

Farklı Konsantrasyonlarda Glikolik Asit Kullanımının Kök Kanal Dolgu Materyallerinin Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi

The Effect Of Using Glycolic Acid At Different Concentrations On The Bond Strength Of Root Canal Filling Materials

Muhammed DEMİRBAŞ^{1*}, Murat MADEN¹, Hikmet ORHAN²

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Ana Bilim Dalı, Isparta
² Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Ana Bilim Dalı, Isparta



Ö Z E T

Amaç: Bu çalışmanın amacı farklı final irrigasyon prosedürlerinin MTA Fillapex kök kanal dolgu materyalinin bağlanma dayanımı üzerine olan etkisini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada 98 adet çürüksüz insan alt premolar dişi kullanıldı. Dişlerin koronal bölümleri çalışma uzunlukları 12 mm olacak şekilde uzaklaştırıldı. Kök kanalları ProTaper Next ile genişletildi. Örnekler rastgele 7 gruba dağıtıldı ve farklı final irrigasyon prosedürleri (Grup 1:EDTA, Grup 2:%10 glikolik asit, Grup 3:%17 glikolik asit, Grup 4:EDTA+CHX, Grup 5:%10 glikolik asit+CHX, Grup 6:%17 glikolik asit+CHX ve Grup 7:Distile su) uygulandı. Kök kanalları MTA Fillapex ve guta perka ile dolduruldu. Örneklerden, apikal konstriksiyondan itibaren 4 ve 9 mm mesafede olacak şekilde kesitler alındı. Push-out testi yapılarak kesitlerdeki kök kanal dolgusunun bağlanma dayanımı değerleri hesaplandı. Veriler Duncan ve T testleri kullanılarak istatistiksel olarak incelendi.

Bulgular: Gruplar arasında yapılan değerlendirmede 4. ve 9. mm'den alınan her iki kesitte de; kök kanal dolgusunun en yüksek bağlanma dayanımı değerleri Grup 6'da, en düşük bağlanma dayanımı değerleri ise grup 7'de tespit edildi ($p<0,05$). Her iki kesitte de bağlanma dayanımı Grup 6>Grup 3>Grup 5>Grup 2>Grup 4>Grup 1>Grup 7 şeklinde tespit edildi. Grup içi değerlendirmede ise; bütün gruplarda 9. mm'den alınan kesitlerdeki kök kanal dolgusunun bağlanma dayanımı değerleri, 4. mm'den daha yüksek bulundu ($p<0,05$).

Sonuç: MTA Fillapex kök kanal dolgu materyalinin bağlanma dayanımı açısından; glikolik asit EDTA'dan daha yüksek değerler gösterdi. %17 glikolik asit ve CHX ile yapılan final irrigasyonu en yüksek bağlanma dayanımı değerlerini gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Glikolik asit, EDTA, MTA Fillapex, bağlanma dayanımı, irrigasyon

Alınış / Received: 07.01.2022 Kabul / Accepted: 31.05.2022 Online Yayınlanma / Published Online: 31.08.2022



ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to investigate the effect of different final irrigation procedures on the bond strength of MTA Fillapex root canal sealer.

Material and Method: 98 caries-free human lower premolar teeth were used in this study. The coronal sections of the teeth were removed with a working length of 12 mm. Root canals were shaped with the ProTaper Next. Samples were randomly distributed into 7 groups and different final irrigation procedures (Group 1:EDTA, Group 2:10% glycolic acid, Group 3:17% glycolic acid, Group 4:EDTA+CHX, Group5:10% glycolic acid+CHX, Group 6:17% glycolic acid+CHX and Group 7:Distilled water) were applied. Root canals were filled with MTA Fillapex and gutta percha. Sections were taken at a distance of 4 and 9 mm from the apical constriction. The bond strength values were calculated by performing the push-out test. Data were analyzed statistically using Duncan and T tests.

Results: For both sections; the highest bond strength values were found in Group 6 and the lowest values were found in Group 7 ($p<0.05$). Bond strength values in both sections were: Group 6>Group 3>Group 5≥Group 2>Group 4>Group 1>Group 7. Bond strength values of root canal filling in sections taken from the 9th mm in all groups were found to be significantly higher than 4th mm ($p<0.05$).

Conclusion: In terms of bond strength of MTA Fillapex root canal sealer; glycolic acid showed higher values than EDTA. Final irrigation with 17% glycolic acid and CHX showed the highest bond strength values.

Keywords: Glycolic acid, EDTA, MTA Fillapex, bond strength, irrigation



1. Giriş

Endodontik tedavinin başarısı kök kanal sisteminin dezenfeksiyonunun sağlanması ve üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurulmasına bağlıdır. Enfekte kök kanal sisteminde mikroorganizmaların uzaklaştırılması oldukça güçtür [1]. Kök kanallarının mekanik şekillendirilmesi, kök kanal sistemindeki mikroorganizmaların uzaklaştırılması için tek başına yeterli olmamaktadır. Kök kanal anatomilerinin karmaşıklığı nedeniyle mekanik şekillendirme sonucunda kök kanalında hala temas edilemeyen alanların varlığı tespit edilmiştir [2]. Kök kanal sisteminde bulunan vital ya da nekrotik pulpa dokusu ve enfekte debrislerin mikroorganizmalar için besin kaynağı olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda bu doku kalıntıları kanal içi ilaçların etkinliğini kısıtlamaktadır. Bu nedenle kök kanal sistemindeki mikroorganizmaları elimine etmek, aynı zamanda doku kalıntıları ve debrisleri uzaklaştırmak için kimyasal irrigasyon ve dezenfeksiyon gereklidir [3].

Sodyum hipoklorit (NaOCl) geniş spektrumlu antimikrobiyal etkinliği ve benzersiz organik doku çözücü özelliği ile endodontide en sık kullanılan irrigasyon solüsyonudur. NaOCl endodontide %0,5 ile %6 arasında değişen konsantrasyonlarda kullanılmaktadır [4].

Etilen diamin tetraasetik asit (EDTA) endodontide final irrigasyonunda kullanılan biyoyumlu yapay bir amino asittir. EDTA bir şelatördür [5]. Dentindeki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girerek çözünebilir kalsiyum şelatları oluşturmaktadır [6]. EDTA dekalsifiye edici özelliğinden dolayı inorganik doku çözme kabiliyetine sahiptir. Organik dokulara ise etkisi yoktur ya da yok denecek kadar azdır [7]. Kök kanallarının mekanik şekillendirilmesi sonucu oluşan smear tabakasını etkin bir şekilde uzaklaştırmak için NaOCl ile EDTA'nın kombine kullanılması gerekmektedir. EDTA inorganik kısmı ortadan

kaldırırken, NaOCl ise organik kısmı ortadan kaldırmakta ve böylece smear tabakası etkin şekilde uzaklaştırılmaktadır [8, 9].

Güçlü bir antiseptik olan klorheksidin (CHX) geniş spektrumlu antimikrobiyal özellikleri ile endodontide irrigasyon ajanı olarak kullanılmaktadır. CHX %2 konsantrasyonda kullanıldığında bakterilerin sitoplazmasına verdiği hasar ile bakterisidal etki göstermektedir [10]. CHX geniş bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olmasına rağmen doku çözücü özelliğinin olmaması ve dentin bileşenleri, mikrobiyal biyokütle, inflamatuvar eksuda tarafından etkinliğinin azaltılması nedeniyle mekanik şekillendirme boyunca yapılan irrigasyondan ziyade, final irrigasyon solüsyonu olarak tercih edilmelidir [11].

Glikolik asit; diğer adlarıyla hidroksiasetik ya da hidroksietanoik asit farklı meyvelerde doğal olarak bulunan ve meyve asitleri olarak da bilinen alfa hidroksi asitlerin (AHA) bir üyesidir [12]. AHA'lar kozmetikte ve dermatolojide sıklıkla kullanılan bir kimyasal bileşikler sınıfıdır [13]. Bilinen en küçük yapıdaki AHA glikolik asittir [14].

Glikolik asit üzüm, şeker pancarı ya da şeker kamışı gibi bitkilerden doğal olarak elde edilmektedir [13]. Renksiz, kokusuz ve suda yüksek oranda çözünebilir bir maddedir [15]. Glikolik asit kollajen sentezini ve fibroblast proliferasyonunu indükleyebilmektedir [15, 16]. Gram (+) ve gram (-) bakterilerin eliminasyonu ve antibiyotiklerin üretimi için kullanımı bildirilmiştir [17, 18]. Bu asidin aktivitesi serbest radikalleri yok etmeye ve fibroblastları indükleyerek kollajen fibrillerin oluşumunu desteklemeye dayanmaktadır [19, 20].

Glikolik asidin düşük pKa değeri, düşük molekül ağırlığı ve organik yapısı dental işlemler için ideal özelliklerdendir. Son yıllarda mine ve dentin yüzey asidi olarak fosforik asidin yerini alması önerilmiştir [14]. Bununla birlikte glikolik asit endodontik tedavide final irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldığında smear tabakasını kaldırabilmektedir [21].

Mineral trioksit agregatın (MTA) biyouyumluluğu, osteokondüktif etkisi ve alkalen pH'ı gibi mükemmel özellikleri üretici firmaları MTA bazlı kök kanal patı üretmeye teşvik etmiştir [22]. MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Brezilya) piyasaya sürülen ilk kalsiyum silikat esaslı kök kanal dolgu patlarından birisidir. MTA Fillapex içeriğinde MTA, salisilat rezin, doğal rezin, bizmut oksit, nanopartikül silika ve pigmentler barındırmaktadır [23]. MTA Fillapex'in yüksek akıcılık ve düşük çözünürlük özellikleri ideal bir kök kanal dolgu patında aranan özelliklerdendir [24].

Kök kanal tedavisinde yeni materyallerin geliştirilmesiyle birlikte bu materyallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri araştırma konusu olmuştur. Dentine iyi bir bağlantı kök kanal dolgu materyallerinde aranan en önemli özelliklerden biridir [25]. Push-out testi endodontide kök kanal dolgu patlarının bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesinde oldukça sık kullanılmaktadır [26, 27]. Bu teste kök kanal dolgusuna uygun çaplara sahip paslanmaz çelik uçlar kullanılmaktadır. Çelik uçlar ile dikey yönde kuvvet uygulanmakta ve kanal dolgu materyalinin yerinden uzaklaştığı andaki maksimum itme kuvveti Newton (N) cinsinden kaydedilmektedir. Elde edilen kuvvet değeri, bağlanma alanına bölünerek Megapaskal (MPa) cinsinden bağlanma dayanımı verileri elde edilmektedir [25].

Bu çalışmanın amacı farklı final irrigasyon prosedürlerinin MTA Fillapex kök kanal dolgu patının bağlanma dayanımı üzerine olan etkisini araştırmaktır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma için Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 10.09.2021 tarih ve 275 sayılı kararı ile etik kurul izni alındı.

Örneklerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Çalışmada Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Kliniği'nde, ortodontik ya da periodontal nedenle çekilmiş çürüksüz alt premolar dişler kullanıldı. Kökü eğimli olan olan dişler çalışmaya dahil edilmedi. Dişlerden periapikal film cihazı (Planmeca, Helsinki, Finlandiya) kullanılarak bukkolingual ve meziodistal yönlerde radyograflar alındı. Birden fazla kök kanalı olan ya da kök kanalında kalsifikasyon bulunan dişler çalışma dışı bırakıldı. Dişlerin üzerindeki diş taşları ve eklentiler bir periodontal küret (#3-4 Gracey, Nordent, Illinois, Elk Grove Village, Amerika Birleşik Devletleri) ile uzaklaştırıldı. Dişler dental operasyon mikroskobu altında incelendi ve köklerinde

kırık ya da çatlak bulunan dişler çalışma dışında bırakıldı. Dişler deney gerçekleştirilene kadar oda ısısında ve %0,1 timol (ChemBio Laboratory Research, Tokyo, Japonya) içeren distile su (Sigma Aldrich, St. Louis, Missouri, Amerika Birleşik Devletleri) içerisinde saklandı.

Dişlerin kronları elmas diskler (MertTolls, İstanbul, Türkiye) ile su soğutması altında uzaklaştırıldı. Dental operasyon mikroskobu altında, %2 konikliğe sahip 15 numara K tipi el eğesi (Güvenç Dental ve Tıbbi Malzeme Ticaret Ltd., İstanbul, Türkiye) ile dişlerin çalışma boyutları 12 mm olacak şekilde standardize edildi. Tüm örnekler, tespit edilen 12 mm çalışma uzunluğunda sırası ile 15, 20 ve 25 numaralı K tipi el eğeleri (Güvenç Dental ve Tıbbi Malzeme Ticaret Ltd., İstanbul, Türkiye) kullanılarak ön genişletme yapıldı. Kök kanallarının şekillendirilmesi ProTaper Next (Dentsply, Ballaigues, İsviçre) Ni-Ti döner eğe sistemi kullanılarak gerçekleştirildi. Ön genişletme ve şekillendirme işlemi yapılırken, her eğe değişimi sırasında 1 dakika boyunca 5 ml %2,5 NaOCl ile irrigasyon yapıldı. Son olarak X4 eğe ile şekillendirilen kök kanalları 1 dakika boyunca 5 ml %2,5 NaOCl ardından 1 dakika 5 ml distile su (Aqua, Manchester, İngiltere) kullanılarak irrigate edildi.

Glikolik Asit Solüsyonlarının Hazırlanması

Çalışmada kullanılacak glikolik asit solüsyonları Süleyman Demirel Üniversitesi Kimya Mühendisliği laboratuvarında hazırlandı. Çalışmada 140 ml %17 glikolik asit ve 140 ml %10 glikolik asit kullanıldı.

140 ml %17 glikolik asit solüsyonu (pH=1,85) hazırlamak için, 34 ml %70 glikolik asit solüsyonuna (Doa Kimya, İzmir, Türkiye) 106 ml saf su (BRTR Kimya, İzmir, Türkiye) eklendi. 140 ml %10 glikolik asit solüsyonu (pH=1,94) hazırlamak için, 20 ml %70 glikolik asit solüsyonuna 120 ml saf su eklendi. Elde edilen solüsyonlar manyetik karıştırıcıda karıştırıldı.

Deney Gruplarının Belirlenmesi ve Final Irrigasyon Prosedürlerinin Uygulanması

98 adet diş rastgele olacak şekilde 7 farklı gruba dağıtıldı ve farklı final irrigasyon prosedürleri uygulandı (n=14). Final irrigasyonu sırasında bütün solüsyonlar 1 dakika süre ile ve 5 ml hacimde uygulandı. Deney gruplarına uygulanan final irrigasyon solüsyonları ve sırası şu şekildedir:

Grup 1: %17 EDTA (Cerkamed, Stalowa, Polonya), distile su (Aqua, Manchester, İngiltere)

Grup 2: %10 glikolik asit (Doa Kimya, İzmir, Türkiye), distile su

Grup 3: %17 glikolik asit (Doa Kimya, İzmir, Türkiye), distile su

Grup 4: %17 EDTA, distile su, %2 CHX (Gluco-Chex, Cerkamed, Stalowa, Polonya)

Grup 5: %10 glikolik asit, distile su, %2 CHX

Grup 6: %10 glikolik asit, distile su, %2 CHX

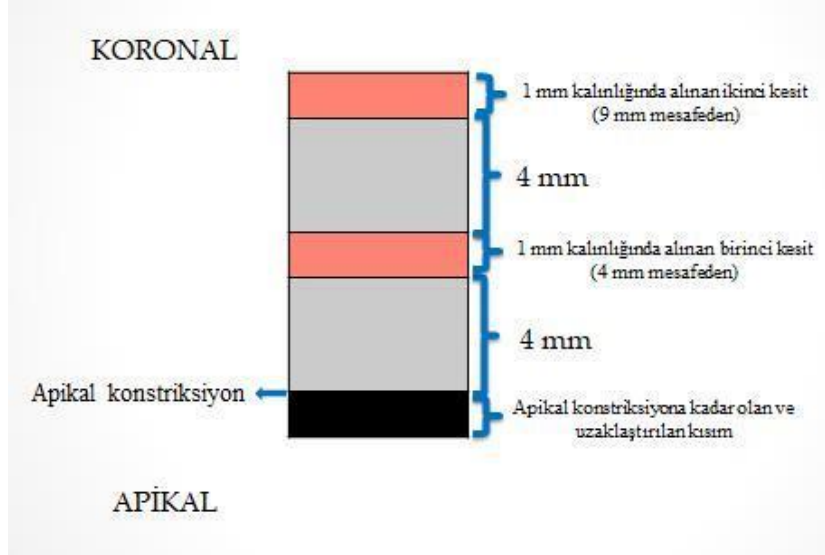
Grup 7 (Negatif Kontrol Grubu): Distile su

Kök Kanallarının Doldurulması

Final irrigasyon işlemi tamamlanan kök kanalları kağıt koniler (Pearl Endo, Gyonggi-Do, Kore) ile kurulandı. Sonrasında MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Brezilya) kök kanal dolgu patı #40 boyutundaki lentülo (VDW, Munich, Almanya) ile kök kanallarına gönderildi. ProTaper Next X4 guta perka (Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre) kullanılarak dolum işlemi gerçekleştirildi. Kök kanal dolgusu koronalden 1 mm indirildi. Oluşan 1 mm'lik boşluk cam iyonomer siman (Micron Superior, Prevest Denpro Limited, Jammu, Hindistan) ile kapatıldı. Kök kanal dolumu tamamlanan dişler kök kanal dolgu patınının tam olarak sertleşmesi için 1 hafta boyunca, 37°C'de ve %100 nemli ortamda etüvde (EN055 Nüve A.Ş., İzmir, Türkiye) bekletildi.

Push-out Testi

Push-out testi için her bir dişten, apikal konstriksiyon noktasından itibaren 4. ve 9. mm seviyelerinde olacak şekilde ve 1'er mm kalınlıkta 2 farklı kesit elde edildi (Şekil 1).



Şekil 1: Alınan kesitlerin şekilsel gösterimi

Push-out testi için; kesitlerdeki kök kanal dolgusuna uyumlu olacak şekilde çapları 0,4 ile 0,7 mm olan iki farklı metal uç dizayn edildi. Metal uçlar universal test cihazının (Shimadzu AGS-X 10 kN, Kyoto, Japonya) üst koluna bağlandı. Alt kısımdaki tablanın üzerine bir düzenek hazırlandı. Elde edilen kesitler apikal kısımları metal uca bakacak şekilde düzeneğe sabitlendi. Metal uçlar, sadece kök kanal dolgusuna temas edecek şekilde pozisyonlandırıldı. Kök kanal dolgusu dentinden ayrılana kadar 0,5 mm/dk sabit hızla apiko-koronal yönde kuvvet uygulandı (Şekil 2).



Şekil 2: Push-out testi yapılırken alınan görüntü

Trapezium X (Shimadzu, Kyoto, Japonya) programı kullanılarak kopma anındaki edilen maksimum kuvvet değerleri Newton cinsinden kaydedildi. Bağlanma dayanımı değerleri ise aşağıdaki formül kullanılarak Megapaskal cinsinden hesaplandı:

Bağlanma dayanımı (MPa)=Maksimum kuvvet değeri (N)/Kök kanal dolgusu alanı (mm²)

Kök kanal dolgusunun alanını hesaplamak için aşağıdaki formül kullanıldı:

Kök kanal dolgusu alanı (mm²)=2.π.r.h

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

İstatistiksel Analiz

Değişkenlerin normal bir dağılım göstermesi üzerine, tüm gruptaki bağlanma dayanımı verileri faktöriyel düzlemde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirildi. Gruplar arasındaki farkların belirlenmesinde çoklu karşılaştırma analiz yöntemlerinden Duncan testi, aynı örnekten alınan iki kesit (4. ve 9. mm) arasındaki farkın belirlenmesinde ise T test kullanıldı (p<0,05).

3. Bulgular

Gruplar arasında kök kanal dolgularının bağlanma dayanımı değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür (p<0,05).

İstatistiksel analiz sonucunda 4 ve 9. mm'den alınan her iki kesitte de en yüksek bağlanma dayanımı değerleri final irrigasyon solüsyonu olarak %17 glikolik asit ve CHX'in kullanıldığı Grup 6'da, en düşük bağlanma dayanımı değerleri ise distile su kullanılan Grup 7'de tespit edilmiştir (p<0,05). Final irrigasyon solüsyonu olarak %10 glikolik asit kullanılan Grup 2'nin bağlanma dayanımı değerleri, %17 EDTA kullanılan Grup 1'den istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur (p<0,05). %17 glikolik asit kullanılan Grup 3'ün bağlanma dayanımı değerleri ise, %10 glikolik asit kullanılan Grup 2'den istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur (p<0,05) (Grup 3>Grup 2>Grup 1).

Final irrigasyon solüsyonu olarak %17 EDTA ve CHX'in kullanıldığı Grup 4'ün bağlanma dayanımı değerleri ile, %17 EDTA kullanılan Grup 1 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,05). Benzer şekilde; %10 glikolik asit ve CHX'in kullanıldığı Grup 5'in bağlanma dayanımı değerleri ile %10 glikolik asit kullanılan Grup 2 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,05).

Final irrigasyon solüsyonu olarak %17 glikolik asit ve CHX'in kullanıldığı Grup 6'nın bağlanma dayanımı değerleri, %17 glikolik asit kullanılan Grup 3'ten istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur (p>0,05).

Tüm grupta 9. mm'den alınan kesitlerin bağlanma dayanımı değerleri, 4.mm'den alınan kesitlerin bağlanma dayanımı değerlerinden anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (Şekil 3) (p<0,05).

Tablo 1: 4. mm'den alınan kestilerdeki bağlanma dayanımı sonuçları

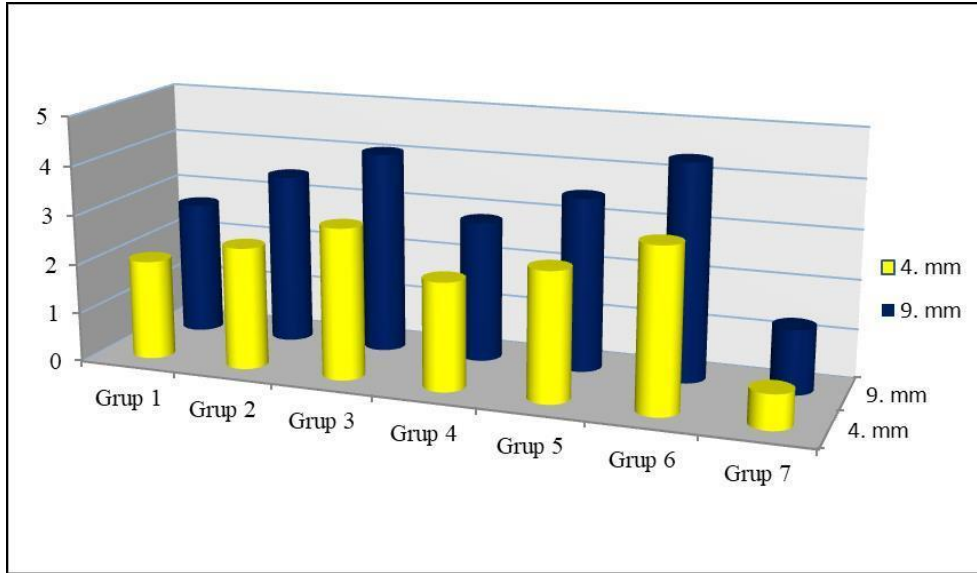
Duncan Testi	4.mm						
	n	Min.	Maks.	Ort.	SS	SH	p
Grup 1	14	1,75	2,54	2,01 ^d	0,27	0,07	<0,05
Grup 2	14	2,15	2,77	2,47 ^c	0,22	0,06	
Grup 3	14	2,71	3,43	3,05 ^b	0,23	0,06	
Grup 4	14	1,79	2,68	2,18 ^d	0,27	0,07	
Grup 5	14	2,20	2,98	2,60 ^c	0,26	0,07	
Grup 6	14	2,93	3,62	3,27 ^a	0,24	0,06	
Grup 7	14	0,56	0,85	0,70 ^e	0,11	0,03	

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

Tablo 2: 9. mm'den alınan kestilerdeki bağlanma dayanımı sonuçları

Duncan Testi	9.mm						
	n	Min.	Maks.	Ort.	SS	SH	p
Grup 1	14	2,43	3,10	2,71 ^d	0,22	0,06	<0,05
Grup 2	14	3,16	3,83	3,47 ^c	0,26	0,07	
Grup 3	14	3,73	4,44	4,09 ^b	0,26	0,07	
Grup 4	14	2,41	3,38	2,85 ^d	0,30	0,08	
Grup 5	14	3,24	3,85	3,51 ^c	0,23	0,06	
Grup 6	14	4,10	4,70	4,38 ^a	0,20	0,05	
Grup 7	14	1,17	1,45	1,30 ^e	0,10	0,03	

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



Ş
ekil 3: Grupların 4. ve 9. mm kesitlerdeki bağlanma dayanımı değerleri

4. Tartışma ve Sonuç

Endodontik tedavide mekanik şekillendirme sonrasında dezenfeksiyon işlemi noktalamak ve kök kanalını doluma hazır hale getirmek amacı ile final irrigasyon işlemi yapılmaktadır [28]. Tedavide kullanılan irrigasyon ajanları kök kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımını etkileyebilmektedir [29]. Bu çalışmada farklı final irrigasyon prosedürlerinin MTA Fillapex kök kanal dolgu materyalinin bağlanma dayanımı üzerine olan etkisi incelenmiştir.

Kök kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımını test etmek için birçok yöntem kullanılmaktadır. Bağlanma dayanımı testleri arasında shear (makaslama), tensile (germe) ve push-out (itme) testleri en sık kullanılan testlerdir [30]. Push-out testinde kuvvetler örneklerin dentin-dolgu materyali arayüzüne paralel şekilde uygulanmaktadır [31, 32]. Aynı zamanda bu testte dentin ile çevrili ve dentin tübülüne penetre olmuş materyaller değerlendirilmektedir [33]. Bu iki durum sayesinde deney ortamı klinik şartları başarılı bir şekilde yansıtmaktadır [34-36]. Push-out testinde kullanımı kolay olan makine ve aletler ile kök kanal dolgu materyalinin dentinden ayrılması sırasındaki maksimum yük algılanabilmektedir. Testin tekrarlanabilir olması ve sonuçların kolayca yorumlanabilir olması avantajları arasında yer almaktadır [37, 38]. Bu özelliklerinden dolayı bu çalışmada push-out testi kullanılmıştır.

Literatürde smear tabakasının kök kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımı üzerine etkisi ile ilgili farklı çalışmalar mevcuttur. El-Ma'aita ve arkadaşları ile Yıldırım ve arkadaşları %17 EDTA ile smear tabakasının kaldırılması sonucunda mikrosızıntının arttığını ve kalsiyum silikat esaslı simanların bağlanma dayanımının azaldığını belirtmişlerdir [39, 40]. Bununla birlikte literatürde smear tabakasının dentin tübüllerini kapatarak kök kanal dolgu materyalinin penetrasyonunu olumsuz yönde etkilediğini ve %17 EDTA ile smear tabakasının kaldırılması sonucu kök kanal dolgu materyalinin bağlanma dayanımının arttığını savunan kaynaklar da mevcuttur [41, 42]. Reyhani ve arkadaşları ile Souza ve arkadaşları final irrigasyonunda %17 EDTA kullanılımasının MTA Fillapex'in bağlanma dayanımını kontrol grubuna göre anlamlı olarak artırdığını bildirmişlerdir [43, 44]. Çalışmamızda da %17 EDTA ile smear tabakasının kaldırılması, kontrol grubuna göre MTA Fillapex'in bağlanma dayanımını anlamlı olarak artırmıştır. Bu sonuç, Reyhani ve arkadaşları ile Souza ve arkadaşlarının çalışmaları ile uyumludur. %17 EDTA kullanılarak smear tabakasının kaldırılması ile açığa çıkan dentin tübüllerine MTA Fillapex'de bulunan rezinlerin iyi bir şekilde penetre olduğu ve bağlanma dayanımının arttığı düşünülebilir.

Çalışmamızda %10 ve %17 glikolik asit ile yapılan irrigasyonu, %17 EDTA'ya kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bağlanma dayanımı sonuçları sunmuştur. Aynı zamanda glikolik asidin %17'lik konsantrasyonu, %10'luk konsantrasyona göre daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir. Literatürde glikolik asidin kök kanal dolgu materyalinin bağlanma dayanımı üzerine etkisi konusunda herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamız bu açıdan literatürde bir ilk teşkil

etmektedir. Glikolik asidin EDTA'dan daha yüksek bağlanma dayanımı göstermesi, EDTA'ya göre çok düşük bir molekül ağırlığına sahip olması ve asidik pH'ı ile ilgili olabilir. Glikolik asit düşük molekül ağırlığı sayesinde aynı zaman zarfında dentine EDTA'dan daha iyi penetre olup etkinliğini daha iyi göstermiş olabilir. Ayrıca EDTA'dan daha düşük pH'a sahip olması ile kök dentinini daha iyi pürüzlendirmiş ve MTA Fillapex kök kanal dolgu patında bulunan rezinler, bu pürüzlü yüzeylere daha iyi penetrasyon göstermiş olabilir. Thibault ve arkadaşları ile Bernstein arkadaşları dermatoloji alanında yaptıkları çalışmalarda glikolik asidin fibroblast proliferasyonunu artırdığını ve kollajen sentezini indüklemeye kapasitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir [15, 16]. Kök kanal dentinine iyi bir bağlanma için kollajen fibrillerin bütünlüğünün korunması oldukça önemlidir. Glikolik asidin EDTA'dan daha yüksek bağlanma dayanımı göstermesi; kollajen fibrillerin üzerindeki olumlu etkileri ile ilişkilendirilebilir.

Bello ve arkadaşları %5, %10 ve %17 glikolik asit solüsyonlarını kullandıkları çalışmalarında glikolik asidin konsantrasyonunun artması sonucu dentindeki hidroksiapatit yoğunluğunun azaldığını ancak bu azalmanın dentinin eğilme direncinde anlamlı bir fark oluşturmadığını belirtmişlerdir [21]. Bu bilgi dahilinde; glikolik asidin %17'lik konsantrasyonunun %10'a göre inorganik bileşeni daha iyi uzaklaştırdığı ve daha pürüzlü yüzeyler oluşturduğu düşünülebilir. Bu sayede MTA Fillapex kök kanal dolgu patı bu yüzeylere daha iyi penetre olmuş ve daha güçlü bir bağlanma göstermiş olabilir.

Çalışmamızda final irrigasyonunda glikolik asit ve EDTA solüsyonlarının ardından %2 CHX kullanılması örneklerin bağlanma dayanımını artırmıştır. %17 glikolik asitten sonra CHX kullanılan grupta oluşan artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Literatürde CHX'in final irrigasyonunda kullanımının kök kanal dolgu materyallerinin bağlanma dayanımı ile ilgili çelişkili sonuçlar mevcuttur. Razmi ve arkadaşları final irrigasyonunda kullanılan CHX'in biyoseramik esaslı Endosequence BC kanal patınının bağlanma dayanımını azalttığını bildirmişlerdir [37]. Güneşer ve arkadaşları CHX uygulamasının Biodentin ve MTA dahil 5 farklı kalsiyum silikat esaslı materyalin bağlanma dayanımını azalttığını bildirmişlerdir [45]. De Assis ve arkadaşları ile Dinesh ve arkadaşları final irrigasyonunda EDTA ile yapılan irrigasyona ek olarak CHX kullanımının kök kanal dolgu patlarınının bağlanma dayanımlarını artırdığını bildirmişlerdir [46, 47]. Agrawal ve arkadaşları CHX'in final irrigasyonunda kullanımının MTA Fillapex kök kanal dolgu patınının bağlanma dayanımını artırdığını bildirmişlerdir [48]. Çalışmamızın bu yöndeki sonuçları, Agrawal ve arkadaşlarının çalışması ile uyumludur. CHX'in MMP inhibitörü olması ve kollajenlerin yıkımını önlemesi, kök kanallarına uygulandıktan sonraki rezidüel etkisi, içeriğindeki yüzey aktif ajan sayesinde ıslanabilirliği artırması gibi özellikleri yüksek bağlanma dayanımı sonuçları ile ilişkilendirilebilir.

Çalışmamızda tüm gruplarda 9.mm'den alınan kesitlerdeki kök kanal dolgusunun bağlanma dayanımı, 4.mm'den alınan kesitlere göre daha yüksek bulunmuştur. Çetinkaya ve arkadaşları çalışmalarında korondan elde ettikleri kesitlerde, apikalden elde edilen kesitlere göre daha yüksek bağlanma dayanımı sonuçları bildirmiştir [49]. Çalışmamızın bu yöndeki sonuçları, Çetinkaya ve arkadaşlarının çalışması ile uyumludur. Kök kanal şekillendirilmesi sonucu kök kanalı korondan apikale doğru azalan çapta konik bir şekil almaktadır. Korondadaki geniş çap sayesinde irrigasyon solüsyonları bu bölgede daha yüksek hacimlere ulaşmakta ve etkinliklerini daha iyi göstermektedir [8]. Bununla birlikte kök dentininin yapısı gereği korondadaki dentin tübülleri daha çok sayıda ve daha geniş çaptadır [50]. Bu nedenle smear tabakasının kaldırılması sonucu kök kanal dolgu patlarınının korondadaki dentine daha iyi penetre olduğu ve bu sayede korondada daha güçlü bir bağlanma gerçekleştiği düşünülebilir.

Sonuç olarak; bu çalışmada mevcut koşullar altında, final irrigasyonunda glikolik asit kullanımı EDTA'ya göre MTA Fillapex'in bağlanma dayanımını artırmıştır. Aynı zamanda glikolik asidin %17'lik konsantrasyonu, %10'luk konsantrasyona göre daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri sunmuştur. %17 glikolik asidin ardından yapılan %2 CHX irrigasyonu da bağlanma dayanımını artırmıştır. Klinik uygulamalarda MTA Fillapex gibi MTA içerikli bir kök kanal dolgu patı kullanıldığında daha yüksek bağlanma dayanımı göstermesi nedeniyle, final irrigasyonunda glikolik asit kullanımı EDTA'ya bir alternatif olabilir. Glikolik asidin endodonti kliniğindeki uygulamaları için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Etik Beyanı

Bu çalışmada, "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın

Etğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

Bu çalışma için Süleyman Demirel Üniversitesi Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 10.09.2021 tarih ve 275 sayılı kararı ile etik kurul izni alınmıştır.

Kaynakça

- [1] Estrela, C., Sydney, G. B., Figueiredo, J. A. P., Estrela, C. R. D. A. (2009). Antibacterial efficacy of intracanal medicaments on bacterial biofilm: a critical review. *Journal of Applied Oral Science*, 17(1), 1-7.
- [2] Peters, O. A., Laib, A., Göhring, T. N., Barbakow, F. (2001). Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *Journal of Endodontics*, 27(1), 1-6.
- [3] Mohammadi, Z., Abbott, P. V. (2009). Antimicrobial substantivity of root canal irrigants and medicaments: a review. *Australian Endodontic Journal*, 35(3), 131-139.
- [4] Gonçaves, L. S., Rodrigues, R. C. V., Junior, C. V. A., Soares, R. G., Vettore, M. V. (2016). The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine as irrigant solutions for root canal disinfection: a systematic review of clinical trials. *Journal of Endodontics*, 42(4), 527-532.
- [5] Hülsmann, M., Heckendorff, M., Lennon, A. (2003). Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International Endodontic Journal*, 36(12), 810-830.
- [6] Gürel, M., Helvacioğlu Kıvanç, B. (2015). Etilen diamin tetra asetik asit (EDTA). *Türkiye Klinikleri J Endod-Special Topics*; 1(2):8-14
- [7] Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. (2010). Irrigation in Endodontics. *Dental Clinics of North America*, 54:291-312.
- [8] Teixeira, C. S., Felipe, M. C. S., Felipe, W. T. (2005). The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *International Endodontic Journal*, 38(5), 285-290.
- [9] Hargreaves Kenneth, M., Cohen, S. (2011) *Cohen's Pathways of the Pulp*, Tenth Edition, Mosby Elsevier, St Louis 223-349.
- [10] Mohammadi, Z., Shalavi, S., Kinoshita, J. I., Giardino, L., Gutmann, J. L., Banihashem Rad, S., Jafarzadeh, H. (2021). A Review on Root Canal Irrigation Solutions in Endodontics. *Journal of Dental Materials and Techniques*, 10(3), 121-132.
- [11] Kanisavaran, Z. M. (2008). Chlorhexidine gluconate in endodontics: an update review. *International Dental Journal*, 58(5), 247-257.
- [12] Dal Bello, Y., Porsch, H. F., Farina, A. P., Souza, M. A., Silva, E. J. N. L., Bedran-Russo, A. K., Cecchin, D. (2019). Glycolic acid as the final irrigant in Endodontics: Mechanical and cytotoxic effects. *Materials Science and Engineering: C*, 100, 323-329.
- [13] Babilas, P., Knie, U., Abels, C. (2012). Cosmetic and dermatologic use of alpha hydroxy acids. *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 10(7), 488-491.
- [14] Cecchin, D., Farina, A. P., Vidal, C. M., Bedran-Russo, A. K. (2018). A novel enamel and dentin etching protocol using α -hydroxy glycolic acid: surface property, etching pattern, and bond strength studies. *Operative Dentistry*, 43(1), 101-110.
- [15] Thibault, P. K., Włodarczyk, J., Wenck, A. (1998). A double-blind randomized clinical trial on the effectiveness of a daily glycolic acid 5% formulation in the treatment of photoaging. *Dermatologic Surgery*, 24(5), 573-578.

- [16] Bernstein, E. F., Lee, J., Brown, D. B., Yu, R., Van Scott, E. (2001). Glycolic acid treatment increases type I collagen mRNA and hyaluronic acid content of human skin. *Dermatologic Surgery*, 27(5), 429-433.
- [17] Murphy, S. K., Zeng, M., Herzon, S. B. (2017). A modular and enantio selective synthesis of the pleuromutilin antibiotics. *Science*, 356(6341), 956-959.
- [18] Zeng, M., Murphy, S. K., Herzon, S. B. (2017). Development of a modular synthetic route to (+)-pleuromutilin, (+)-12-epi-mutilins, and related structures. *Journal of the American Chemical Society*, 139(45), 16377-16388.
- [19] Kakudo, N., Kushida, S., Suzuki, K., Kusumoto, K. (2013). Effects of glycolic acid chemical peeling on facial pigment deposition: Evaluation using novel computer analysis of digital-camera-captured images. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 12(4), 281-286.
- [20] Hashim, P. (2014). The effect of *Centella asiatica*, vitamins, glycolic acid and their mixtures preparations in stimulating collagen and fibronectin synthesis in cultured human skin fibroblast. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 27(2).
- [21] Dal Bello, Y., Farina, A. P., Souza, M. A., Cecchin, D. (2020). Glycolic acid: Characterization of a new final irrigant and effects on flexural strength and structural integrity of dentin. *Materials Science and Engineering: C*, 106, 110283.
- [22] Vitti, R. P., Prati, C., Silva, E. J. N. L., Sinhoreti, M. A. C., Zanchi, C. H., e Silva, M. G. D. S., Gandolfi, M. G. (2013). Physical properties of MTA Fillapex sealer. *Journal of Endodontics*, 39(7), 915-918.
- [23] Silva, E. J., Cardoso, M. L., Rodrigues, J. P., De-Deus, G., Fidalgo, T. K. D. S. (2021). Solubility of bioceramic-and epoxy resin-based root canal sealers: A systematic review and meta-analysis. *Australian Endodontic Journal*, 47: 690–702.
- [24] Silva, E. J. N. L., Rosa, T. P., Herrera, D. R., Jacinto, R. C., Gomes, B. P. F. A., Zaia, A. A. (2013). Evaluation of Cytotoxicity and Physicochemical Properties of Calcium Silicate-based Endodontic Sealer MTA Fillapex. *Journal of Endodontics*, 39(2), 274–277.
- [25] Akbulut, M. G., Belli, S. (2017). Kök kanal dentinine bağlantı: güncel test yöntemlerine genel bakış. *Türkiye Klinikleri J Endod-Special Topics*; 3(1):70-7.
- [26] Goracci, C., Tavares, A. U., Fabianelli, A., Monticelli, F., Raffaelli, O., Cardoso, P. C., Ferrari, M. (2004). The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *European Journal of Oral Sciences*, 112(4), 353-361.
- [27] Ungor, M., Onay, E. O., Orucoglu, H. (2006). Push-out bond strengths: the Epiphany–Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. *International Endodontic Journal*, 39(8), 643-647.215.
- [28] Clark-Holke, D., Drake, D., Walton, R., Rivera, E., Guthmiller, J. M. (2003). Bacterial penetration through canals of endodontically treated teeth in the presence or absence of the smear layer. *Journal of Dentistry*, 31(4), 275-281.
- [29] Basrani, B., Haapasalo, M. (2012). Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic Topics*, 27(1), 74-102.
- [30] El Mourad, A. M. (2018). Assessment of bonding effectiveness of adhesive materials to tooth structure using bond strength test methods: a review of literature. *The Open Dentistry Journal*, 12, 664.
- [31] Ok, E., Ertas, H., Saygili, G., Gok, T. (2013). Effect of photoactivated disinfection on bond strength of root canal filling. *Journal of Endodontics*, 39(11), 1428-1430.

- [32] Gurgel-Filho, E. D., Leite, F. M., Lima, J. B. D., Montenegro, J. P. C., Saavedra, F., Silva, E. J. N. L. (2014). Comparative evaluation of push-out bond strength of a MTA-based root canal sealer. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 13, 114-117.
- [33] Brichko, J., Burrow, M. F., Parashos, P. (2018). Design variability of the push-out bond test in endodontic research: a systematic review. *Journal of Endodontics*, 44(8), 1237-1245.
- [34] Sudsangiam, S., Van Noort, R. (1999). Do dentin bond strength tests serve a useful purpose. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 1(1), 57-67.
- [35] Sousa-Neto, M. D., Silva Coelho, F. I., Marchesan, M. A., Alfredo, E., Silva-Sousa, Y. T. C. (2005). Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er: YAG and Nd: YAG lasers. *International Endodontic Journal*, 38(12), 866-870.
- [36] Huffman, B. P., Mai, S., Pinna, L., Weller, R. N., Primus, C. M., Gutmann, J. L., Tay, F. R. (2009). Dislocation resistance of ProRoot Endo Sealer, a calcium silicate-based root canal sealer, from radicular dentine. *International Endodontic Journal*, 42(1), 34-46.
- [37] Razmi, H., Bolhari, B., Dashti, N. K., Fazlyab, M. (2016). The effect of canal dryness on bond strength of bioceramic and epoxy-resin sealers after irrigation with sodium hypochlorite or chlorhexidine. *Iranian Endodontic Journal*, 11(2), 129.
- [38] Mahardhini, S., Meidyawati, R., Artiningsih, D. A. N. P., Amalia, M. (2021). Effects of Epoxy Resin and Calcium Silicate-Based Root Canal Sealer on Fiber Post Adhesion. *Journal of International Dental and Medical Research*, 14(1), 173-179.
- [39] El-Ma'aita, A. M., Qualtrough, A. J., Watts, D. C. (2013). The effect of smear layer on the push-out bond strength of root canal calcium silicate cements. *Dental Materials*, 29(7), 797-803.
- [40] Yıldırım, T., Oruçoğlu, H., Çobankara, F. K. (2008). Long-term evaluation of the influence of smear layer on the apical sealing ability of MTA. *Journal of Endodontics*, 34(12), 1537-1540.
- [41] Teixeira, F. B., Teixeira, E. C., Thompson, J. Y., Trope, M. (2004). Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. *The Journal of the American Dental Association*, 135(5), 646-652.
- [42] Eldeniz, A. U., Erdemir, A., Belli, S. (2005). Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *Journal of Endodontics*, 31(4), 293-296.
- [43] Reyhani, M. F., Ghasemi, N., Rahimi, S., Milani, A. S., Mokhtari, H., Shakouie, S., Safarvand, H. (2014). Push-out bond strength of Dorifill, Epiphany and MTA-Fillapex sealers to root canal dentin with and without smear layer. *Iranian Endodontic Journal*, 9(4), 246.
- [44] Souza, M. A., Rauber, M. G. P., Zuchi, N., Bonacina, L. V., Ricci, R., Dias, C. T., Palhano, H. S. (2019). Influence of final irrigation protocols and endodontic sealer on bond strength of root filling material with root dentin previously treated with photodynamic therapy. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 26, 137-141.
- [45] Guneser, M. B., Akbulut, M. B., Eldeniz, A. U. (2013). Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of biodentine and conventional root perforation repair materials. *Journal of Endodontics*, 39(3), 380-384.
- [46] De Assis, D. F., Do Prado, M., Simão, R. A. (2011). Evaluation of the interaction between endodontic sealers and dentin treated with different irrigant solutions. *Journal of Endodontics*, 37(11), 1550-1552.
- [47] Dinesh, K., Murthy, B. S., Narayana, I. N., Hegde, S., Madhu, K. S., Nagaraja, S. (2014). The effect of 2% chlorhexidine on the bond strength of two different obturating materials. *The journal of Contemporary Dental Practice*, 15(1), 82.
- [48] Agrawal, A., Paul, B., Mantri, S., Dube, K. (2015). The Effect of Different Irrigation Regiments on the Push out Bond Strength of MTA Fillapex Sealer to Dentin. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*, 1-8.

- [49] Çetinkaya, Y., Bodrumlu, E., Mutafa, M., Koçak, S., Sağlam, B. C., Türker, S. A. (2020). Effect of modified NaOCl irrigation solution on bond strength of bioceramic-based root canal sealer to dentin. *Indian Journal of Dental Research*, 31(4), 574.
- [50] Mjör, I., Nordahl, I. (1996) The density and branching of dentinal tubules in human teeth. *Archives of Oral Biology*, 41 (5), 401-412.