

ÜÇ FARKLI APEKS BULUCUNUN NaOCl VARLIĞINDA KANAL ÇALIŞMA BOYU BELİRLEME ETKİNLİKLERİNİN *İN VİTRO* KARŞILAŞTIRILMASI

In vitro comparison of canal working length determination with NaOCl of three different apex locators

A. Enes ERDOĞAN

Bade SONAT

ÖZET

Bu in vitro çalışmanın amacı, üç farklı gelişmiş elektronik apeks bulucunun kanal çalışma boyunu tesbitinde ki başarısını belirlemek ve birbirleriyle karşılaştırmaktır. Çalışmamızda kök oluşumunu tamamlamış rezorpsiyon bulunmayan, çürüksüz 36 adet üst santral diş kullanılmıştır. Belirli bir referans olması için dişler mine sement sınırından kesilmiştir. Kök kanallarının 1/3 lük kısmında Gates glidden frezler kullanılarak eğelere rahat bir giriş sağlanmıştır. Her dişin uzunluğu #15 nolu K-file kullanılarak X8 büyütmeli stereomikroskop altında eğenin ucu apikal foramenden görülünceye kadar ilerletilerek ölçülmüştür. Ölçümler üç kere tekrarlanmış ve ortalamalar her diş için gerçek uzunluk olarak kaydedilmiştir. Sonra dişler aljinat modele gömülmüş ve elektronik apeks bulucular ile ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümler de 3 kez tekrarlanarak ortalaması alınmıştır. Ortalamalar Root ZX Mini uzunluğu(RU), Propex Pixi uzunluğu(PU), Ipex II uzunluğu (I2U) olarak kaydedilmiştir. Her elektronik apeks bulucularla ölçülen değerler birbirleriyle ve gerçek uzunluklar ile karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analizler Sample Paired t testi kullanılarak yapılmıştır. Parametreler arasındaki anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlendi. Sonuçların analizleri cihazların minör forameni belirlemedeki güvenilirliklerini ± 0.5 tolerans aralığında değerlendirildiğinde Propex Pixi %94.5, Mini Root ZX için %94.5, Ipex II için ise %97.2 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları Propex Pixi, Mini Root ZX, Ipex II 'nin kök kanal çalışma boyunu tespit etmede doğru ve güvenilir cihazlar olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektronik apeks bulucu, çalışma uzunluğu, Mini Root ZX, Propex Pixi, Ipex II

ABSTRACT

In vitro comparison of Canal working length determination with NaOCl of three different apex locators.

The aim of this in vitro study is the compare and determine the success of three different modern electronic apex locators.

In this study 36 undecayed upper central teeth have been used. To have a certain reference the teeth have been cut from the cemento enamel junction limit. Easy access has been achieved by using gates-glidden drills to the files of 1/3 of the coronal root canals. Each teeth length has been measured by using #15 K-File X8 magnified stereomicroscope pushing forward until the tip is visible from the apical foramen. The measurements have been repeated three times and the mean for each tooth has been recorded as actual lengths (AL). Later the teeth have been embedded to the alginat placed in plastic boxes and are measured with %5.25 NaOCl in the root canals via #15 K-File electronic apex locators. The mean of the measurements has been taken after repeating them thrice. They are recorded as RU, PU and I2U. All values measured from each electronic apex locator have been compared with the results and actual lengths. The statistical analysis has been made with Sample paired t test. The relevance between the parameters is determined as $p < 0.05$. The analysis of the results when evaluated with ± 0.5 mm tolerance for the determination accuracy of the minor foramen were % 94.5 for Propex Pixi, % 94.5 for Mini Root ZX and % 97.2 for Ipex II.

The results of this study have shown that Propex Pixi, Mini Root ZX and Ipex II are accurate and reliable in determining the root canal working length.

Keywords: Electronic Apex Locator, working length, Propex Pixi, Mini Root ZX, Ipex II

GİRİŞ VE AMAÇ

Endodontik tedavide gerçek kanal uzunluğunun tam olarak belirlenmesi kök kanalının preparasyonu ve etkili temizlenmesi için en önemli basamaktır. Kanal tedavisi aşamalarının, kök kanal sistemi içerisinde tutulması gerektiği kabul edilen bir görüştür ve bu nedenle Çalışma boyunun apikal sınırı hassas bir şekilde tespit edilmelidir.¹⁻³

Şekillendirme, yıkama ve doldurma işlemleri apikal daralmada sonlandırıldığında ideal bir periapikal doku iyileşmesi sağlanmış olur.^{2,4,5}

Kanal tedavisinde çalışma boyunun tespitinde, en yaygın olarak kullanılan yöntem geleneksel periapikal radyografilerdir. Bunun yanı sıra teknolojik gelişmelere bağlı olarak, dijital radyografi cihazları ve elektronik apeks bulucular da kullanılmaktadır.⁵

Gordon ve Chandler⁵ çalışma uzunluğu tespit etmek için elektronik metodun ilk kez Custer(1918) tarafından denendiğini belirtmişlerdir. Custer; oral mukozaya yerleştirdiği bir elektrot ve kök kanalına yerleştirdiği kanal aleti arasına bir voltaj uygulamış ve oluşan elektrik akımının değerini ölçerek foramen apikalenin yerini tespit etmiştir.

Guisse ve arkadaşları⁶ Suzuki'nin(1942) oral mukoza ile periodontal ligament arasındaki elektrik direncini ölçen bir alet geliştirdiğini bildirmişlerdir. Suzuki; köpek dişlerinde yaptığı çalışmada; kanal içerisine yerleştirilen kanal aleti ile oral mukoza'ya yerleştirilen bir elektrot arasında elektriksel olarak 6,5 kΩ'luk bir direncin olduğunu ve bu direncin ağız içinde her yerde aynı olduğunu bulmuştur.

Sunada⁷ çalışmasında; hastaların yaşlarına ya da dişlerin tipine ve şekline bağlı olmaksızın, kanal aletinin ucu apikal forameni geçerek periodontal membrana ulaştığında, müköz membran ile periodonsiyum arasındaki elektrik direncinin yaklaşık 6,5 kΩ olduğunu tespit etmiştir.

Yıllar sonra elektronik cihazlarda rezistans ölçme fikri bir elektrik prensibi olan

empedans ölçme fikrine yerini bırakmış ve empedans tip elektronik apeks bulucular kliniklerde daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Çok kısa bir süre sonra bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak frekans tip ve orantı tip elektronik apeks bulucular endodontistlerin hizmetine sunulmuştur.^{3,5,8-10}

Üçüncü nesil elektronik apeks bulucular olarak bilinen frekans tip apeks bulucular ikinci nesil apeks bulucular ile benzerdir. Ancak bu cihazlar kanal boyunu ölçmek için iki farklı frekans kullanırlar. Bu sayede elde ettikleri ölçümleri matematiksel ve algoritmik olarak hesaplayarak gerçeğe çok yakın ölçümler verebilmektedirler.^{3,10}

İlk orijinal 3. nesil elektronik apeks bulucu olan Apit/Endex (Osada Electric Co, Tokyo,) adıyla piyasaya sürülmüştür.¹¹ Apit/Endex'i daha önceki apeks buluculardan ayıran en önemli özellik; iki farklı frekans kullanması ve kanal içinin elektrolit özellikte bir sıvı ile dolu olduğu durumda bile doğru ölçüm yapabilmesidir. Frank ve Torabinejad¹¹ ise Apit/Endex'i; apikal darlığı $\pm 0,5$ mm mesafede tespit etmede %89.64 oranında başarılı bulmuşlardır.

Dördüncü Nesil Apeks Bulucular (Orantı Tip) iki farklı dalga boyuna sahip iki elektriksel akımın anında ölçülmesi ve foramen apikale yakınlarındaki bu elektriksel değişimleri tespit edebilme prensibine göre çalışır.^{3,5}

Welk ve ark.¹³ çalışmalarında dördüncü nesil ApexFinder AFA'nın apikal daralmanın belirlenmesindeki başarısını %34,4 olarak belirlemişlerdir.¹² Hoer ve Atin (2004) yine orantı tip aletlerden Justwo'yu % 82,4 Endy 5000 marka aleti ise %81 oranında başarılı bulmuşlardır. Tınaz ve ark.¹⁴ *in vitro* koşullarda Bingo 1020 cihazını denemiş kanal ağızlarının önceden genişletmenin elektronik ölçümler üzerindeki etkisini incelemiş ve Root ZX kadar tutarlı ölçümler verdiğini belirlemişlerdir.¹ Bu alet daha sonra Ray-Pex 5 adıyla piyasaya sunulmuştur.

Multifrekanslı ikiden çok frekans kullanarak çalışma boyunun tespit eden apeks bulucuların en önemli özelliği, hesaplamayı sinyalin enerjisini kullanarak yapmasıdır. Diğer multifrekanslı elektronik apeks bulucular

ise hesaplamayı sinyalin amplitüd'ünü kullanarak yaparlar.¹⁵ Plotino ve ark.¹⁵ 2006 yılında multifrekanslı Root ZX, Elements Diagnostic Unit ve Propex 'in doğruluğunu *ex vivo* olarak araştırmışlar.

He ve ark.¹⁶ değişik solüsyonların (% 0.9 NaCl, %5.25 NaOCI, kan ve %17 EDTA) varlığında Raypex 5'in çalışma uzunluğunu belirlemesindeki hassasiyetini değerlendirmişler. ±0,5 mm de NaCl varlığında % 91.5, NaOCI varlığında %91.5, kan varlığında %100 ve EDTA varlığında % 97.8 doğruluk bildirmişlerdir .

Meares ve Steiman¹⁷ NaOCI'in farklı konsantrasyonlarının,Root ZX' in ölçüm doğruluğunu etkileyip etkilemediğini araştırıldıkları bir çalışmaya göre, %2,65 ve %5,25'lik konsantrasyonlar arasında apikal darlığı tesbit etmedeki başarısını %83 olduğunu bulmuşlardır.

Çalışmamızda; çekilmiş insan dişlerinde, üç farklı tipte elektronik apeks bulucunun (Root ZX, Ipex II, Propex Pixi) kök kanallarında irrigasyon solüsyonu olarak sodyum hipoklorit kullanıldığında doğruluklarının değerlendirilmesi ve kıyaslanması amaçlanmıştır.

GEREÇ YÖNTEM

Bu araştırma için 36 adet tek köklü, kök rezorbsiyonu olmayan, çürüksüz ve restorasyonsuz yeni çekilmiş üst santral dişler kullanılmıştır. Kök kırığı olan ya da açık apeksli dişler veya kök kanalları tıkalı olan dişler çalışmadan çıkarılmıştır. Dişler üzerindeki periodontal ligamentin uzaklaştırılması için 2 saat süre ile %5,25 NaOCI (Sultan Chemists, Inc, Englewood,NJ,USA) solüsyonunda bekletilmiştir. Kök yüzeyinde kalan organik artıklar küret yardımı ile uzaklaştırılmıştır. Ardından kullanılacak dişler distile suda yıkanmıştır. Çalışma süresince dişler nem kaybetmesini engellemek için serum fizyolojik içerisinde bekletilmiştir

Yapılacak ölçümlerin sabit ve net bir referans yüzeyine göre yapılabilmesi için dişlerin kron kısımları kesilmiş, kanal ağızları şekillendirilmiştir.

Kanal ağızları belirlendikten sonra her dişin #15 numaralı K-File (VDW, Münih, Almanya) ile kök kanalları kontrol edilmiş ve tıkalı dişler çalışmadan çıkarılmıştır.

Gerçek kanal çalışma boyunun ölçülmesi:

Kök kanalları içerisine #15 no'lu K tipi eğe yerleştirilerek aletin ucu, X8 büyütme Zeiss stereomikroskop (Zeiss, Munich, Germany) altında foramen apikalede görülene dek kanalda ilerletilmiştir.Lastik rondel daha önceden şekillendirilmiş referans yüzeyine temas ettirilmiştir. Lastik rondel ısıtılmış mum ile kanal aleti üzerine sabitlendikten sonra bir dijital kumpas kullanılarak lastik rondel ile kanal aletinin ucu arasındaki mesafe ölçülmüştür. Bu uzunluktan 0,5 mm çıkartılarak elde edilen değer kaydedilmiştir.

Tüm dişler için ölçümler 3'er kez tekrarlandı ve ölçümlerin ortalaması alındı, gerçek uzunluklar (GU) kaydedildi.

Çalışma uzunluğunun elektronik apeks bulucular ile hesaplanması:

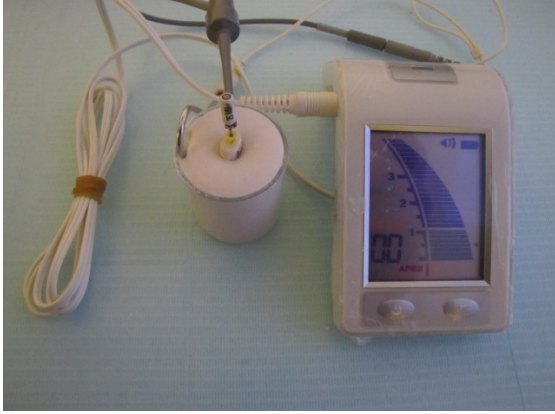
Dişler, plastik kutulara konulan aljinant içerisine gömülerek, dudak klipsi aljinat içerisine yerleştirilmiştir. Tüm ölçümler aljinatın nemli kaldığından emin olunması amacıyla, aljinant modelin hazırlanmasından iki saatlik süre içerisinde yapılmıştır. (resim 1)



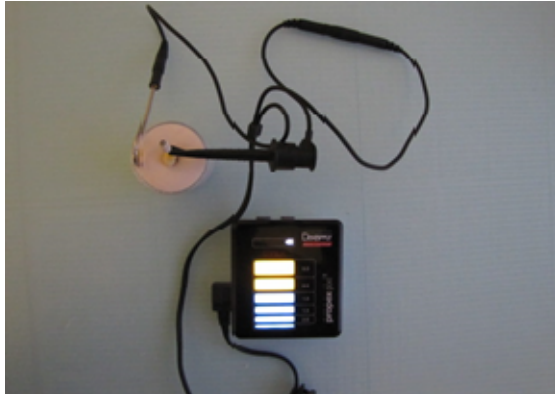
Resim 1. Elde edilen deney modelleri örnekleri

Root ZX Mini'nin(J Morita Corp, Propex Pixi'nin (Dentsply & Maillefer) ve IPex II'nin (NSK) eğe tutucularına yerleştirilmiş #15 no'lu K tipi paslanmaz çelik eğe, %5,25'lik NaOCI (Sultan Healthcare, Inc.) varlığında, kanal içerisinde ilerletilmiştir. Apeks bulucuların ışıklı göstergesi 0,0 (majör foramen) uyarısı görülene kadar ilerletilmiştir. Ardından lastik rondel diş üzerine oturtularak ısıtılmış mum ile eğe sabitlenmiştir. Lastik rondel ile kanal aletinin ucundaki mesafe dijital kumpas ile ölçülmüş, ardından minor

çapın belirlenmesi için bu ölçümden 0,5 mm çıkartılarak kaydedilmiştir. Her diş için ölçümler 3 kez tekrarlanıp ortalaması alınarak Root ZX Mini uzunluğu(RU) Propex Pixi uzunluğu(PU), Ipex II uzunluğu (I2U) olarak kaydedilmiştir.(Şekil 2 3,4)



Resim 2. Root ZX Mini ile hazırlanan deney düzeni



Resim 3. Propex Pixi ile hazırlanan deney düzeni



Resim 4. Ipex II ile hazırlanan deney düzeni

Ölçümlerin geçerli sayılabilmesi için apeks bulucuların gösterdiklerin değerin en az 5 saniye sabit kalması beklenmiştir.

Gerçek uzunluklar(GU) elektronik apeks buluculardan elde edilen uzunluklarla (RU, PU, I2U) karşılaştırılmıştır. Gerçek uzunluk elektronik apeks buluculardan elde edilen uzunlukdan çıkarılmış ve tablo haline getirilmiştir.

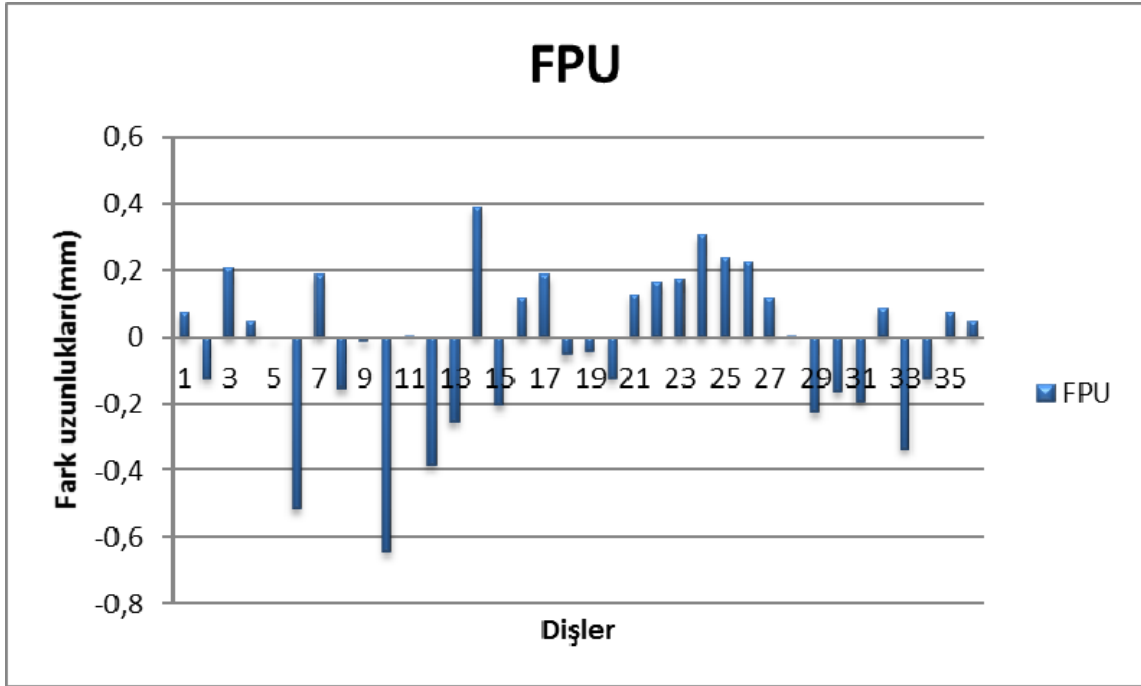
BULGULAR

Çalışmamızda, dişlerin kök kanal uzunluklarını ölçen üç adet elektronik apeks bulucu kullanılmıştır (Propex Pixi, Root ZX Mini, Ipex II). Apeks bulucular ile *in vitro* olarak majör apikal foramene olan mesafe ölçülmüş bu ölçümden 0,5 mm çıkartılarak tahmini minör apikal foramene olan uzaklık tespit edilmiştir. Apeks bulucular ile yapılan ölçümler stereomikroskop altında yapılan standart değer olarak kabul edilen her kökten elde edilen ölçümler ile karşılaştırılmıştır.

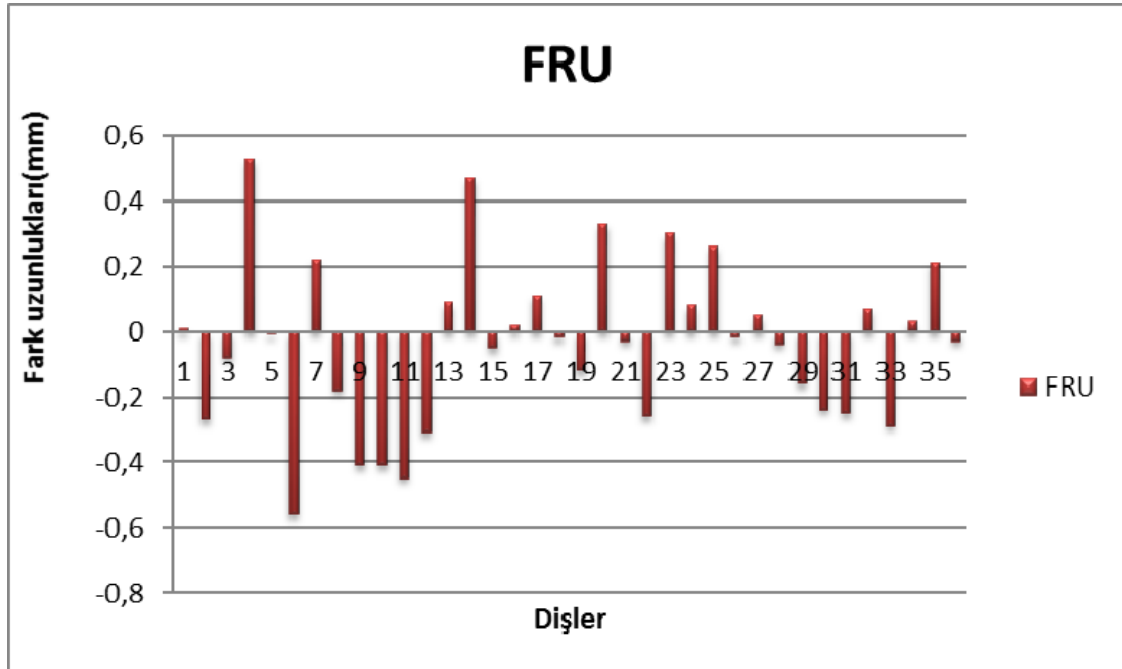
Apeks buluculardan elde edilen kanal boyu uzunluk bilgileri ile gerçek kanal boyu uzunluk bilgileri arasındaki karşılaştırmalar "Paired samples T test" istatistik yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analizler SPSS 20.0 for Windows kullanılarak yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak alınmıştır.

Sonuç olarak her üç apeks bulucunun ölçtüğü kanal boyu uzunluklarının gerçek kanal boyu uzunlukları ile oldukça uyumlu ve gerçeğe yakın sonuçlar olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda her üç apeks bulucunun ikili karşılaştırmalarında istatistiksel olarak fark yoktur.

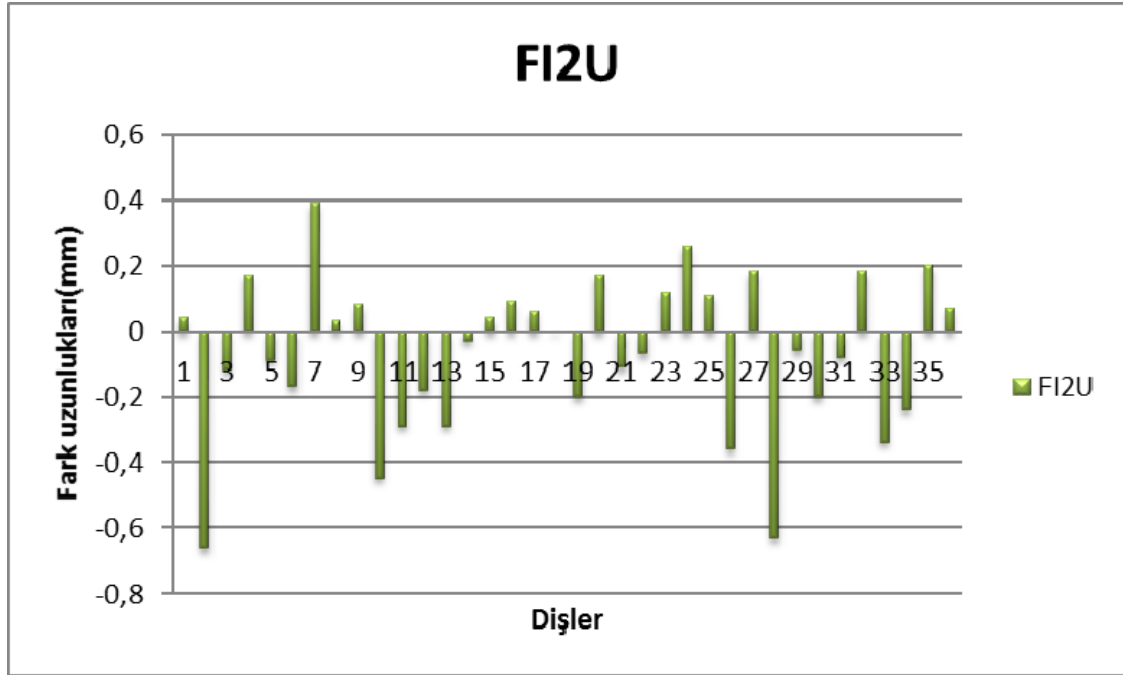
Pozitif değerler gerçek uzunluğu aşan ölçümleri (uzun), negatif değerler ise gerçek uzunluktan kısa ölçümleri belirtmektedir. Elektronik olarak saptanan ve gerçek değerler arasındaki farkın ortalaması her cihaz için hesaplanmıştır. Propex Pixi ile yapılmış ölçüm farkları(FPU), Root ZX Mini ile yapılmış ölçüm farkları(FRU) ve Ipex II ile yapılmış ölçüm farkları(FI2U) olarak kısaltılmıştır. Apeks bulucular ilgili bilgiler Grafik 1, 2, 3 de gösterilmiştir.



Grafik 1. Propex Pixi ile ölçülen uzunluklar ile gerçek uzunluklar arasındaki farkların dağılımı



Grafik 2. Root ZX Mini ile ölçülen uzunluklar ile gerçek uzunluklar arasındaki farkların dağılımı



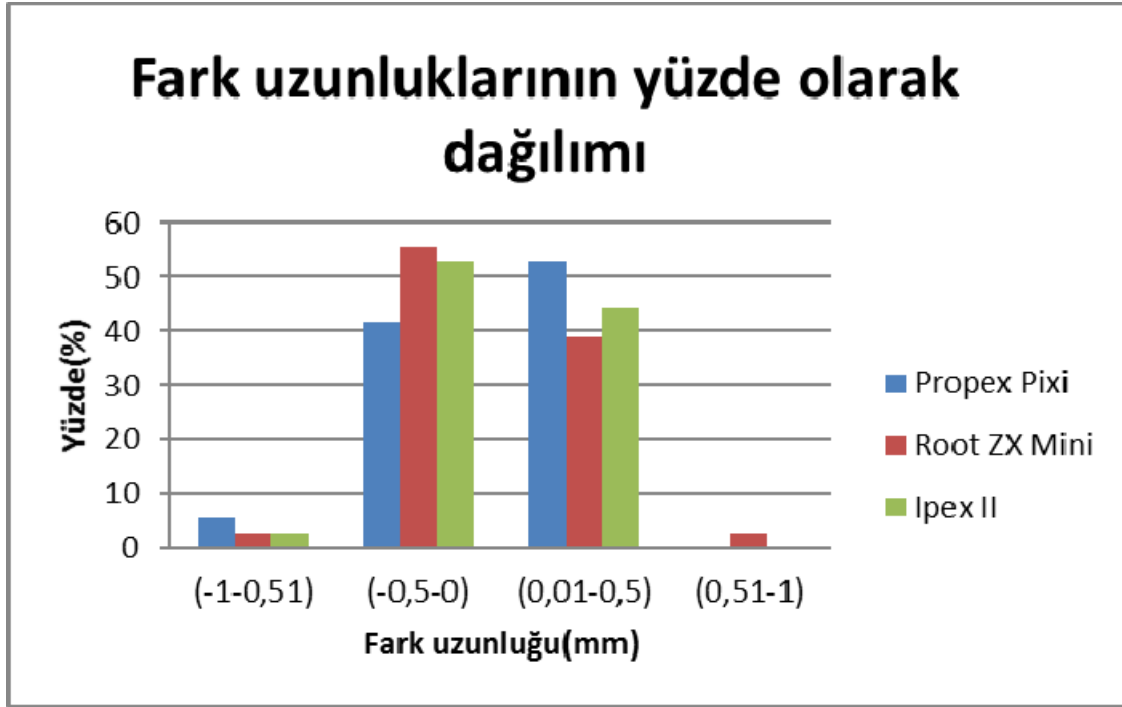
Grafik.2. IPex II ile ölçülen uzunluklar ile gerçek uzunluklar arasındaki farkların dağılımı

Apeks buluculardan elde edilen ölçümler ile gerçek ölçümler arasındaki fark uzunluklarının sayı ve yüzde dağılımı Tablo 1'de gösterilmiştir. Negatif değerler gerçek uzunluktan kısa ölçümleri göstermektedir.

Tablo 1. Gerçek uzunluğa olan mesafeler ve elde edilen gerçek uzunlukların bu mesafeler içindeki dağılımı

Gerçek uzunluğa olan uzaklık(mm)	PROPEX PIXI		ROOT ZX MINI		IPEX 2	
	n=36	%	n=36	%	n=36	%
(-1 ile -0,51)	2	5,6	1	2,8	1	2,8
(-0,5 ile 0,0)	15	41,7	20	55,6	19	52,8
(0,01 ile 0,5)	19	52,8	14	38,9	16	44,4
(0,51 ile 1)	0	0	1	2,8	0	0

Apeks bulucuların yaptığı çoğu ölçümün, gerçek uzunluğun $\pm 0,5$ mm içerisinde olduğunu göstermektedir. Major apikal foramene $\pm 0,5$ mm içinde olan ölçümlerin yüzdesi, Propex Pixi için % 94,5 Root ZX Mini için % 94,5 ve IPex II için % 97,2'tir. Gerçek uzunluğu $\pm 0,5 \pm 1$ mm arasında Propex Pixi %5,6 Root ZX Mini %5,6 ve IPex II %2,8'dir. Son olarak ± 1 mm'den fazla olan ölçüm, hiçbir elektronik apeks bulucu için saptanmamıştır. (Grafik 4)



Grafik 4. Üç elektronik apeks bulucunun ölçtüğü uzunlukların gerçek uzunluk ile arasındaki farkların yüzde dağılımı

TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinin başarısı için gerçek kök kanal uzunluğuna erişilmesi önemli bir basamaktır. Kök kanal boyu doğru tespit edilemez ise, kök kanal sisteminin temizlenmesi, şekillendirilmesi ve doldurulması doğru bir şekilde yapılamaz.^{5,18}

Birçok *in vivo* çalışmada elektronik apeks bulucuların ölçümlerinin doğruluğu kendi aralarında ve radyolojik yöntemlerle kıyaslanarak değerlendirilmiştir.^{5,19-21}

Campbell ve ark.²², Kaufman ve ark.²³, Wrbas ve ark.²⁴, Venturi ve Breschi²⁵, Pascon ark.²⁶, Herrera ve ark.²⁷ gibi birçok araştırmacı çalışmalarında elektronik apeks buluculardan elde ettikleri (majör foramen) ölçümlerden 0,5 mm çıkartmışlardır ve bu ölçümü gerçek kanal boyu olarak kabul ederek çalışmalarını kurgulamışlardır.^{22,23,24,25,26,27} Bizimde çalışmamızda aynı şekilde apikal foramen ile kronadaki (kole) referans noktası arasında yaptığımız ölçümden 0,5 mm çıkartarak bulunan sonuç gerçek kanal boyu olarak

kaydedilmiştir.

Çalışmamızda, dişlerin kök kanal uzunluk ölçümlerini değerlendirmek ve *in vivo* şartları taklit etmek için dişler aljinat bir model içerisine gömülmüştür. Huang²⁸ apeks bulucuların değerlendirilmesinde *in vitro* modellerin kullanılmasını desteklemektedir. Aynı şekilde Kaufmann ve Katz²⁹, Donnelly³⁰, Czerw ve ark.³¹ Meares ve ark.³² Bodur ve ark.³³ da *in vitro* çalışmalarında aljinat modelleri kullanmışlardır.

Apeks bulucuların üretici firmaları, apeks bulucuların doğru bir şekilde çalışması için kök kanalının nemli olmasının gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda, NaOCl'nin kliniklerde yaygın kullanılan bir irrigasyon solüsyonu olması ve birçok *in vitro* çalışmada kök kanalında iletken solüsyon olarak sodyum hipokloritin kullanılması nedeniyle %5.25'lik NaOCl tercih edilmiştir. NaOCl, irrigasyon iğnesi ile her bir dişin kök kanalı içerisine damlatılmış ve böylece kanalda iletken bir ortam sağlanarak apeks bulucuların doğru bir

yanıt vermesi sağlanmıştır.

Ebrahim ve ark.³⁴Dentaport ZX'in farklı çaptaki kök kanal aletlerini kullanarak önceden genişletilmiş kanallarda farklı irrigasyonlar ile beraber doğruluğunu değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak %5'lik ve %2,5'lik NaOCl ve %17 lik EDTA bulunmasının ve 1 küçük çaplı veya büyük çaplı kök kanal aletlerinin bu noktada doğruluğunu etkilemediğini belirtmişlerdir. Ancak klorhexidin kullanılan grupta ise küçük çapta kanal aleti kullanımının normal uzunluktan daha uzun bir ölçüm yaptığını saptamışlardır. Biz de klinikte preperasyon sırasında ve sonrasında rutin kullanılmasından dolayı NaOCl kullanmayı tercih ettik.

Elektronik apeks bulucular ile yapılan çalışmaların çok büyük bir bölümünde apikal darlık ya da foramen apikale'nin 0.5 mm ilerisinde veya gerisinde yapılan ölçümler başarılı ölçüm olarak kabul edilmiştir.³⁵⁻⁴⁰ Bu çalışmalarda apikal darlık-foramen apikale arası ortalama uzaklık 0,5 mm olarak kabul edildiği için, gerçek kanal uzunluğu ve elektronik apeks bulucu ile yapılan ölçümler $\pm 0,5$ mm'lik bir değer aralığında karşılaştırılmıştır. Bunun klinik koşullarda kabul edilebilir bir aralık olduğu ileri sürülerek bu aralıktaki ölçümler başarılı olarak ifade edilmiştir.

Çalışmamızda, minör foramenden referans alınan noktaya kadar olan uzaklık ölçümleri üç farklı elektronik apeks bulucu (Propex Pixi, Root ZX Mini, Ipex II) ve el ile ölçülmüştür. Bu ölçümler sonucunda standart değer olarak kabul edilen elle yapılan ölçümler dişlerin gerçek uzunlukları (GU) ile apeks bulucuların ölçtüğü değerler $\pm 0,5$ mm aralığında karşılaştırılmıştır. Ayrıca üç farklı apeks bulucunun ölçümleri de kendi aralarında karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Bizim çalışmamızda üç farklı apeks bulucunun kendi aralarındaki ve manuel ölçümleri ile karşılaştırmaları sonucunda aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p>0.05$)

Mancini ve ark.⁴¹ üç farklı apeks bulucunun(Endex, Root ZX, Propex II) apikal

forameni belirlemedeki başarısını dijital radyografiler ile karşılaştırarak değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında anterior, premolar ve molar dişler kullanmışlardır. ± 0.5 mm referans aralığında anterior ve molar dişlerde üç farklı apeks bulucu ve RVG cihazı premolar dişlere göre daha kötü sonuç vermiştir. Ayrıca üç farklı apeks bulucu arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Bizim çalışmamızda da Root ZX Mini, Propex Pixi $\pm 0,5$ mm aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu çalışma bizim çalışmada olduğu gibi apeks bulucular arasında fark olmaması açısından paralellik göstermektedir.

Stöber ve ark.⁴² Root ZX ve IPex apeks bulucularının doğruluk derecelerini $\pm 0,5$ mm referans aralığı ve ± 1 mm aralığında kesici, kanin, premolar dişlerde değerlendirmişlerdir. Her iki referans aralığında da apeks bulucular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Gerçek çalışma uzunlukları SEM (scanning electron microscope) altında hesaplanmış. $\pm 0,5$ mm aralığında Root ZX %72, IPex % 57. 8 başarılı bulunurken, ± 1 mm aralığında her iki elektronik apeks bulucu da %100 başarılı bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da Ipex ile Root Zx arasında $\pm 0,5$ mm aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Aggarwal ve ark.⁴³ kanal tedavisi sırasında kullandıkları Root ZX ve Propex'i $\pm 0,5$ mm de sırasıyla % 83.3 ve %93.3 oranlarında başarılı bulmuşlar ve her iki apeks bulucunun da, hem kök kanalının hazırlanması aşamasında hem de kanal tedavisi tekrarı sırasında yüksek oranda başarı gösterdiklerini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da $\pm 0,5$ mm aralığında her iki cihaz için %94.5 başarılı bulunmuştur.

Kang ve Kim⁴⁴ çok ve tek köklü dişlerde Apex Finder 7005, Apit, Bingo-1020, e-Magic Finder, Propex, Root ZX ve SmarPex $\pm 0,5$ mm referans aralığında farklı irrigasyon solüsyonları kullanarak (%5,25 NaOCl, Salin, %0,1 Klorheksidin, %15 EDTA) karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda

farklı apeks bulucuların farklı irrigasyon solüsyonlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızın sonuçlarıyla aletlerin kıyaslanması açısından benzer nitelik taşımaktadır.

Somma ve ark.⁴⁵ Dentaport ZX, Raypex 5, Propex II apeks bulucularını kök kanal boylarını ölçmedeki doğruluğunu değerlendirmişlerdir. Üç farklı apeks bulucu arasında $\pm 0,5$ mm referans aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamışlardır. Bir önceki çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızın sonuçlarına benzer nitelikler taşımaktadır.

De Vasconcelos ve ark.⁴⁶ tek köklü dişlerde $\pm 0,5$ mm ve ± 1 mm referans aralığında Root ZX, RomiApex D-30 ve Ipex apeks bulucuları karşılaştırmışlardır. Apeks bölgesini göstermede cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken $0,0$ mm ve $-1,0$ mm aralığında Root ZX diğer apeks buluculara göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha doğru sonuç vermiştir. Bu çalışmada bizim çalışmamızdan farklı olarak Root ZX modelinin diğer cihazlara göre daha üstün sonuç vermesi referans ölçümü yapılırken bu ölçümü gerçekleştiren kullanıcıya bağlı (el ile yapılan ölçümde kullanılan kanal aletinin çapı, el ile ölçüm yapılırken minör çapı tespit etmede kullanılan metot, kanal içerisinde kullanılan solüsyonun konsantrasyon farkı... gibi) değişkenlere bağlanabilir.

Plotino ve ark.¹⁵ tek köklü dişlerde Root ZX, Elements Diagnostic Unit ve Propex apeks bulucularının kök kanal boyunu tesbit etmedeki doğruluğunu değerlendirmişlerdir. Referans aralığından uzun olan ölçümleri pozitif, kısa olan ölçümleri negatif olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmaları sonucunda $\pm 0,5$ mm referans aralığında apikal daralım bölgesini belirlemede Propex ile Root ZX arasında ve Propex ile Elements Diagnostic Unit arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuşlardır. Propex apeks bulucunun diğer apeks buluculara göre daha yanıtıcı sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Bu

çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızla farklılık göstermektedir. Bu çalışmanın farklılık göstermesinin nedeni operatör farklılıklarından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ayrıca bu farklılığın Propex II'nin daha gelişmiş bir versiyonu olan aynı üretici firmaya ait Propex Pixi'yi kullanmamızdan kaynaklı olabileceği düşünülmüştür.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu *in vitro* çalışmanın sınırları dahilinde kök kanal boyu doğruluğunun tespiti için üç farklı apeks bulucu kullanılarak değerlendirilmiş ve bu apeks bulucular arasında karşılaştırma yapılmıştır. Klinik şartları taklit etmek amacı ile aljinat model oluşturulmuştur. Bu çalışmada üç farklı apeks bulucudan elde ettiğimiz ölçümler manuel olarak elde edilen ölçümlerle ve birbirleriyle kıyaslanmıştır. Kullanılan bu apeks buluculardan üçüncü jenerasyon olan Root ZX Mini, dördüncü jenerasyon olan Propex Pixi ve Ipex II ile ölçülen kanal boyu ile manuel olarak yapılan ölçümler uyum göstermektedir. Sonuç olarak bu üç farklı apeks bulucunun kendi aralarında ve manuel ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamıştır. Bu çalışmada hepsi aynı anatomik özelliğe sahip düzgün kanal yapısında apeksi kapalı dişler kullanılmıştır. Oysa klinikte karşımıza farklı anatomide dişler çıkmaktadır. Bu nedenle kök kanal boyunun tespiti için kullanılan apeks bulucuların klinikte tek başlarına her vakada kullanılması tavsiye edilmemektedir. Kök kanal morfolojisinin birçok dişte varyasyonlar göstermesi hekimin önceden bu farklılıkları sadece radyografiler ile tespit edebilmesi nedeni ile apeks bulucuların kullanımı radyografilerle desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Sjögren HB, Sandqvist, G, Wing K. Factors effecting the long-term result of endodontic treatment, *J Endod*, 1990; 16:498-504.
2. Ricucci D., Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation,

- part 2.A histological study. *Int Endod J.* 1998; 31:394-409.
3. Gordon MPJ ,Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J.*2004;37: 425-37.
 4. Dummer P.M.H,Mcginn, J H Rees, D G The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen, *Int Endod J;*1984;17:192-8.
 5. Tınaz C A . Kanal tedavisinde çalışma boyutu. *G.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.*2001;18: 31-7.
 6. Guise G M ,Goodell GG, Imamura G.M. *In vitro* comparison of three electronic apex locators. *J. Endod.*2010;36(2):279-81.
 7. Sunada I. New method for measuring the length of the root canal. *J. Dent Res.* 1962;41: 375-87.
 8. Ushiyama J. New principle and method for measuring the root canal length. *J Endod,* 1983;9: 97-104.
 9. Christie W Clinical observation on a newly designed electronic apex locator. *Can Dent J.* 1994;59: 756-62.
 10. Alaçam T Endodonti, 2012. Özyurt Matbaacılık Ankara, s.521.
 11. Frank A L ,Torabinejad, M. An *in vivo* evaluation of Endex electronic apexlocator. *J. Endod.* 1993;19: 177-9.
 12. Welk A R,Baumgartner JC, Marshall J.G. An *in vivo* comparison of two frequency-based electronic apex locators. *J. Endod.* 2003; 29: 497-500.
 13. Hoer D , Atin T. The accuracy of electronic working length determination. *Int Endod J.*2004; 7: 125-31.
 14. Tınaz A C , Sevimli S L, Görgül G, Türköz E G The effects of sodium hypochlorite concentrations on the accuracy of an apex locating device. *J. Endod,* 2002; 28: 160-2.
 15. Plotino G, Grande NM , Brigante L, Lesti B, Somma F. Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and Propex. *Int Endod J.* 2006; 39 (5):408-14.
 16. He L, Hu T Q, Zhao H., Lin J Q, Li, P. Effect of four different solutions on the accuracy of electronic apex locators. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue,* 2008;17: 304-7.
 17. Meares A.W. Steiman R. The influence of sodium hypochlorite irrigation on the accuracy of the Root ZX electronic apexlocator. *J Endod,* 2002;28: 595-8.
 18. Pilot T.F., Pitts D.L. Determination of impedance changes at varying frequencies in relation to root canal file position and irrigant. *J Endod.* 1997;23: 719-24.
 19. Özsezer E, İnan U., Aydın U. In vivo evaluation of Propex electronic apex locator. *J. Endod.* 2007; 33 : 974-7.
 20. Kim E., Marmom., Lee CY, Oh, N S, Kim, I K. An *in vivo* comparison of working length determination by only root-ZX apex locator versus combining root-ZX apex locator with radiographs using a new impression technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 105:79-83.
 21. Krajczar K,Marada G., Gyulai G., Toth V. Comparison of radiographic and electronic working length determination on palatal and mesio-buccal root canals of extracted upper molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106 :90-3.
 22. Campbell D, Friedman S, Nguyen H.Q, Kaufman, AY, Keila S. Apical extent of rotary canal instrumentation with an apex-locating hand piece *in vitro.* *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*1998;5(3):319-24.
 23. Kaufman, AY, Keila S ,Yosphe, M. Accuracy of a new apexlocator: an *in vitro* study. *Int Endod J.*2002;35: 186-92.
 24. Wrbas K T, Ziegler A.A., Altenburger M J, Schirrmeister J F. In vivo comparison of

- working length determination with two electronic apex locators. *Int Endod J.* 2007;40 (2):133-8.
25. Venturi M, Breschi L. A comparison between two electronic apex locators: an ex vivo investigation. *Int Endod J.* 2007;40(5):362-73.
 26. Pascon E A, Marrelli M, Congi O, Cincio R., Miceli F., Veriani M.A. An ex vivo comparison of working length determination by 3 electronic apex locators. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* . 2009;108 (3):147-51.
 27. ;Herrera M, Abalos C, Planas A J, Liams R. Influence of apical constriction diameter on Root ZX apex locator precision. *J. Endod.*, . 2007;33: 995-8.
 28. Huang L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. *J. Endod.* 1987; 13: 60-4.
 29. Kaufmann AY, Katz A. Reliability of Root ZX apex locator tested by an *in vitro* model. *J. Endod.* 1993;19: 201.
 30. Donnelly JC. A simplified model to demonstrate the operation of electronic root canal measuring devices. *J. Endod.* 1993;19: 579-80.
 31. Czerw R J, Fulkerson M.S., Donnelly J.C. An *in vitro* test of a simplified model to demonstrate the operation of electronic root canal measuring devices. *J. Endod.* 1994;20: 605-6.
 32. Meares A.W., Steiman R. The influence of sodium hypochlorite irrigation on the accuracy of the Root ZX electronic apex locator. *J Endod.* 2002;28: 595-8.
 33. Bodur H, Odabaş, M., Tulunoğlu O., Tinaz, A.C. Accuracy of two different apex locators in primary teeth with and without root resorption. *Clinical Oral Investigations*, 2008;12: 137-41.
 34. Ebrahim AK, Wadachi R, Suda H. An *in vitro* evaluation of the accuracy of Dentaport ZX apex locator in enlarged root canals. *Aust Dent J.* 2007;52: 193-7.
 35. Shabang S, Goon W, Gluskin A. An *in vivo* evaluation of Root ZX electronic apex locator. *J. Endod.* 1996;22: 616-18.
 36. Dunlap C, Remeikis N, Begole E, Rauschenberger C. An *in vivo* evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals. *J Endod.* 1998;24: 48-50.
 37. Ounsi HF, Naaman A. *In vitro* evaluation of the reliability of the Root ZX electronic apex locator. *Int Endod J.* 1999;32: 120-3.
 38. Tselnik M., Baumgartner J C, Marshall J.G. An evaluation of Root ZX and Elements diagnostic apex locators. *J. Endod.* 2005;31: 507-9.
 39. D'Assuncao F L, De Albuquerque D S, De Queiroz Ferrerira LC. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an *in vitro* study. *J Endod.* 2006; 32: 560-2.
 40. Bernardes RA, Duarte M A H, Vasconcelos B C, Moares, IG, Bernerdineli N, Garcia R B, Baldi JV, Victorino F R, Bramente CM. Evaluation of precision of length determination with 3 electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and Romi Apex D-30. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104: 91-4.
 41. Mancini M, Felici R, Conte G, Costantini M., Cianconi L. Accuracy of three electronic apex locators in anterior and posterior teeth: an ex vivo study. *J Endod.* 2011;37(5):684-7.
 42. Stöber E K, Sindreu F D, Mercade M, Vera J, Bueno R. An evaluation of Root ZX and Ipex Apex locators: an *in vivo* study. *J. Endod.* 2011; 37: 608-10.
 43. Aggarwal V, Singla M, Kabi D. An *in vitro* evaluation of performance of two electronic root canal length measurement devices during retreatment of different obstructing materials. *J. Endod.*, . 2010;36: 1526-30.
 44. Kang JA, Kim SK. Accuracies of seven different apex locators under various conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 106 (4):57-62.

45. Somma F, Castagnola R, Lajolo C., Paterno H L, Marigo L. In vivo accuracy of three electronic root canal length measurement devices: Dentaport ZX, Raypex 5 and ProPex II. *Int Endod J*. 2012;45 (6):552-6.
46. De Vasconcelos B C, Do Vale T M, De Menezes AS, Pinheiro-Junior EC, Vivacqua-Gomes N., Bernardes R.A., Hungaro Duarte M A. An *ex vivo* comparison of root canal length determination by three electronic apex locators at positions short of the apical foramen. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;110 (2) :57-61.