

# Farklı Yıkama Sistemlerinin, Kanal Dolgu Materyalinin Kök Kanalına Bağlanma Dayanımı Üzerine Olan Etkisinin İn-Vitro Olarak İncelenmesi

*In Vitro Investigation of the Effect of Different Irrigation Systems Connection Strength of the Canal Filling Material to the Root Canal*

Esin Özlek\*, Mert Gökay Eroğlu

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Van

## ÖZET

**Amaç:** Çalışmamızın amacı dişlerin şekillendirilmesi ve genişletmesi sırasında farklı yıkama sistemlerinin (EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA, ABD), EndoActivator (Dentsply, Tulsa, OK) ve Endo-Eze (Ultradent Product, South Jordan, UT, USA) yıkama ucunun) kullanılmasının, kanal patının bağlanma dayanımını artırıp artırmadığını araştırmaktır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmamızda standartlara uygun olarak seçilmiş 45 diş kullanılmıştır. Kanallar ProTaper Next nikel titanyum (Ni-Ti) kanal aletleri (Dentsply Maillefer, Balaigues, İsviçre) kullanılarak crown-down tekniği ile şekillendirilmiştir. Dişlerin irrigasyonu şekillendirme ve genişletme sırasında 1 ml %5.25 NaOCI kullanılarak EndoEze yıkama ucuyla yapılmış olup son irrigasyon işleminde gruplara ayrılmıştır. Gruplarda sırayla EndoVac, EndoActivator ve EndoEze yıkama ucu kullanılarak %5.25 NaOCI ve %17'lik EDTA ile irrigasyon yapılmıştır. Daha sonra kanallar AH Plus jet kanal patı ve Protaper Next gutta-perka kullanılarak tek kon tekniğine uygun olarak doldurulmuştur. 1 mm horizontal kesitler elde edilen örnekler, Shimadzu Universal Test Cihazına (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) bağlanmıştır. Push-out kuvveti, kanal dolgusunun dentine bağlantısında başarısızlık oluşana kadar uygulanmış ve elde edilen değerler Newton olarak kaydedilmiştir. Çalışmada elde edilen push-out bağlanma dayanım değerleri normal dağılım gösterdiği için aralarındaki farklılığın tespiti için tek yönlü varyans analizi ANOVA testi, gruplar arası farkın tespiti için Tukey's Post Hoc testi ( $p=0.05$ ) kullanılmıştır.

**Bulgular:** Yapılan istatistiksel analiz sonucu EndoVac cihazının kullanıldığı grubun daha yüksek bağlanma dayanımını gösterdiği belirlenmiştir.

**Sonuç:** EndoVac yıkama sistemi kök kanal dolgu materyalinin dentin bağlantısı açısından diğer sistemlere göre üstün bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** EndoVac, EndoActivator, EndoEze

## ABSTRACT

**Objective:** Aim of our study is to investigate whether using different irrigation systems (EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA, ABD), EndoActivator (Dentsply, Tulsa, OK) and Endo-Eze (Ultradent Product, South Jordan, UT, USA) irrigation tip) induces connection strength or not.

**Material and Method:** 45 properly chosen extracted and standard teeth were used in our study. Instrumentation performed using Protaper Next (Ni-Ti) files (Dentsply Maillefer, Balaigues, Switzerland) in crown-down technique. Irrigation of teeth is performed using Endo-Eze irrigation tips with 1 ml NaOCl with 5.25% of concentration during instrumentation and separated into 3 groups in final irrigation unlike the first stage. Irrigation performed of NaOCl with 5.25% and of EDTA with 17% concentration using EndoVac, EndoActivator and Endo-Eze respectively. Subsequently, obturation is performed properly to single-cone technique using AH-Plus Jet canal sealer and Protaper Next gutta-percha. Samples, consisting of 1 mm wide horizontal sections are connected to Shimadzu Universal Testing Machine (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan). Push-out force is applied till the observation of fail in canal filling to dentine connection and these values are saved in Newton unit. As push-out connection strength values obtained in the study showed normal distribution, One way ANOVA and Tukey's Post Hoc tests are used to determine the difference between groups ( $p=0.05$ ).

**Results:** According to statistical results, it is determined that samples in the group using EndoVac irrigation system showed higher connection strength.

**Conclusion:** EndoVac irrigation system is presented significantly superior to other systems in connection strength of the canal root filling material to the root canal.

**Key Words:** EndoVac, EndoActivator, EndoEze

## Giriş

İdeal bir kök kanal tedavisi iyi bir tanıdan sonra "Endodontik Triad" olarak adlandırılan kanalların uygun bir formda genişletilip şekillendirilmesi, dezenfekte edilmesi ve sızdırmaz bir şekilde doldurulması ile mümkün olmaktadır (1,2). Çürük, travma ya da iyatrojenik sebeplerle pulpası iltihaplanmış ya da canlılığını yitirip enfekte olmuş dişlerin kök kanallarında yer alan artık dokuların, enfekte pulpa içeriğinin, mikroorganizmaların ve mikrobiyal toksinlerin diş ve çevre dokulardan uzaklaştırılması kök kanal tedavisinin başarısının temelini oluşturmaktadır (3).

Hess tarafından 1925 yılında kök kanal anatomisinin karmaşık bir yapıya sahip olduğu ortaya konulmuş ve birçok yan kanalların varlığı ile çok köklü dişlerde kanallar arasında ağ şeklinde bağlantılar olduğu bildirilmiştir (1). İsthmuslar, oval çıkıntılar ve apikal deltalar gibi bu bölgelere mekanik preparasyon ile ulaşılabilir (4). Mekanik preparasyon ile ulaşamayan bu alanların dezenfeksiyonu ve temizlenebilmesi için şekillendirme işleminin irrigasyon ile desteklenmesi gerekmektedir (5,6).

Kök kanallarının mekanik olarak genişletme ve şekillendirme işlemi yapıldığı zaman kök kanal duvarında ve dentin tübüllerinin uzantılarında smear tabakası adı verilen bir tabaka meydana gelmektedir. Düzensiz bir yapıda olan bu tabaka dentin debriserlerini, canlı ve cansız pulpa doku artıklarını, bakteriler ve bakterilerin metabolik artıkları gibi organik materyalleri içermektedir (7). Bu yapının dentin tübüllerine penetre olarak kanal içi dezenfektanların ve medikamentlerin etkinliğini azaltıp aynı zamanda mikroorganizmalar için bir rezervuar görevi üstlendiği belirtilmiştir (7,8).

Uygun ve etkili bir şekilde yapılan yıkama işlemi, smear tabakasının tamamen uzaklaştırılmasını sağlayarak kanal tedavisinin başarısını ve kalitesini artırmaktadır. İrrigasyon solüsyonlarının maksimum etkinlik gösterebilmeleri için, tüm kök kanal duvarlarına temas etmeleri gerekmektedir (9). Geleneksel irrigasyon uygulaması olan dental enjektör ve kanüllerin kullanıldığı teknikte irrigasyon solüsyonunun iğne ucundan ancak 1 mm ileriye ulaşabildiği ortaya konmuştur. Bu nedenle, solüsyonun dentine penetrasyon derinliği ve tübüleri dezenfekte edebilme etkinliği sınırlı miktarda gerçekleşmektedir. İrrigasyon solüsyonlarının etkinliklerini ve dentine penetrasyon derinliklerini arttırmak amacıyla kök kanal aletleri, güta-perka, plastik aletler, sonik ve ultrasonik cihazların kullanıldığı farklı sistemler geliştirilmiştir (10,11).

Sonik irrigasyon sistemlerinden bir tanesi olan EndoActivator (Dentsply, Tulsa, OK, ABD) (Şekil 1) sistemi; taşınabilen bir mikromotor ve farklı boyutlarda polimer uçlardan meydana gelen bir sistemdir. Dakikada 2000, 6000 ve 10000 devirde hız seçenekleri bulunmaktadır. Smear tabakasını ve biyofilmi uzaklaştırabilmek için dakikada 10000 devir (cpm) ile çalışması önerilmektedir (11).

EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA, ABD) (Şekil 2) ise negatif basınçlı bir sistem olup kök kanal tedavilerinin irrigasyon aşamasına eşdeğeri olmayan güvenli yeni bir yöntem sunmaktadır. Kanüllerin veya yan kanallı iğnelerin (side port needle) kullanıldığı pozitif basınç sistemlerinden farklı olarak; gerçek bir negatif basınç sistemi olan EndoVac, sıvıya tahliye yöntemiyle apikal bir yol çizer. Sistemde apikal sonlanmada negatif bir basınç kullanıldığı için, irrigasyon solüsyonu apikal foramenden geri emilmekte ve apikalden taşmaları engellemektedir (12).



Şekil 1. EndoActivator.



Şekil 2. EndoVac.

Literatürde farklı yıkama sistemlerinin smear tabakasını uzaklaştırmasına olan etkinin incelendiği birçok çalışma bulunmasına karşın kanal dolgu materyalinin kök kanalına bağlanma dayanımı üzerine olan etkisi ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. Bundan dolayı bu çalışmanın amacı; farklı yıkama sistemlerinin kullanımının kanal dolgu materyalinin kök kanalına bağlanma dayanımı üzerine olan etkisini değerlendirmektir.

## Gereç ve Yöntem

Çalışmamızın etik kurul onayı Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nden alınmıştır. Bu çalışmada periodontal nedenlerle çekilmiş 45 adet, çürüksüz, apikal gelişimini tamamlamış insan alt premolar dişler kullanılmıştır. Kuron ya da kök kırığı mevcut olan, kök gelişimi tamamlanmamış, birden fazla kök kanalına sahip olan dişler ve kalsifiye kanalları olan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Yumuşak ve sert doku artıkları bir kretuar (No:2, Hu-Friedy Mfg. Co Inc., Leimen, Almanya) ve bisturi yardımıyla temizlendikten sonra dişler kullanılabilecek kadar oda sıcaklığında distile suda bekletilmiştir.

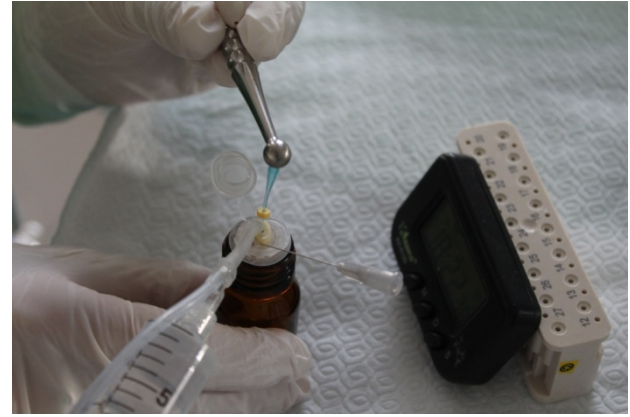
Tüm dişlere devamlı su soğutması altında, yüksek türbinli aeratör ve elmas fissür frez kullanılarak giriş kavitesi açılmıştır. Dişlerin apikallerinin açık olup olmadığı 15 numara K tipi kanal aleti (Mani Inc., Tochigi, Japonya) ile kontrol edilmiştir. Apikalden kanal eğesinin 1 mm'den daha fazla çıkmasına izin veren apikal formane sahip dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Böylece birbirine yakın apikal daralıma sahip dişler çalışmaya dahil edilmiştir. 15 numaralı K tipi kanal aleti apikal foramenden görünecek şekilde yerleştirilerek dişlerin boyları tekrar ölçülmüştür ve çalışma boyu bu boydan 1 mm geride olacak şekilde belirlenmiştir.

Kök kanalları ProTaper Next nikel titanyum (Ni-Ti) eğeler (Dentsply Maillefer, Balaigues, İsviçre) kullanılarak crown-down tekniği ile şekillendirilmiştir. Bu döner aletler üretici firmanın talimatlarına göre sırasıyla X1, X2, X3 ve X4 olacak şekilde, X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Balaigues, İsviçre) endodontik motor ile 250 rpm hızda kullanılmıştır. Kanalların apikali X4'e kadar genişletilmiştir.

Genişletme ve şekillendirme işlemi sırasında tüm örneklerde her eğeden sonra 1 ml %5.25 NaOCl solüsyonu 15 saniye boyunca Endo-Eze yıkama ucu (Ultradent Product, South Jordan, UT, USA) kullanılarak irrigasyon yapılmıştır. Şekillendirme ve genişletme işlemi tamamlandıktan sonra smear

tabakasını uzaklaştırma protokolüne uygun irrigasyon işlemi yapılmıştır. Dişler uygulanacak son irrigasyona göre her grupta 15 diş olacak şekilde rastgele aşağıda yer alan üç gruba ayrılmıştır (n=15).

Grup A; son irrigasyon işlemi EndoVac cihazının makro kanül (Şekil 3) ve mikro kanül uçları kullanılarak 6 cc NaOCl ve 2 cc EDTA olmak üzere toplamda 10 cc NaOCl ve 2 cc EDTA solüsyonu kullanılarak yapılmıştır. Irrigasyon protokolü tablo 1'te belirtilmiştir.



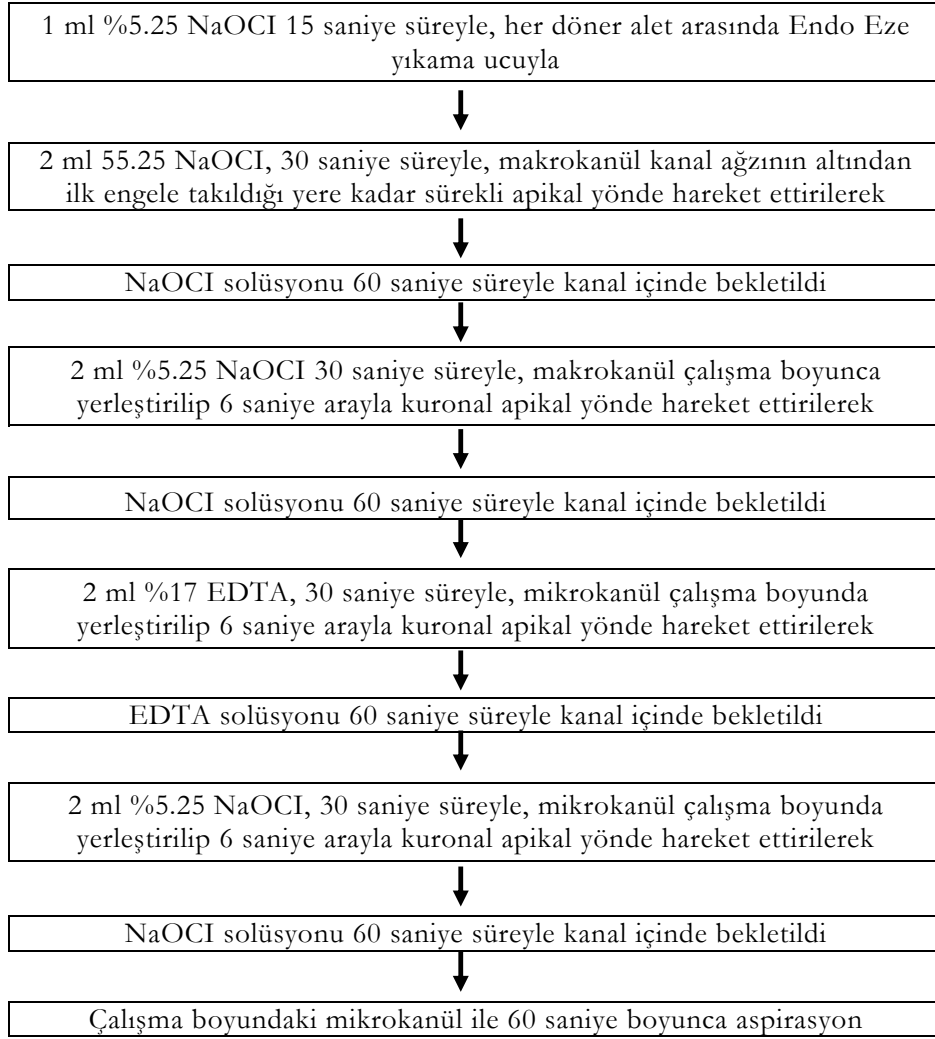
Şekil 3. Makro kanül ucu ile yapılan irrigasyon.

Grup B; son irrigasyon işlemi sırasıyla 2 ml %5.25 NaOCl, 2 ml %5.25 NaOCl, 2 ml %17'lik EDTA, 2 ml %5.25 NaOCl solüsyonu Endo-Eze yıkama ucu ile kanala zerk edildikten sonra EndoActivator (Dentsply, Tulsa, OK) cihazının kırmızı ucu ile (25/04) (çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde yerleştirilerek) dakikada 10.000 titreşimle 1 dakika boyunca aktive edilerek yapılmıştır.

Grup C; son irrigasyon işlemi 30 sn süreyle sırasıyla 2 ml %5.25 NaOCl, 2 ml %5.25 NaOCl, 2 ml %17'lik EDTA, 2 ml %5.25 NaOCl solüsyonu Endo-Eze (Ultradent Product, South Jordan, UT, USA) yıkama ucu kullanılarak yapılmıştır.

Tüm örneklerin kök kanalları, EDTA ve NaOCl solüsyonlarının uzun dönem etkilerini kaldırmak için 2 ml distile su ile yıkanmıştır. ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Balaigues, Switzerland) sistemi ile uyumlu paper point ile kanallar kurulanmıştır. Preparasyon X4 numaralı kanal aleti ile sonlandırılmış olduğundan X4 numaralı ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Balaigues, Switzerland) güta-perka ile AH Plus Jet (Dentsply, D-Trey, Konstanz, Germany) kanal patı kullanılarak örneklerin tek kon tekniğiyle kanal dolumu yapılmıştır. Daha sonra örnekler kanal dolgu patınının tam olarak sertleşmesi için 37°C'de %100 nemli ortamda 7 gün boyunca saklanmıştır.

**Tablo 1.** Yıkama Protokolü



Örnekler kesme cihazına (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) (Şekil 4) bağlanmıştır. Daha sonra soğutması altında elmas disk kullanılarak her bir kökün uzun aksına dik olacak şekilde apikalden kuronale doğru 1 mm kalınlığında 6 adet horizontal kesit elde edilmiştir. Her bir deney grubu için 90 adet horizontal kesit elde edilmiştir (n=90). Kesitlerin kalınlıkları Astor dijital kumpas (Mitutoyo Corp, Kanogawa, Japonya) ile kontrol edilmiştir.

Her bir kesit ortasında boşluk olan paslanmaz çelik kaideye sabitlenmiş ve Shimadzu Universal Test Cihazına (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) bağlanmıştır. Push-out testi için, apiko-kural yönde, 1 mm çapında paslanmaz çelik silindirik uç kullanılarak 1 mm/dk. Hızla kuvvet uygulanmıştır (Şekil 5). Push-out kuvveti, kanal dolgusunun dentine bağlantısında başarısızlık oluşana kadar uygulanmıştır. Bu kuvvet Trapezium X Software (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) ile newton olarak kaydedilmiş ve bağlanma

dayanımını megapascal (MPa) olarak ifade etmek için formülü kullanılmıştır. Bu formüle göre her bir kesit alanı, kural ve apikal çevre uzunluğu toplamı yükseklikle (1 mm) çarpılıp ikiye bölünerek hesaplanmıştır (13).

Çalışmada elde edilen veriler normal dağılım gösterdiği için aralarındaki farklılığın tespiti için tek yönlü varyans analizi ANOVA testi, gruplar arası farkın tespiti için Tukey's Post Hoc testi (p=0,05) kullanılmıştır.

## Bulgular

Sonuçlar değerlendirildiğinde, EndoVac grubu istatistiksel olarak EndoActivator (p=0,033) ve Endo-Eze (p=0,026) gruplarından anlamlı düzeyde üstün çıkmış, EndoActivator grubunun Endo-Eze grubuna olan üstünlüğü istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=0,996) (Tablo 2).



Şekil 4. İsoMet Cihazı (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD).



Şekil 5. Universal test cihazı ile push-out testinin uygulanması.

Tablo 2. Grupların istatistiksel analizi

Grup Adı	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std.Sp.
EndoVac	90	1.77	45.96	9.566	7.641
EndoActivator	90	0.22	20.61	7.252	5.281
Endo-Eze	90	0.22	20.61	7.176	5.241

## Tartışma

Çalışmamızda klinik koşulları mümkün olduğunca yansıtabilmesi amacıyla insan dişleri kullanılmıştır. Standardizasyonda sorun oluşturabilecek kök çürüğü, çatlak, kırık ve kök ucu gelişiminin tam olmaması gibi durumlar tespit edilip bu dişler çalışma dışında bırakılmıştır. Farklı yıkama sistemlerinin kullanımı sırasında üretici firmaların önerileri göz önünde bulundurulmuştur. Uygulamaların tümü bir kişi tarafından gerçekleştirilmesi deney sırasında uygulayıcı farklılığından kaynaklanabilecek hataları ve farklılıkları en aza indirmiştir.

Yapılan birçok çalışmada farklı miktar, pH, konsantrasyon ve uygulama süreleri kullanılmış olsa da günümüzde debris ve smear tabakasını kök kanal duvarlarından uzaklaştırmak amacıyla kök kanalları yaygın olarak etilen diamin tetraasetik asidi (EDTA) takiben sodyum hipoklorit (NaOCl) ile yıkanmaktadır (14,15). Biz de çalışmamızda smear tabakasının kaldırılmasında standart yıkama protokolü olan %17 EDTA ve %5.25 NaOCl kullandık.

Smear tabakasının uzaklaştırılmasının kök kanal patlarının bağlantısına etkisi çok sayıda çalışmada

değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmaların bir çoğunda smear tabakasının uzaklaştırılmasının, kanal patının açılan dentin tübüllerine penetre olmasını sağlayacağı ve mikro-retansiyonunu artıracığı bildirilmiştir (13,16).

Endodontik materyallerin kök dentin duvarlarına bağlantısı geleneksel makaslama ve push-out testleri gibi farklı test yöntemleri ile değerlendirilebilir (16). Push-out testinde kırılmaların detin-rezin bağlanma yüzeyine paralel olduğu ve klinikte benzer olduğu bildirilmiştir (17). Bu durum push-out testinin geleneksel makaslama testine göre daha doğru bir değerlendirme imkanı sağlamasına yol açmaktadır. Bundan dolayı bizim çalışmamızda push-out test yöntemi kullanılmıştır.

Push-out testinde sonuçların yanlış yorumlanmasına yol açacak bir sürtünme kuvveti meydana gelebilmektedir. Bu kuvvetin ortadan kaldırılması için 1 mm kalınlığındaki örneklerin kullanılmasının güvenilir olduğu bildirilmiştir (16). Ancak bazı çalışmalarda erken dönemde kanal patının bağlantısının bozulabileceği ve bu durumu önlemek için ise 2 mm kesitlerin kullanıldığı bildirilmiştir (18,19). Biz çalışmamızda sürtünmeye bağlı homojen olmayan stres dağılımını azaltmak

için 1 mm kalınlığında kesitler kullandık. Böylece kök kanal dolgu materyalinin temas alanını azaltarak sürtünme kuvvetini azaltmış olduk.

Son irrigasyonda yapılan farklı aktivasyon tekniklerinin epoksi-rezin içerikli kanal patının bağlanma dayanımı üzerine olan etkisinin incelendiği çalışmada; CanalBrush, ultrasonikler ve güta-perka ile yapılan aktivasyonun sonucunda kuronal bölgede orta ve apikal bölgeye göre tüm gruplar için daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiği, aktivasyonun yapılmadığı kontrol grubunda apikal bölge de diğer gruplara göre bağlanma dayanımının daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızla benzer sonuçlar vermektedir. Bizim çalışmamızda aktivasyonun yapılmadığı Endo-Eze yıkama ucunun kullanıldığı grubun, EndoVac ve EndoActivatore göre daha düşük bağlanma gösterdiği, bu farkın EndoVac ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu, EndoActivator ile karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır (20).

Yapılan bir çalışmada farklı final irrigasyon teknikleri (EndoVac, manuel dinamik aktivasyon ve devamlı ultrasonik irrigasyon) karşılaştırılmış ve EndoVac cihazının tüm teknikler içinde en etkili temizlik sağladığı ve kalan debris miktarının istatistiksel olarak anlamlı derecede az olduğunu bildirilmiştir (21). Ancak dental enjektör ile yapılan yıkamanın smear tabakasını kaldırmada yetersiz kaldığını bildirilen çalışmalara karşın tam tersini savunan çalışmalar da bulunmaktadır. Wu ve ark. (23), elle yapılan yıkamanın ultrasonikler ile yapılan yıkamaya göre istatistiksel olarak daha az etkin bulunmasına rağmen kanal içi debrisin ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında diğer yöntemler kadar etkin olabileceğini bildirmişlerdir.

Uroz-Torres ve ark. (24) yaptıkları bir çalışmada, %17'lik EDTA ve %4'lük NaOCl solüsyonlarının EndoActivator cihazı ve dental enjektör ile kullanımı sonrasında kök kanallarında kalan smear tabakasını SEM görüntülerini inceleyerek karşılaştırmışlardır. EndoActivator kullanımının smear tabakasını kaldırmada istatistiksel olarak anlamlı derecede daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızı destekler niteliktedir.

Yaptığımız çalışmada, kanal içindeki sıvıların daha fazla hareket etmesini sağlayan ve apikal negatif basınç prensibiyle çalışan EndoVac yıkama cihazının kanal patının bağlanma dayanımını artırdığını bulduk. Bu sonuç ile; kök kanallarının yıkanmasında kullanılan yöntemin frekansının ve

sıvıların oluşturduğu tribulansın şiddetinin artırılmasının daha etkin bir yıkama sağlayarak, kök kanal patının bağlantı dayanımını arttırabileceğini düşünmekteyiz.

## Kaynaklar

1. Bayırlı G. Endodontik Tedavi. Ü Basımevi, İstanbul, 1991.
2. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. J Endod 2009; 35(6): 791-804.
3. Buck R, Eleazer PD, Staat RH. In Vitro Disinfection of Dentinal Tubules by Various Endodontics Irrigants. Journal of Endodontics 1999; 25(12): 786-788.
4. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. J Endod 2004; 30(8): 559-567.
5. Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. Endodontic Topics 2005; 10: 103-122.
6. Svec TA, Harrison JW. Chemomechanical removal of pulpal and dentinal debris with sodium hypochlorite and hydrogen peroxide vs normal saline solution. J Endod 1977; 3(2): 49-53.
7. 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, & Endodontics 2002; 94(6): 658-666.
8. Wu MK, de Schwartz FB, van der Sluis LW, Wesselink PR. The quality of root fillings remaining in mandibular incisors after root-end cavity preparation. Int Endod J 2001; 34(8): 613-619.
9. Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod 2006; 32(5): 389-398.
10. Rath Z. Effectiveness of root canal irrigation. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol 1977; 44(2):306-312.
11. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. J Endod 2009; 35(6): 791-804.
12. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. J Endod 2009; 35(4): 545-549.
13. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil JP, Neumann K, et al. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. International Endodontic Journal 2006; 39 (10): 809-818.
14. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal

- irrigation regimens. *J Endod* 1987; 13(4): 147-157.
15. Liolios E, Economides N, Parisis-Messimeris S, Boutsioukis A. The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation. *Int Endod J* 1997; 30(1): 51-57.
  16. Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J Dent* 2007; 35(11): 827-835.
  17. Drummond JL, Sakaguchi RL, Racean DC, Wozny J, Steinberg AD. Testing mode and surface treatment effects on dentin bonding. *J Biomed Mater Res* 1996; 32(4): 533-541.
  18. Gesi A, Raffaelli O, Goracci C, Pashley DH, Tay FR, Ferrari M. Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J Endod* 2005; 31(11): 809-813.
  19. Hashem AA, Ghoneim AG, Lutfy RA, Fouda MY. The effect of different irrigating solutions on bond strength of two root canal-filling systems. *J Endod* 2009; 35(4): 537-540.
  20. 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. *J Endod* 2014; 40(6): 862-866.
  21. Jiang LM, Lak B, Eijsvogels LM, Wesselink P, van der Sluis LW. Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. *J Endod* 2012; 38(6): 838-841.
  22. Shokouhinejad N, Sharifian MR, Jafari M, Sabeti MA. Push-out bond strength of Resilon/Epiphany self-etch and gutta-percha/AH26 after different irrigation protocols. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 110(5): 88-92.
  23. Wu MK, de Schwartz FB, van der Sluis LW, Wesselink PR. The quality of root fillings remaining in mandibular incisors after root-end cavity preparation. *Int Endod J* 2001; 34(8): 613-619.
  24. Uroz-Torres D, González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. *J Endod* 2010; 36(2): 308-311.