200:362.
 20. Butler WT, Ritchie HH, Bronckers AL, editors. *Extracellular matrix proteins of dentine*. Ciba Foundation Symposium 205-Dental Enamel; 1997: Wiley Online Library.
 21. Pashley DH, Pashley EL, Carvalho RM, Tay FR. The effects of dentin permeability on restorative dentistry. *Dental Clinics*. 2002;46(2):211-45.
 22. Ryou H, Romberg E, Pashley DH, Tay FR, Arola D. Importance of age on the dynamic mechanical behavior of intertubular and peritubular dentin. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2015;42:229-42.
 23. Sakaguchi R, Powers J. *Craig's restorative dental materials*. 2012.
 24. Arola DD, Reprogel RK. Tubule orientation and the fatigue strength of human dentin. *Biomaterials*. 2006;27(9):2131-40.
 25. Özok A, Wu M-K, Ten Cate J, Wesselink P. Effect of dentinal fluid composition on dentin demineralization in vitro. *Journal of dental research*. 2004;83(11):849-53.
 26. Bartold P. Dentinal hypersensitivity: a review. *Australian dental journal*. 2006;51(3):212-8.
 27. Torabinejad M, Walton RE, Fouad A. *Endodontics-e-book: Principles and practice*: Elsevier Health Sciences; 2014.
 28. Violich D, Chandler N. The smear layer in endodontics—a review. *International Endodontic Journal*. 2010;43(1):2-15.

29. Pashley D, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1981;46(5):531-7.
30. Drake DR, Wiemann AH, Rivera EM, Walton RE. Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. *Journal of Endodontics*. 1994;20(2):78-82.
31. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *Journal of Endodontics*. 1984;10(10):477-83.
32. Meryon S, Brook A. Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *International Endodontic Journal*. 1990;23(4):196-202.
33. White RR, Goldman M, Lin PS. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *Journal of Endodontics*. 1984;10(12):558-62.
34. Turkel E, Onay EO, Ungor M. Comparison of Three Final Irrigation Activation Techniques: Effects on Canal Cleanness, Smear Layer Removal, and Dentinal Tubule Penetration of Two Root Canal Sealers. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2017.
35. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dental Clinics of North America*. 2010;54(2):291-312.
36. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *British dental journal*. 2014;216(6):299-303.
37. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic topics*. 2012;27(1):74-102.
38. Kandaswamy D, Venkateshababu N. Root canal irrigants. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2010;13(4):256.
39. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *International dental journal*. 2008;58(6):329-41.
40. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian dental journal*. 2002;13(2):113-7.
41. Moorer W, Wesselink P. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *International Endodontic Journal*. 1982;15(4):187-96.
42. Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *Journal of Endodontics*. 2005;31(9):669-71.
43. Dumitriu D, Dobre T. Effects of temperature and hypochlorite concentration on the rate of collagen dissolution. *Journal of endodontics*. 2015;41(6):903-6.

44. Marending M, Luder H, Brunner T, Knecht S, Stark WJ, Zehnder M. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine—mechanical, chemical and structural evaluation. *International endodontic journal*. 2007;40(10):786-93.
45. Pascon FM, Kantovitz KR, Sacramento PA, Nobre-dos-Santos M, Puppin-Rontani RM. Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review. *Journal of dentistry*. 2009;37(12):903-8.
46. Zehnder M. Root canal irrigants. *Journal of endodontics*. 2006;32(5):389-98.
47. Doumani M, Habib A, Doumani A, Kinan M. A Review: The Applications of EDTA in Endodontics (Part I).
48. O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *Journal of Endodontics*. 2000;26(12):739-
49. De-Deus G, Paciornik S, Mauricio M. Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. *International Endodontic Journal*. 2006;39(5):401-7.
50. Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Effect of EDTA and citric acid solutions on the microhardness and the roughness of human root canal dentin. *Journal of endodontics*. 2005;31(2):107-10.
51. Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD, Savioli RN, Silva RG, Vansan LP, Pécora JD. Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin. *Journal of endodontics*. 2011;37(3):358-62.
52. Hu X, Ling J, Gao Y. Effects of irrigation solutions on dentin wettability and roughness. *Journal of endodontics*. 2010;36(6):1064-7.
53. Kuah H-G, Lui J-N, Tseng PS, Chen N-N. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer. *Journal of Endodontics*. 2009;35(3):393-6.
54. Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *Journal of endodontics*. 2002;28(1):17-9.
55. 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. *Journal of endodontics*. 1983;9(4):137-42.
56. Goldberg F, Spielberg C. The effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1982;53(1):74-7.
57. Byström A, Sunqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International endodontic journal*. 1985;18(1):35-40.
58. Patterson SS. In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1963;16(1):83-103.

59. Koulaouzidou EA, Margelos J, Beltes P, Kortsaris AH. Cytotoxic effects of different concentrations of neutral and alkaline EDTA solutions used as root canal irrigants. *Journal of endodontics*. 1999;25(1):21-3.
60. Sousa SMGd, Bramante CM, Taga EM. Biocompatibility of EDTA, EGTA and citric acid. *Brazilian dental journal*. 2005;16(1):3-8.
61. Segura JJ, Calvo JR, Guerrero JM, Sampedro C, Jimenez A, Llamas R. The disodium salt of EDTA inhibits the binding of vasoactive intestinal peptide to macrophage membranes: endodontic implications. *Journal of endodontics*. 1996;22(7):337-40.
62. Segura J, Calvo J, Guerrero J, Jimenez-Planas A, Sampedro C, Llamas R. EDTA inhibits in vitro substrate adherence capacity of macrophages: endodontic implications. *Journal of endodontics*. 1997;23(4):205-8.
63. Raboy V. myo-Inositol-1, 2, 3, 4, 5, 6-hexakisphosphate. *Phytochemistry*. 2003;64(6):1033-43.
64. Szwergold BS, Graham RA, Brown TR. Observation of inositol pentakis-and hexakis-phosphates in mammalian tissues by ³¹P NMR. *Biochemical and biophysical research communications*. 1987;149(3):874-81.
65. Graf E. Applications of phytic acid. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1983;60(11):1861-7.
66. Nikhil V, Jaiswal S, Bansal P, Arora R, Raj S, Malhotra P. Effect of phytic acid, ethylenediaminetetraacetic acid, and chitosan solutions on microhardness of the human radicular dentin. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2016;19(2):179.
67. Eymirli A, Nagas E, Uyanik MO, Cehreli ZC. Effect of Laser-Activated Irrigation with Ethylene Diaminetetraacetic Acid and Phytic Acid on the Removal of Calcium Hydroxide and Triple Antibiotic Paste from Root Dentin. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2016.
68. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Heilborn C, Cohenca N. Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study. *Journal of Endodontics*. 2009;35(6):891-5.
69. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1977;44(2):306-12.
70. Boutsoukis C, Kastrinakis E, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Sluis L. Formation and removal of apical vapor lock during syringe irrigation: a combined experimental and Computational Fluid Dynamics approach. *International endodontic journal*. 2014;47(2):191-201.
71. Gu L-s, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of Endodontics*. 2009;35(6):791-804.

72. Akyuz Ekim SN, Erdemir A. Comparison of different irrigation activation techniques on smear layer removal: an in vitro study. *Microscopy research and technique*. 2015;78(3):230-9.
73. Nair P, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 2005;99(2):231-52.
74. Al-Hadlaq SM, Al-Turaiki SA, Al-Sulami U, Saad AY. Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *Journal of endodontics*. 2006;32(12):1181-4.
75. Susin L, Liu Y, Yoon J, Parente J, Loushine R, Ricucci D, et al. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *International endodontic journal*. 2010;43(12):1077-90.
76. Hargreaves KM, Berman LH. *Cohen's pathways of the pulp*: Elsevier Health Sciences; 2015.
77. Van der Sluis L, Versluis M, Wu M, Wesselink P. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal*. 2007;40(6):415-26.
78. Van der Sluis L, Gambarini G, Wu M, Wesselink P. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*. 2006;39(6):472-6.
79. Ahmad M, Ford TRP, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *Journal of Endodontics*. 1987;13(3):93-101.
80. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *Journal of endodontics*. 2009;35(4):545-9.
81. Al-Jadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M. Acoustic hypochlorite activation in simulated curved canals. *Journal of endodontics*. 2009;35(10):1408-11.
82. Gross AJ, Herrmann TR. History of lasers. *World journal of urology*. 2007;25(3):217-
83. George R. Laser in dentistry-Review. *International Journal of Dental Clinics*. 2009;1(1).
84. Pick RM. Using Lasers in Clinical Denial Practice. *The Journal of the American Dental Association*. 1993;124(2):37-47.
85. De Groot S, Verhaagen B, Versluis M, Wu MK, Wesselink P, Van Der Sluis L. Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization. *International endodontic journal*. 2009;42(12):1077-83.

86. Blanken J, De Moor RJG, Meire M, Verdaasdonk R. Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 1: a visualization study. *Lasers in surgery and medicine*. 2009;41(7):514-9.
87. Grossman LLI, Oliet S, Del Rio CE. *Endodontic practice*: Lea & Febiger; 1988.
88. Sagsen B, Ustün Y, Demirbuga S, Pala K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *International endodontic journal*. 2011;44(12):1088-91.
89. Zmener O, Spielberg C, Lamberghini F, Rucci M. Sealing properties of a new epoxy resin-based root-canal sealer. *International Endodontic Journal*. 1997;30(5):332-4.
90. Leonardo M, Silva Ld, Almeida W, Utrilla L. Tissue response to an epoxy resin-based root canal sealer. *Dental Traumatology*. 1999;15(1):28-32.
91. Leyhausen G, Heil J, Reifferscheid G, Waldmann P, Geurtsen W. Genotoxicity and cytotoxicity of the epoxy resin-based root canal sealer AH plus. *Journal of endodontics*. 1999;25(2):109-13.
92. Nunes VH, Silva RG, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT. Adhesion of Epiphany and AH Plus sealers to human root dentin treated with different solutions. *Brazilian dental journal*. 2008;19(1):46-50.
93. Parirokh M, Torabinejad M, Dummer P. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: An updated overview-Part I: Vital pulp therapy. *International endodontic journal*. 2017.
94. Siboni F, Taddei P, Prati C, Gandolfi M. Properties of NeoMTA Plus and MTA Plus cements for endodontics. *International endodontic journal*. 2017.
95. Soheilipour E, Kheirieh S, Madani M, Baghban AA, Asgary S. Particle size of a new endodontic cement compared to Root MTA and calcium hydroxide. *Iranian endodontic journal*. 2009;4(3):112.
96. Tomás-Catalá CJ, Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Forner L, Llena C, et al. Biocompatibility of New Pulp-capping Materials NeoMTA Plus, MTA Repair HP, and Biodentine on Human Dental Pulp Stem Cells. *Journal of endodontics*. 2018;44(1):126-32.
97. McMichael GE, Primus CM, Opperman LA. Dentinal tubule penetration of tricalcium silicate sealers. *Journal of endodontics*. 2016;42(4):632-6.
98. Brayton SM, Davis SR, Goldman M. Gutta-percha root canal fillings: An in vitro analysis. Part I. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1973;35(2):226-31.
99. Dummer P, Lyle L, Rawle J, Kennedy J. A laboratory study of root fillings in teeth obturated by lateral condensation of gutta-percha or Thermafil obturators. *International Endodontic Journal*. 1994;27(1):32-8.
100. Lea CS, Apicella MJ, Mines P, Yancich PP, Parker MH. Comparison of the obturation density of cold lateral compaction versus warm vertical

- compaction using the continuous wave of condensation technique. *Journal of endodontics*. 2005;31(1):37-9.
101. Weller RN, Kimbrough WF, Anderson RW. A comparison of thermoplastic obturation techniques: adaptation to the canal walls. *Journal of endodontics*. 1997;23(11):703-6.
 102. Shenoi PR, Makade CS, Kubde R, Badole GP, Patil VD, Dhande VM. Comparative evaluation of different techniques used to obturate experimental internal resorptive defects—An In Vitro Study. *ENDODONTOLOGY*. 2014;26(2).
 103. Torabinejad M, Skobe Z, Trombly PL, Krakow AA, Grøn P, Marlin J. Scanning electron microscopic study of root canal obturation using thermoplasticized gutta-percha. *Journal of endodontics*. 1978;4(8):245-50.
 104. Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system—the promise and the problems: a review. *Journal of Endodontics*. 2006;32(12):1125-34.
 105. Schwartz RS, Fransman R. Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: a review. *Journal of Endodontics*. 2005;31(3):151-65.
 106. Yoshikawa T, Sano H, Burrow M, Tagami J, Pashley DH. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *Journal of dental research*. 1999;78(4):898-905.
 107. Carvalho RMd, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: The influence of stress development versus stress relief. *Operative Dentistry*. 1996;21(1):17-24.
 108. Tagger M, Tagger E, Tjan AH, Bakland LK. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *Journal of Endodontics*. 2002;28(5):351-4.
 109. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental Materials*. 2010;26(2):e100-e21.
 110. Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *Journal of endodontics*. 2005;31(4):293-6.
 111. Zhu L, Li Y, Chen Y-C, Carrera CA, Wu C, Fok A. Comparison between two post-dentin bond strength measurement methods. *Scientific reports*. 2018;8(1):2350.
 112. Lahl M, Titley K, Torneck C, Friedman S. The shear bond strength of glass ionomer cement sealers to bovine dentine conditioned with common endodontic irrigants. *International endodontic journal*. 1999;32(6):430-5.
 113. 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. *European Journal of Oral Sciences*. 2004;112(4):353-61.
114. Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *Journal of endodontics*. 2007;33(7):856-8.
 115. Saghiri MA, Shokouhinejad N, Lotfi M, Aminsobhani M, Saghiri AM. Push-out bond strength of mineral trioxide aggregate in the presence of alkaline pH. *Journal of endodontics*. 2010;36(11):1856-9.
 116. Jagzap JB, Patil SS, Gade VJ, Chandhok DJ, Upagade MA, Thakur DA. Effectiveness of three different irrigants-17% ethylenediaminetetraacetic acid, Q-MIX, and phytic acid in smear layer removal: A comparative scanning electron microscope study. *Contemporary clinical dentistry*. 2017;8(3):459.
 117. Puvvada S, Prasanna Latha D, Jayalakshmi K. Comparative assessment of chelating and antimicrobial efficacy of phytic acid alone and in combination with other irrigants. 2017.
 118. Nassar M, Hiraishi N, Islam M, Aizawa M, Tamura Y, Otsuki M, et al. Effect of phytic acid used as etchant on bond strength, smear layer, and pulpal cells. *European journal of oral sciences*. 2013;121(5):482-7.
 119. Gandhi B, Bollineni S, Janga RK, Saraswati D, Babu MR. Evaluating the Effect of CPP-ACP as a Final Irrigant in Improving the Micro-Hardness of Erosive Root Dentin and its Influence on the Bond Strength of Self Etch Resin Sealer—An In-vitro Study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2016;10(8):ZC53.
 120. Krishnaprasad Shetty SS, rao Kilaru K, Reza KM, Basavanagowda SP. EFFECT OF EDTA, ETIDRONIC ACID, PHYTIC ACID AND Er: YSGG LASER ON CALCIUM LOSS OF ROOT DENTIN USING ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER.-AN IN VITRO STUDY. *Journal Of Applied Dental and Medical Sciences*. 2016;2:4.
 121. Klyn SL, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. In vitro comparisons of debris removal of the EndoActivator™ System, the F File™, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand-rotary instrumentation in human Mandibular molars. *Journal of endodontics*. 2010;36(8):1367-71.
 122. Rödiger T, Bozkurt M, Konietschke F, Hülsmann M. Comparison of the Vibringe system with syringe and passive ultrasonic irrigation in removing debris from simulated root canal irregularities. *Journal of Endodontics*. 2010;36(8):1410-3.
 123. Moon Y-M, Kim H-C, Bae K-S, Baek S-H, Shon W-J, Lee W. Effect of laser-activated irrigation of 1320-nanometer Nd: YAG laser on sealer penetration in curved root canals. *Journal of endodontics*. 2012;38(4):531-5.
 124. Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *Journal of Endodontics*. 2003;29(10):674-8.

125. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *Journal of Endodontics*. 1999;25(11):735-8.
126. Krell KV, Johnson RJ, Madison S. Irrigation patterns during ultrasonic canal instrumentation. Part I. K-type files. *Journal of Endodontics*. 1988;14(2):65-8.
127. Cameron J. The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. *Journal of Endodontics*. 1983;9(7):289-92.
128. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *Journal of endodontics*. 2007;33(2):81-95.
129. Topçuoğlu HS, Tuncay Ö, Demirbuga S, Dinçer AN, Arslan H. The Effect of Different Final Irrigant Activation Techniques on the Bond Strength of an Epoxy Resin-based Endodontic Sealer: A Preliminary Study. *Journal of endodontics*. 2014;40(6):862-6.
130. Bolles JA, He J, Svoboda KK, Schneiderman E, Glickman GN. Comparison of Vibringe, EndoActivator, and needle irrigation on sealer penetration in extracted human teeth. *Journal of endodontics*. 2013;39(5):708-11.
131. Uroz-Torres D, González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Journal of endodontics*. 2010;36(2):308-11.
132. Akcay M, Arslan H, Durmus N, Mese M, Capar ID. Dentinal tubule penetration of AH Plus, iRoot SP, MTA fillapex, and guttaflow bioseal root canal sealers after different final irrigation procedures: A confocal microscopic study. *Lasers in surgery and medicine*. 2016;48(1):70-6.
133. Vilanova W, Carvalho-Junior J, Alfredo E, Sousa-Neto M, Silva-Sousa Y. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *International endodontic journal*. 2012;45(1):42-8.
134. Nagas E, Cehreli ZC, Durmaz V, Vallittu PK, Lassila LV. Regional push-out bond strength and coronal microleakage of Resilon after different light-curing methods. *Journal of endodontics*. 2007;33(12):1464-8.
135. Bell A, Lassila L, Kangasniemi I, Vallittu PK. Bonding of fibre-reinforced composite post to root canal dentin. *Journal of dentistry*. 2005;33(7):533-9.
136. Cekic-Nagas I, Ergun G, Nagas E, Tezvergil A, Vallittu PK, Lassila LV. Comparison between regional micropush-out and microtensile bond strength of resin composite to dentin. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2008;66(2):73-81.

137. Assmann E, Scarparo RK, Böttcher DE, Grecca FS. Dentin bond strength of two mineral trioxide aggregate–based and one epoxy resin–based sealers. *Journal of endodontics*. 2012;38(2):219-21.
138. Silva EJ, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes BP, Zaia AA. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. *Journal of endodontics*. 2013;39(2):274-7.
139. Aktemur Türker S, Uzunoğlu E, Bilgin B. Comparative evaluation of push-out bond strength of Neo MTA Plus with Biodentine and white ProRoot MTA. *Journal of adhesion science and Technology*. 2017;31(5):502-8.
140. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil J, Neumann K, Kielbassa A. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *International Endodontic Journal*. 2006;39(10):809-18.

8. EKLER

Ek-1.Etik Kurul



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557-802

Konu : ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 16 MAYIS 2017 SALI
Toplantı No : 2017/13
Proje No : GO 17/457 (Değerlendirme Tarihi: 16.05.2017)
Karar No : GO 17/457- 45

Üniversitemiz Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Zeynel Emre NAGAŞ' ın sorumlu araştırmacı olduğu, Elifcan AYHAN' ın uzmanlık tezi olan, GO 17/457 kayıt numaralı, "*Farklı İrrigasyon Teknikleriyle Kullanılan Fitik Asitin Epoksi Rezın ve Kalsiyum Silikat Esaslı Kök Kanal Dolgu Materyallerinin Kök Kanalına Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi*" başlıklı proje önerisi araştırmacının gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | |
|--|--|
| 1. Prof. Dr. Nurten AKARSU (Başkan) | 10 Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU (Üye) |
| 2. Prof. Dr. Sevda F. MÜFTÜOĞLU (Üye) | 11 Yrd. Doç. Dr. Özay GÖKÖZ (Üye) |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım ŞARBA (Üye) | İZİNLİ
12. Doç. Dr. Gözde GİRGİN (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Necdet SAGLAM (Üye) | 13. Doç. Dr. Fatma Visal OKUR (Üye) |
| 5. Prof. Dr. Hatice Doğan BUZOĞLU (Üye) | 14. Doç. Dr. Can Ebru KURT (Üye) |
| İZİNLİ
6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL (Üye) | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖL (Üye) |
| 7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN (Üye) | İZİNLİ
16. Öğr. Gör. Dr. Müge DEMİR (Üye) |
| 8. Prof. Dr. Elmas Ebru YALÇIN (Üye) | 17. Öğr. Gör. Meltem ŞENGELEN (Üye) |
| 9. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL (Üye) | İZİNLİ
18. Av. Meltem ONURLU (Üye) |

9. ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Ankara'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Ankara'da tamamladım. 2009 yılında, Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde üniversite öğrenimine başladım. 2014 yılında Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak uzmanlık eğitimime başladım ve halen görevime devam etmekteyim.

Uzmanlık eğitimim süresince 2016 yılında Türk Endodonti Derneği'nin 2016 yılında düzenlenen 13. Uluslararası Bilimsel Kongresi'nde 'İntrüziv Lüksasyona Uğramış Daimi Kesicilerin Multidisipliner Tedavisi' başlıklı bir poster sunumu ve 2017 yılında Avrupa Endodonti Birliği (ESE)'nin 18.si düzenlenen kongresinde 'Kök Ucu Açık Dişlerde Ultrasonik Aktivasyonun Kalsiyum Silikat Esaslı Simanların Penetrasyonu Üzerine Etkisi' başlıklı bir sözlü sunum yaptım.