



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**KÖK KANAL TEDAVİSİNİN YENİLENMESİ ESNASINDA ÇALIŞMA
BOYU TESPİTİNDE FARKLI APEKS BULUCULARIN DOĞRULUĞUNUN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Pelin TÜFENKÇİ

**ENDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Aylin KALAYCI**

2015 – ANKARA

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KÖK KANAL TEDAVİSİNİN YENİLENMESİ ESNASINDA ÇALIŞMA
BOYU TESPİTİNDE FARKLI APEKS BULUCULARIN DOĞRULUĞUNUN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Pelin TÜFENKÇİ

**ENDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Aylin KALAYCI**

2015 – ANKARA

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Endodonti Doktora Programı

Çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından

Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 04 / 08 / 2015

PROF. DR. FATMAGÜL ZIRAMAN
Ankara Üniversitesi
Jüri Başkanı

PROF. DR. AYLA KALAYCI
Ankara Üniversitesi
Danışman

PROF. DR. BERNA ASLAN
Ankara Üniversitesi
Rapörtör

PROF. DR. ÖZGÜR UZUN
Gazi Üniversitesi

DOÇ. DR. ÖZGÜR UYANIK
Hacettepe Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

İçindekiler	ii
Şekiller	v
Çizelgeler	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	viii
Önsöz	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Apikal Foramenin Anatomisi	1
1.2. Çalışma Uzunluğu Tespit Yöntemleri	3
1.2.1. Parmak Hassasiyeti	4
1.2.2. Kâğıt Konların Nemliliğinin Değerlendirilmesi	4
1.2.3. Radyografik yöntem	5
1.3.4. Elektronik Apeks Bulucular	6
1.3.4.1. Elektronik Apeks Bulucuların Nesil Sınıflaması	7
1.3.4.1.1. Birinci Nesil Apeks Bulucular (Rezistans Tip):	7
1.3.4.1.2. İkinci Nesil Apeks Bulucular(Empedans Tip)	8
1.3.4.1.3. Üçüncü Nesil Apeks Locatorlar (Frekans Tip)	10
1.3.4.1.4. Dördüncü Nesil Apeks Locatorlar (Orantı Tip)	12
1.3.4.2. Elektronik Apeks Bulucuları Etkileyebilen Faktörler	14
1.3.4.2.1. Pulpanın Vitalitesi	14
1.3.4.2.2. Elektrik İleten Solüsyonlar	15
1.3.4.2.3. Kök Rezorbsiyonu:	16
1.3.4.2.4. Foramen Apikale'nin Çapı	16

1.3.4.2.5.	Perforasyonlar ve Kök Kırıkları	17
1.4.	Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi (Retreatment)	18
1.4.1.	Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesinin Endikasyonları	18
1.4.2.	Kök Kanal Tedavisi Yenilenmesi Kontrendikasyonları	19
1.4.3.	Mekanik Yöntemler	19
1.4.3.1.	Günümüzde Kullanılan Kanal tedavisinin Yenilenmesinde Kullanılan Bazı Nikel Titanyum Döner Alet Sistemleri	20
1.4.3.1.1.	ProTaper Retreatment	20
1.4.3.1.2.	MTwo R	21
1.4.3.1.3.	D-RaCe	21
1.4.3.1.4.	R-Endo	21
1.4.4.	Kimyasal Yöntemler	22
1.4.5.	Ultrasonik Sistemler	22
1.4.6.	Lazer	23
1.5.	Elektronik Apeks Bulucular İle İlgili Çalışmalar	24
1.6	Amaç	29
2.	GEREÇ VE YÖNTEM	30
2.1.	Gerçek Kök Kanal Çalışma Boyunun Tespit Edilmesi	30
2.2.	Elektronik Olarak Kök Kanal Çalışma Boyunun Tespit Edilmesi	31
2.3.	Kök Kanallarının Şekillendirilmesi	33
2.4.	Kök Kanallarının Doldurulması	34
2.5.	Kök Kanal Dolgularının Sökülmesi	35
3.	BULGULAR	36
4.	TARTIŞMA	44

5. SONUÇLAR	54
ÖZET	56
SUMMARY	58
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	73

ŞEKİLLER

Şekil 1.1.	Black aralığı	2
Şekil 1. 2.	Apikal foramenin konumu	2
Şekil 1. 3.	Apikal daralım bölgesinin tipleri	3
Şekil 2. 1.	Çalışmada kullanılan ve 0,01 mm hassasiyet gösteren kumpas	31
Şekil 2. 2.	Dentaport ZX elektronik apeks bulucunun kadranında yazan '0.5' çizgisinin minör forameni göstermesi	32
Şekil 2. 3.	Propex pixi elektronik apeks bulucunun üretici firmasına göre '0.0' çizgisi minör apikal foramenin pozisyonunu belirtmesi	32
Şekil 2. 4.	iPex II apeks bulucu '0.0' çizgisi minör apikal foramenin pozisyonunu göstermesi	33

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1.1.	Fark Değerlerinin Cihazlara Göre Farklılığına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	37
Çizelge 3.1.2.	Gerçek Kök Kanal Boyu ile Elektronik Apeks Bulucuların Belirlediği Çalışma Boyu Fark Değerlerinin Sınır Durumlarına Göre Cihazlar Arasındaki İlişkiye Dair Ki-Kare Testi Sonuçları	38
Çizelge 3.1.3	Gerçek Kök Kanal Boyu ile Elektronik Apeks Bulucuların Belirlediği Çalışma Boyu Fark Değerlerinin Sınır Durumlarının Cihazlara Göre Dağılım Grafiği	38
Çizelge 3.2.1.	Fark Değerlerinin Cihazlara Göre Farklılığına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	39
Çizelge 3.2.2.	Gerçek Çalışma Boyunun, Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Esnasında Elektronik Apeks Bulucular İle Belirlenen Çalışma Boyutu Fark Değerlerinin Sınır Durumlarına Göre Cihazlar Arasındaki İlişkiye Dair Ki-Kare Testi Sonuçları	40
Çizelge 3.2.3.	Gerçek Çalışma Boyunun, Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Esnasında Elektronik Apeks Bulucular İle Belirlenen Çalışma Boyu Fark Değerlerinin Sınır Durumlarının Cihazlara Göre Dağılım Grafiği	40
Çizelge 3.3.1.	Fark Değerlerinin Cihazlara Göre Farklılığına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları	41
Çizelge 3.3.2.	Elektronik Apeks Bulucular Belirlediği İlk Çalışma Boyunun, Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Esnasında Elektronik Apeks Bulucular İle Belirlenen Çalışma Boyutu Fark Değerlerinin Sınır Durumlarına Göre Cihazlar Arasındaki İlişkiye Dair Ki-Kare Testi Sonuçları	42

- Çizelge 3.3.3.** Elektronik Apeks Bulucular Belirlediği İlk Çalışma Boyunun, Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Esnasında Elektronik Apeks Bulucular İle Belirlenen Çalışma Boyu Fark Değerlerinin Sınır Durumlarının Cihazlara Göre Dağılım Grafiği 42
- Çizelge 3.4.** GKKÇB-EAB, GKKÇB-EAB(Retreatment) ve EAB-EAB(Retreatment) fark değerlerinin tam olarak örtüştüğü durum 43

SİMGELER ve KISALTMALAR

Mm	Milimetre
kΩ	Kilo ohm
Hz	Hertz
kHz	Kilo Hertz
μA	Mikroamper
EDTA	Etilen Di Amin Tetra Asetik Asit
NaCl	Sodyum Klorür
Ort	Ortalama
SS	Standart Sapma
ml	Mililitre
SEM	Scanning Electron Microscope
Ni-Ti	Nikel Titanyum
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
MAD	Marjin Aralığı Dışı

ÖNSÖZ

‘Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Esnasında Çalışma Boyu Tespitinde Farklı Apeks Bulucuların Doğruluğunun Değerlendirilmesi’ amaçlandığı tez çalışmamın her aşamasında ve doktora eğitimim süresince büyük bir sabır ve titizlikle bana yardımcı olan, yol gösteren, anlayış ve hoşgörüsüyle her konuda desteğini hissettiğim değerli danışman hocam Prof. Dr. Aylin KALAYCI’ya,

Tezimin başlangıcından bitimine kadar önerileri ve yardımları ile bana destek olan tez izleme komitesindeki değerli hocalarım Prof. Dr. Berna ASLAN ve Prof. Dr. Özgür UZUN’a,

Doktora eğitimim süresince değerli bilimsel ve mesleki tecrübelerinden yararlandığım Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri’ne,

Her zaman her konuda yardımını esirgemeyen Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Kaan ORHAN’a,

Doktora eğitim süresince her zaman yanımda olan, yardım ve desteklerini esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Berkan ÇELİKTEN’e, Evrim Meriç ALTUN’a ve Derya ÖZEN’e,

Doktora eğitim sürem son dönemlerinde bir arada olmamıza rağmen yanımda olan sevgili çalışma arkadaşlarım Durmuş AŞICIOĞLU’na, Melis ALAV’a, Nihal AKKAYA’ya, Fatma CANBOLAT’a ve Sezin ÖZKESEN’e,

Üniversite ve doktora eğitimlerimi yaptığım zamanlarda bana her türlü desteği veren her zaman yanımda olan, hayata bakış açımı değiştiren sevgili ablam Zekiye TÜFENKÇİ ve kardeşim Cem Onat TÜFENKÇİ’ye

Hayatım boyunca her zaman ve her ne olursa olsun ilgi ve sevgileri ile bana destek veren, bu günlerime gelmemde en büyük pay sahibi olan sevgili annem Hüsniye TÜFENKÇİ’ye ve sevgili babam Fevzi TÜFENKÇİ’ye,

Çok sevdiğim ve değer verdiğim, onlarla vakit geçirirken kendimi çok mutlu hissettiğim, her zaman yanımda olan canım arkadaşlarım Burcu BATAK, Turhan DİDİNEN, Ayda TOPÇU, Caner ÖZTÜRK, Özlem ZEREN’e, Orkun TOPÇU’ya sonsuz teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Endodontik tedavide başarı, doğru bir teşhise, kök kanallarının etkin olarak şekillendirilmesine, dezenfeksiyonuna ve hermetik olarak doldurulmasına bağlıdır (Deplazes ve ark., 2001).

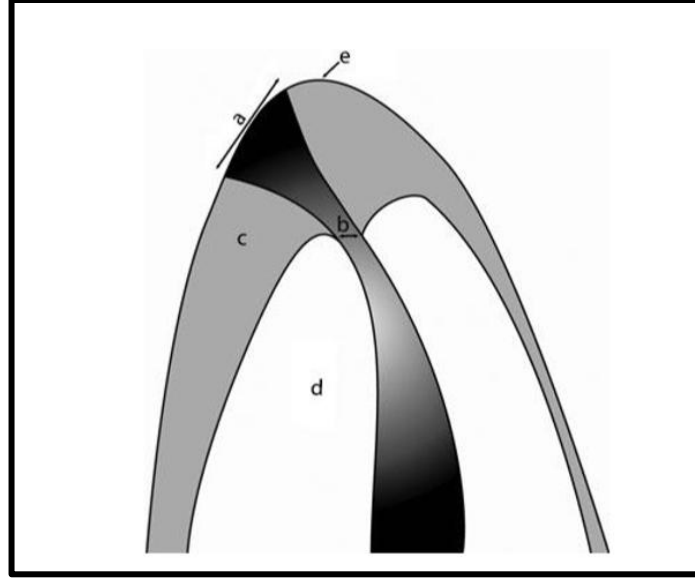
Apikal daralım, minör foramen olarak da adlandırılan dentin-sement sınırı; pulpanın sona erdiği ve periodontal ligamentin başladığı anatomik ve histolojik bir sınırdır. Grove, 1930 yılında kök kanal dolgusunun dentin-sement birleşim hattında bitirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Schilder'de (1967), Grove benzer olarak, kök kanalının şekillendirilmesinin ve doldurulmasının apikal daralım bölgesinde veya bu bölgeden çok kısa bir şekilde bitirilmesi gerektiğini savunmuştur. Ayrıca birçok araştırmacı tarafından, bu bölgede bitirilen endodontik tedavi sonucunda doku yıkımı, devam eden enflamatuvar cevap, yabancı cisim reaksiyonu gibi komplikasyonların azaldığı ve dezenfeksiyon için kullanılan yıkama solüsyonlarının da periapikal dokulara taşmasının engellendiği belirtilmiştir (Kuttler, 1955; Schilder, 1967; Ricucci ve Langeland, 1998).

1.1. Apikal Foramenin Anatomisi

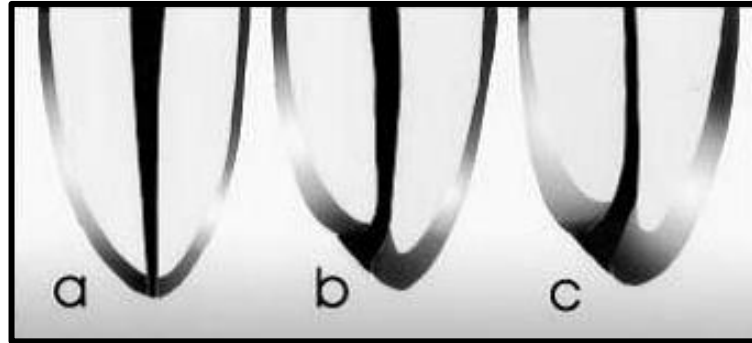
Çalışma uzunluğunun tam olarak tespit edilmesi için apikal bölgenin anatomisinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Kök kanalının; dentin-sement sınırından, periodontal ligamente kadar olan huni ya da tersine konik şeklindeki kısmına Black aralığı denir (Şekil 1.1). Black aralığının tabanını majör apikal foramen, tepesini ise dentin-sement sınırı veya yakınında olduğu düşünülen sıklıkla apikal daralıma denk gelen minör foramen oluşturur.

Apikal Foramen (majör foramen) çember ya da yuvarlak köşeli, huni ya da krater benzeri bir yapı sergiler. Apikal foramen, kökün dış yüzeyinde olup etrafi sekonder sementle çevrilidir. Yapılan çalışmalarda Apikal Foramenin, %17-46'sında kökün

tam ucunda sonlandığı (Burch ve Hulen, 1972; Pineda ve Kuttler, 1972; Vertucci, 1984); her zaman anatomik apeks bölgesinde sonlanmadığı, %50-98 kökte ise, anatomik apeksten 3 mm yukarıda konumlandığı belirtilmiştir (Kuttler, 1955; Green, 1956; Pineda ve Kuttler, 1972). Bu değişimin çoğunlukla kök ucunda sekonder sement birikimi ile oluşan yaşlı diş gruplarında görüldüğü saptanmıştır (Şekil 1.2).



Şekil 1.1. Black aralığı a) Foramen Apikale (majör foramen); b) Apikal daralım (minör foramen) c) Sement; d) Dentin; e)



Şekil 1. 2. Apikal foramenin konumu a) Apikal Foramenin kökün tam ucunda sonlandığı durum b) Genç bir bireyde apikal foramenin konumu c) Yaşlı bir bireyde sert doku birikimine bağlı olarak değişen apikal foramenin konumu

Apikal daralım ise kök kanalının en dar noktası olup en ince çapta kan damarlarının geçtiği bir bölgedir. Kök kanalının şekillendirilmesinin bu alanda bitirilmesiyle küçük bir yara alanı oluşarak daha uygun iyileşme koşulları sağlanmaktadır (Ricucci

ve Langeland, 1998). Apikal daralım bölgesi, Apikal Foramen gibi dişten dişe ve yaşa bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Gutierrez ve Aguayo, 1995).

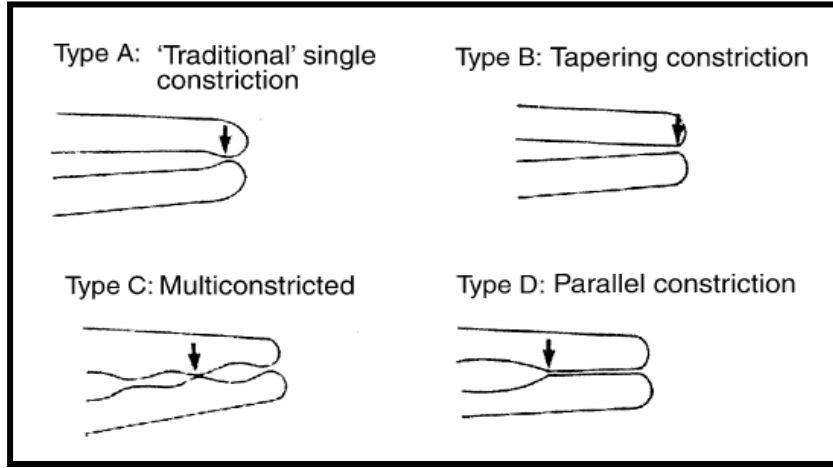
Dummer ve ark. (1984), apikal daralım bölgesini 4'e ayırmıştır (şekil 1.3).

Tip A: Tek bir daralım bölgesi gösteren

Tip B: Açılı bir daralım gösteren

Tip C: Birçok daralım bölgesi gösteren

Tip D. Paralel bir daralım gösteren



şekil 1. 3. Apikal daralım bölgesinin tipleri

1.2.Çalışma Uzunluğu Tespit Yöntemleri

Çalışma uzunluğunu tespit edilmesi için aşağıdaki yöntemler kullanılmaktadır (Tınaz, 2001; Gordon ve Chandler, 2004). Bunlar;

- a) Parmak hassasiyeti,
- b) Kâğit konların nemliliğinin değerlendirilmesi,
- c) Radyografik yöntem ile belirleme,
 - c₁) Geleneksel radyografi kullanılarak
 - c₂) Dijital radyografi kullanılarak
- d) Elektronik apeks buluculardır.

1.2.1. Parmak Hassasiyeti

Bu yöntemde deneyimli bir hekim bile sorunlar yaşayabilir. Özellikle apikal daralım bölgesinde birçok anatomik varyasyonlar bulunmaktadır. Bu varyasyonlar diş tipine, apikal daralımın genişliğine, lokalizasyonuna ve dişin yaşına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu durumda kök kanal boyunun tespitinde parmak hassasiyeti yetersiz kalabilir.

Stock (1994), bazı vakalarda enflamatuvar rezorbsiyona bağlı olarak oluşan kalsifiye kanal yapılarının bulunduğunu bunun sonucunda ise kalsifiye daralım bölgesi oluştuğunu ve çoğu vakada parmak hassasiyeti ile apikal daralım bölgesinin tam olarak tespit edilemeyeceğini bildirmiştir.

Seidberg ve ark. (1975), deneyimli klinisyenlerin sadece %60 vakada apikal daralım bölgesini parmak hassasiyeti ile tespit ettiğini göstermiştir. Bir simülasyon çalışmasında ise Chandler ve Bloxham (1990), kök kanal preparasyonu öncesinde yapılan preflaring işleminin kök kanal boyunu belirlemede ve apikal daralım bölgesini hissetmede parmak hassasiyetinin başarısını arttırdığını göstermişlerdir. Yine benzer olarak Stabholz ve ark.'da (1995), preparasyon öncesinde yapılan preflaring işleminin apikal daralım bölgesinin parmak hassasiyetiyle %75 başarı sağlanabileceğini saptamışlardır.

1.2.2. Kâğıt Konların Nemliliğinin Değerlendirilmesi

Kâğıt konların nemliliğinin değerlendirmesinde, biyomekanik preparasyon tamamlandığında kanalı kurulamak amacıyla kâğıt konlar kullanılmaktadır. Kanal kurutulduktan sonra kâğıt kon ucundaki ekstra bir ıslaklık veya kan, apektan periodontal dokulara geçiş olduğunun bir işareti olarak düşünülebilir. Çok güvenilir olmasa da çalışma boyutunun doğrulanması için gereken yardımcı bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Cohen ve Burns, 1994).

1.2.3. Radyografik yöntem

Radyografik olarak kök kanal çalışma boyunun saptanması uzun yıllardan beri kullanılan bir yöntemdir. Radyografik apeksin tanımı, kökün sonlanma noktasının radyografide görülmesidir. Ancak apikal foramen, kök yüzeyinde kök kanalının sonlandığı nokta olup periodontal ligament ile komşu olan bir açıklıktır (American Association of Endodontists, 1984). Apikal foramen kökün bukkal veya lingual kısmında bulunursa radyografide iki boyutlu görüntü elde edildiğinden apikal foramenin tespiti zorlaşır. Olson ve ark. (1991), çekilmiş dişler üzerinde apikal foramenin radyografiler ile görülmesini değerlendirmişler ve ancak apikal foramen yapısının sadece %82 dişte tam olarak radyografik yöntem ile tespit edildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca radyografik yöntemde kanal içerisinde bulunan eğenin konumunun belirlenmesi bazı anatomik yapıların veya kemik yapılarının superpoze olması nedeniyle zor olmaktadır. Bununla ilgili yapılan bir çalışmada zigomatik arkın kök kanalı üzerine superpoze olması sonucunda üst 1. molar dişlerin sadece %20'sinin apikal bölgesinin belirlendiği, üst 2. molar dişlerin ise sadece %42'sinin tespit edildiği saptanmıştır (Tamse ve ark., 1980). Ayrıca zaman içerisinde sekonder dentinin ve sementin birikmesiyle apikal daralım bölgesinin yer değiştirdiği bu durumda ise radyografik yöntemle yapılan çalışma uzunluğunun hatalı sonuçlar verebileceği de bildirilmiştir (Stein ve Corcoran, 1990; Chong ve Pitt Ford, 1994).

Radyografiler, üç boyutlu yapıların iki boyutlu görüntüsünü sağlar. Ayrıca hassasiyet gerektirici bir teknik olması, radyasyon uygulanması ve yorumlama gerektirmesi gibi dezavantajları vardır. Cox ve ark. (1991), klinisyenlerle birlikte çalışma grubu oluşturarak kök kanal boyunu radyografide değerlendirmişlerdir. Bu çalışma grubundakilerin %68'i kök kanal boyunda 0,5 mm'lik bir ayarlamamanın gerektiğini, diğer grup (%14) ise 1 mm'den yüksek bir ayarlama gerektiğini belirtmişlerdir.

Rutin radyografilerde hastaların fazla miktarda radyasyon aldığı bildirilmiştir. Bu nedenle dijital radyografiler, konvansiyonel radyografilere göre radyasyon dozunun az olması, film yerine elektronik bir aygıtın kullanılması ve çıkan bilgisayara yansıtılan görüntüler ile istenilen şekilde oynama yapılabilmesi nedeniyle

günümüzde endodontik tedavide daha çok tercih edilmektedir (Shearer ve ark., 1991).

Teşhis amaçlı çekilen radyografiler kök kanal anatomisinin saptanmasında önemlidir. Radyografiler köklerin sayısını, kanalların yapısını ve kanalların kurvatürlerini gösterirler. Ayrıca apikal bölgenin durumunun ve kök kanal boyunun tahmini boyutunu saptanmasında yardımcı olurlar. Elektronik apeks bulucular kök kanalının uzunluğunun belirlenmesinde radyografiler ile birlikte kullanıldığında çok iyi sonuçlar elde edilmesini sağlar (McDonald, 1992; Pratten ve McDonald, 1996; Segura-Egea ve ark., 2002).

1.3.4. Elektronik Apeks Bulucular

Elektronik apeks bulucular geleneksel yöntemlere alternatif olarak geliştirilmiştir. İlk defa elektronik apeks bulucular 1918 yılında Custer tarafından keşfedilmiştir. Custer (1918), apeksi çevreleyen dokuların elektrik iletkenliğinin, kanal içi iletkenliğinden daha fazla olduğu gerçeğine dayanarak, elektrik iletimi yoluyla kök kanal boyunun tespit edilebileceği fikrini ortaya atmıştır. Custer, iletkenlik değerlerindeki bu farklılığın, kanal kuru ya da alkol gibi iletken olmayan bir sıvı ile dolu olduğunda, daha kolay tespit edilebildiğini bildirmiştir. Diğer bir deyişle; elektriksel direncin, apikal foramenin yakınında kanalın koronal bölümüne göre çok daha az olduğunu bulmuştur. Bu yüzden Custer; oral mukozaya yerleştirdiği bir elektrot ve kök kanalına yerleştirdiği kanal aleti arasına bir voltaj uygulamış ve oluşan elektrik akımının değerini akımla orantılı olduğunu ve apikal foramenin yerini belirlemede güvenilir bir rehber olacağını iddia etmiştir (Custer, 1918; Nekoofar ve ark., 2006). Bu fikir Suziki tarafından 1942 yılında köpek dişlerinden doğru akım geçişi sağlanarak ele alınmıştır (Gordon ve Chandler, 2004). Suziki (1942), köpek dişlerinde yaptığı çalışmada; kanal içerisine yerleştirilen kanal aleti ile oral mukoza'ya yerleştirilen bir elektrot arasında elektriksel olarak 6,5 k Ω 'luk bir direncin varlığını ve bu direncin ağız içinde her yerde sabit olduğunu tespit etmiştir.

Suzuki'nin bulgularına dayanarak, Sunada kök kanallarında apikal bölgeyi belirleyen belirli bir direnç değeri bildirmiştir. Endodontik eğenin ucu apikal foramenden periodontal membrana doğru ulaştığında, ege ile ağız içi muköz membran arasındaki elektriksel direncin 6,5 k Ω değerinde olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, eğenin, kanal duvarını veya pulpa odasını perfore ettiği ve periodontal membrana ulaştığı durumlardaki elektriksel direncin de, hemen hemen eğenin apekse ulaştığı zamanki değerine eşit olduğunu belirtmiştir (Sunada, 1962).

Bu temel kurala dayanılarak, direnç (rezistans) bazlı aletler, apikal foramende periodontal dokuyu tespit edebilmektedir. Bu aletlerin apeksin pozisyonunu tam olarak tayin edememesinden dolayı elektronik apeks bulucu tanımı uygun değildir. Bunun yerine jenerik ismi olarak elektronik foramen bulucu ya da elektronik kanal boyu ölçüm cihazı olarak adlandırılmasının daha doğru olduğunu bildirilmiştir (Nekoofar ve ark., 2006).

Rezistans ölçme fikri bir süre sonra yerini elektriksel olarak empedans ölçme fikrine bırakmıştır. Çok kısa bir süre sonra bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak frekans tip ve orantı tip elektronik apeks bulucular endodontistlerin hizmetine sunulmuştur (Gordon ve Chandler, 2004).

1.3.4.1. Elektronik Apeks Bulucuların Nesil Sınıflaması

1.3.4.1.1. Birinci Nesil Apeks Bulucular (Rezistans Tip):

Birinci nesil apeks bulucular, periodontal ligamente oral mukoza arasında mevcut olan 6,5 k Ω 'luk elektriksel direnci, hastanın dudağına yerleştirilen negatif uç ile kök kanalındaki pozitif uç olan kanal aleti arasında ölçmektedir. Kanal içindeki kanal aleti periodontal ligamente temas edince devre tamamlanmakta ve cihazın analog veya dijital ekranı 6,5 k Ω 'u göstermektedir. Bu okuma apikal foramen olarak değerlendirilmekte ve çalışma boyutu bu ölçümden hesaplanmaktadır. Ancak bu tip

cihazlarda kanal içinde çok az miktarda sıvı bulunsa bile apekse ulaşılmış gibi hatalı okumalar gözlenmektedir. Çünkü kanal içindeki kanal aleti periodontal ligamente temas etmekte olan sıvıya dokununca devre tamamlanmakta ve kanal boyundan daha kısa ölçümler elde edilmektedir (Tınaz, 2001). Rezistans tip elektronik apeks bulucuların birçoğunun kanal içinin kuru olduğu durumlarda doğru sonuç verdiği gösterilmesine rağmen aşırı kanama, cerahat ya da pulpa dokusu varlığında her seferinde doğru sonuç vermedikleri bildirilmiştir (Suchde ve Talim, 1977; Pommer ve ark., 2002; Tınaz ve ark., 2002).

Bundan başka, rezistans tip cihazların kullanımına başlamadan önce kök kanal çapı tahmin edilmeli ve kanala tam uyan bir kanal aleti seçilmelidir. Doğal olarak bunun önceden tahmin edilmesi oldukça zordur ve bu tip cihazların ana problemlerinden birisi de budur. Diğer bir sorun da her ölçüme başlamadan önce bu aletlerin kalibre edilmesidir. Kalibrasyonda yapılacak hatalar, doğal olarak yanlış ölçümler verecektir. Ayrıca, kullanılan pilin zayıflaması yanlış ölçümlerin elde edilmesine yol açmaktadır. Bu tip cihazların yetersiz kaldığı bir diğer durum da açık apeks ve periodontal lezyonun bulunduğu dişlerdir. Çünkü her iki durumda da kanal aleti periodontal ligamente temas edemez. Böylece normalinden uzun ölçümler elde edilebilir. Bu aletlerde doğru akım kullanılır. Doğru akım derin anesteziye rağmen bazı hastalar tarafından sızlama şeklinde hissedilebilmektedir. Ayrıca bu doğru akım kalp pili taşıyan hastalarda tehlikeli olabilir (Tınaz, 2001).

1.3.4.1.2. İkinci Nesil Apeks Bulucular(Empedans Tip)

İkinci nesil elektronik apeks bulucular, ölçülebilir değerleri kullanabilen tek frekanslı 'empedans' tipindedirler (Gordon ve Chandler, 2004). Bu cihazlar rezistans tip cihazların dezavantajlarının üstesinden gelmeyi başarmış farklı prensipte çalışan aletlerdir. Bu aletlerin çalışma prensibinde diş, ucu kapalı uzun dar bir tüp olarak düşünülerek çalışılması planlanmıştır. Bu prensip dişin apikal bölgesinde koronal bölgeye göre giderek artan bir elektriksel empedans sergilemesine dayanmaktadır (Tınaz, 2001). Sement-dentin birleşiminde veya kanalın en dar yeri olan apikal

darlıkta kök kanal duvarından geçen empedansta çok ani bir düşme olmaktadır. Bu değişiklik sayesinde cihaz çalışma boyutunu tespit etmektedir. İkinci nesil elektronik apeks bulucuların diğerlerinden farkı dudak klipi yerine elde tutulan bir parçanın olmasıdır. Bu özellik dudak klibinin tam temas etmemesinden kaynaklanan hataları engelleyeceği gibi enfeksiyon kontrolünde de önemli rol oynamaktadır. Diğer bir fark ise, kanal içinde çalışan kanal aleti yerine kullanılan probdadır. Bu prob sadece uç kısmı açık kalacak şekilde plastik kaplamayla izole edilmiştir (Tınaz, 2001; Nekoofar ve ark., 2006).

Kanalın tamamen kuru olma zorunluluğunu ortadan kaldıran bu prob, nemli kanallarda avantaj sağlarken kalınlığı nedeniyle dar kanallarda ölçüm verememektedir. Bu cihazların da birinci nesil elektronik apeks bulucular gibi kullanılmadan önce kalibre edilmeleri gereklidir. Zayıflamış pil yanlış okumalara neden olabilir. Kalibrasyonu kolay olmasına rağmen kullanımda deneyim gerektirmesi klinik kullanımlarını zorlaştırmaktadır (Tınaz, 2001; Gordon ve Chandler, 2004).

1970-1980 yılları arasında en yaygın olarak kullanılan ve 2. nesil elektronik apeks bulucu olarak kabul edilen Sono-Explorer adlı cihaz kullanıcıyı düşük frekanslı bir sesle uyararak ve alternatif akımla çalışan bir elektronik apeks bulucudur. Bu cihazın temel çalışma ilkesi diş eti oluşu ve periodontal ligament arasındaki frekansın aynı değer olduğu varsayımına dayanmaktadır (Kim ve Lee, 2002). Klamp diş eti oluşuna 0,5 mm girecek şekilde yerleştirilir, ardından ege ses elde edilinceye kadar kanalda ilerletilir. Ege periodontal ligamente ulaştığında aynı frekansta ses elde edilir. Bu cihazın en önemli dezavantajı, her kullanımda dişin periodontal sulkusunda kalibre edilmesinin gerekli olmasıdır (Inoue, 1973).

Yüksek frekans (400 kHz) dalgalı bir ölçüm cihazı olan Endocater (Yamamura Seishokusku, Tokyo, Japonya) 1979 yılında Hasegawa ve ark. (Nekoofar ve ark., 2006) tarafından geliştirilmiştir. Endocater klasik nesil sınıflandırmasına göre ikinci nesil elektronik apeks bulucudur. Ölçümde doğruluğu arttırmak amacıyla, üzeri teflon (yalıtkan) kaplanan bir ege kullanılmış ancak üzerinin kaplanması eğenin, dar

kanallarda kullanılmasına engel olmuştur (Keller ve ark., 1991). Bu cihazın, yüksek frekansta elektrik akımı kullanıldığı için hastalarda rahatsızlık hissi uyandırması ve her kullanımdan önce kalibrasyon gerektirmesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Christie, 1994).

Formation IV (Parkell Dental, Parmingdale, NY, USA) LED göstergesine sahip küçük basit bir cihazdır. Alternatif akımla çalışır ve kanal aletinin ucunun apeks'ten olan uzaklığını ölçmektedir. Himel (1993), bu cihazın radyografik apeks'ten $\pm 0,5$ mm'lik mesafede doğruluğunu %65, ± 1 mm'de ise %83 olduğunu belirtmiştir.

1.3.4.1.3. Üçüncü Nesil Apeks Bulucular (Frekans Tip)

1. ve 2. nesil elektronik apeks bulucuların en önemli dezavantajı, kanalın elektrik ileten bir sıvı ile dolu ya da nemli olduğu durumlarda hatalı sonuçlara neden olmasıdır. 1990 yılında Yamaoka tarafından, değişen kanal koşullarında bile daha doğru bir kanal boyu ölçümüne olanak tanıyan yeni bir elektronik apeks bulucu geliştirilmiştir (Saito ve Yamashita, 1990). Bu yeni geliştirilen elektronik apeks bulucu, kullanılan iki farklı (1 kHz ve 5 kHz) dalga boyuna bağlı olarak dudak klibi ile kanal aleti arasındaki maksimum empedans farkı prensibine göre çalışmaktadır (Tınaz, 2001; Gordon ve Chandler, 2004).

Kanal aleti kanal içinde, apikale doğru ilerletildikçe empedans değerleri arasındaki fark açılmaya başlar ve apikal darlıkta en yüksek değere ulaşır. Cihaz bu değeri çalışma boyu olarak verir. 2 μ A gibi çok küçük voltajda çalıştığı için hastada bir rahatsızlık yaratmaz. K tipi kanal aleti ile kullanılması avantajlıdır. En büyük avantajı ise, doku artıkları ve sodyum hipoklorit gibi elektrik iletme özellikleri fazla olan sıvıların varlığında bile tutarlı ölçümler vermesidir (Tınaz, 2001; ; Gordon ve Chandler, 2004).

İlk defa 3. nesil elektronik apeks bulucu olarak da tanımlanan Apit/Endex'dir (Osada Electric Co, Tokyo, Japonya) (Frank ve Torabinejad, 1993). Apit/Endex'i daha

önceki elektronik apeks buluculardan ayıran en önemli özellik; iki farklı frekans da kullanılması ve kanal içinin elektrolit özellikte bir sıvı ile dolu olduğu durumda bile doğru ölçüm yapabilmesidir. Ancak bu cihazın, her kullanımdan önce kalibrasyon gerektirmesi gibi önemli bir dezavantajı vardır. Apit/Endex ile ilgili yapılan çalışmalarda, apikal daralmayı $\pm 0,5$ mm aralığında %81 oranında doğru olarak tespit edebildiği görülmüştür (Ushiyama, 1983). Frank ve Torabinejad (1993) ise Endex'i; apikal darlığı tespit etmede $\pm 0,5$ mm aralığında %89.64 oranında başarılı bulmuşlardır.

1991 yılında Kobayashi ve ark. nemli ortamda kullanılabilen ve kendi kendini kalibre edebilen ilk modern elektronik apeks bulucu olan Root ZX (J Morita, Tokyo, Japonya)'i kullanmışlardır. Root ZX kanalın sonlanma noktasını tespit etmek için, aynı anda 0,4 ve 8 kHz'lik frekanslarda empedans değerlerini ölçerek birbirlerine oranlamaktadır. Kuvvetli mikro işlemcilerle sahip olduğu, matematiksel oranlama ve algoritma hesabı yapabildiği için daha doğru sonuçlar verdiği ifade edilmektedir (Gordon ve Chandler, 2004). Kobayashi ve Suda (1994) farklı frekanslardaki empedans oranlarının, kanal içinin farklı elektrolit sıvılarıyla dolu olduğu durumlarda bile değişmediğini göstermişlerdir. Kanal içinin nemli olduğu durumlarda doğru sonuç verme özelliği tüm dikkatleri Root ZX'in üzerine çekmiş ve 1991 yılından günümüze kadar, birçok in vivo ve in vitro çalışmaya konu olmuştur. Yeni üretilen elektronik apeks bulucuların doğruluğu ile ilgili yapılan çalışmalarda Root ZX altın standart olarak kullanılmaktadır (Gordon ve Chandler, 2004).

Dunlap ve ark. (1998), vital ve devital pulpalı dişlerde Root ZX'in apikal daralımı tespit etmede herhangi bir fark olmadığını ve Root ZX'in apikal daralımı $\pm 0,5$ mm aralığında %82,3 oranında doğru tespit ettiğini bildirmiştir. Ounsi ve Naaman (1999) ex vivo çalışmalarında; Root ZX'in apikal daralımı tespit etmede başarısız olduğunu ve yalnızca major forameni tespit etmek için kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir. Shabahang ve ark. (1996), foramenden $\pm 0,5$ mm'lik bir sapmanın klinik koşullarda tolere edilebilir olduğunu, Root ZX'in vakaların %92,6'sında apikal forameni tespit edebildiğini göstermişlerdir.

Üretici firmaların 3. nesil olarak piyasaya sürdükleri diğer elektronik apeks bulucular, Justy II (Hager & Werken, Duisburg, Almanya), Mark V Plus (Moyco/Union Broach, Bethpage, NY, ABD) ve Endy 5000 (Loser, Leverkusen, Almanya)'dir. Justy II ve Endy 5000'in apikal daralmayı tespit etme doğruluklarının karşılaştırıldığı bir in vivo çalışmada minör ve major foramen arasındaki mesafeyi Justy II % 82,4, Endy 5000 ise %81 oranında tespit etmişlerdir (Hoer ve Attin, 2004).

1.3.4.1.4. Dördüncü Nesil Apeks Bulucular (Orantı Tip)

1999 yılında; 400 Hz ve 8 kHz olmak üzere iki farklı frekans kullanan, ancak her defasında yalnızca tek bir frekanstan gelen sinyali değerlendiren, Bingo 1020 (Forum Engineering Technologies, Rishon LeZion, Israel) adı verilen elektronik apeks bulucu piyasaya sürülmüştür (Nekoofar ve ark., 2006). Üreticiler, yalnızca bir frekans kullanımının ve ölçümlerde sinyallerin kök ortalama alan değerlerinin temel alınmasının; ölçümlerin doğruluğunu ve cihazın güvenilirliğini arttırdığını iddia etmektedir. Bu cihaz daha sonradan Dentsply tarafından Ray-Pex 4 (VDW, Munich, Germany) olarak üretilmiştir (Gordon ve Chandler, 2004).

2003 yılında Elements Diagnostic Unit and Apex Locator (Sybron Endo, Sybron Dental, Anaheim, CA, USA) piyasaya sürülmüştür. Bu cihaz matematiksel algoritma ile empedans ölçümü yapmaz. Bunun yerine, ayrı ayrı rezistans ve kapasitansı ölçerek iki farklı frekansta (0,5 ve 4 kHz) gelen sinyali, bileşik bir sinyale çevirir ve kendi arama tablosundaki değerlerle karşılaştırarak eğin pozisyonunu tespit eder (Serota ve ark., 2004).

Elektronik apeks bulucuların doğruluğunu daha da arttırmak için çalışmalar yapılmaktadır. Bunlardan biri, ikiden daha fazla frekans kullanarak empedans özelliğini ölçmektir. İkidenden fazla frekans kullanan ve 4. nesil olarak da adlandırılan bu cihazlar Endo Analyzer 8005 (Analytic, Sybron Dental, Orange, CA), AFA Apex Finder (Analytic Technology, Redmond, WA), Propex (Dentsply-Maillefer,

Ballaigues İsviçre), Raypex 5 (VDW, Münih, Almanya) adlarıyla piyasaya sürülmüşlerdir. Bu cihazların işleyişi empedans oran-bazlı elektronik apeks buluculara benzerdir. Empedansın özellikleri olan kapasitans ve dirençteki ani değişiklikleri tespit etmek suretiyle, kanalın sonlanma noktasını belirlerler (Nekoofar ve ark., 2006).

J.Morita firması Root ZX'i güncelleyerek, Root ZX ile aynı çalışma presiplerine sahip Dentaport ZX (J Morita, Tokyo, Japonya)'i geliştirmiştir. Dentaport ZX ile Raypex 5'in karşılaştırıldığı bir çalışmada apeks bulucu ile belirlenen kök kanal boyuyla radyografik apeks arasındaki fark, Dentaport ZX için $1,08 \pm 0,73$ mm ve Raypex 5 için $1,0 \pm 0,67$ bulunmuştur (Pascon ve ark., 2009).

ProPex, ikiden çok frekans kullanarak çalışma uzunluğunu tespit eder. En önemli özelliği, hesaplamayı sinyalin enerjisini kullanarak yapmasıdır. Diğer multifrekanslı elektronik apeks bulucular ise hesaplamayı sinyalin amplitüd'ünü kullanarak yaparlar. Üretici firma, enerji kullanarak yapılan ölçümün daha doğru olduğunu iddia etmektedir (Plotino ve ark., 2006).

2012 yılında piyasaya sürülen Propex pixi üretici firma önerisi doğrultusunda kalibrasyon gerektirmeden kuru veya ıslak kanallarda çalışma uzunluğunu saptayabilen multifrekans yöntemi ile çalışan bir apeks bulucudur.

Kolanu ve ark. (2014), kök kanal çalışma uzunluğu belirlenmesinde apikal foramen çapının ve kullanılan eğenin çapının Propex pixi elektronik apeks bulucunun doğruluğuna etkisini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda apikal foramen çapının 0,6 mm olduğunda kullanılan eğe çapı ne olursa olsun Propex pixi'nin doğru sonuçlar verdiğini, apikal çapın 0,7mm- 0,8 mm olduğu durumlarda ise apikal foramen çapına uyumlu eğenin seçilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

iPex I, NSK firması tarafından geliştirilmesiyle iPex II olarak piyasaya sunulmuştur. iPex II, Propex pixi gibi kalibrasyon gerektirmeden kuru veya ıslak kanallarda

çalışma uzunluğunu saptayabilen multifrekans yöntemi ile çalışan bir apeks bulucudur.

Root ZX ve iPex'in doğruluğunun in vivo olarak karşılaştırıldığı çalışmada, apeks bulucunun belirlediği noktada sabitlenen kök kanal eğesi ile major foramenden 0,5 mm koronalde olan nokta (gerçek kanal boyu) arasındaki mesafe ölçülmüştür. Root ZX'in doğruluğu $\pm 0,5$ mm'de % 72 bulunurken; iPex'in doğruluğu $\pm 0,5$ mm'de %57,8 bulunmuştur (Stöber ve ark., 2011).

Elektronik apeks bulucuların çoğunun temel kuralı, insan vücudunun elektriksel bileşenlerini (rezistans, empedans) ölçmek suretiyle kanalın sonlanma noktasını tespit etmeleridir. Bununla beraber; modern elektronik apeks bulucuların çoğu, kök kanalının dışında periodontal ligamentin başlama noktasını gösterirler. Bu cihazlarla ilgili yapılan birçok araştırmada, kanal aletinin ucunun periodontal ligamente temas ettiği yeri ifade eden cihazda gözlenen '0' çizgisine ulaşıldığında, kanal aletinin boyundan 0,5-1 mm çıkartılması önerilir. Ölçülen boydan 0,5-1 mm çıkarmanın kanal aletinin tam olarak apikal daralımda konumlanmadığını, kanal aletinin kanal sınırları içinde ve periodontal ligamente yakın olduğunu ifade etmektedir (Nekoofar ve ark., 2006).

1.3.4.2. Elektronik Apeks Bulucuları Etkileyebilen Faktörler

1.3.4.2.1. Pulpanın Vitalitesi

Çalışmaların çoğu vital pulpanın, kök kanal tedavisi esnasında elektronik apeks bulucuların doğruluğu üzerinde etkisi olmadığını bildirmekle birlikte, bu konuda hala bazı fikir ayrılıkları da vardır (Dunlap ve ark., 1998; Hoer ve Attin, 2004). Vital pulpanın, apikal daralımın tespitini etkileyip etkilemeyeceğine ilişkin, Endex marka elektronik apeks bulucu ile yapılan bir in vivo çalışmada; vital ve devital dişler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Mayeda ve ark., 1993).

Vajrabhaya ve Tepmongkol (1997), Root ZX ile yaptıkları bir çalışmada yine benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Dunlap ve ark. (1998), vital ve devital dişlerde Root ZX ile ölçülen kanal boylarının doğruluklarını karşılaştırmışlar ve bulgular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. AFA Apex Finder ile yapılan ölçümlerin pulpanın durumundan etkilenip etkilenmediğinin araştırıldığı bir çalışmada; cihazın vital dişlerde apikal darlığı tespit etme oranı %93,9 iken, devital dişlerde bu oranın %76,6'ya düştüğü ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtmişlerdir (Pommer ve ark., 2002).

1.3.4.2.2. Elektrik İleten Solüsyonlar

Yeni geliştirilen elektronik apeks bulucular, kanalın sodyum hipoklorit gibi, iletkenlik özelliği yüksek bir solüsyon ile dolu olduğu durumlarda bile doğru sonuçlar vermektedir (Kim ve Lee, 2002).

Jenkins ve ark. (2001), in vitro ortamda çeşitli irrigasyon solüsyonlarının (%5,25 NaOCl, RC Prep, EDTA ve %3 H₂O₂) Root ZX'in ölçüm doğruluğu üzerine etkisi olup olmadığı konusunda yaptıkları çalışmada; irrigasyon solüsyonlarının ölçüm doğruluğu üzerine bir etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır.

Tınaz ve ark.(2002), değişik konsantrasyonlarda (%5,25, %2,65, %1 ve %0,5) NaOCl'in 'Root ZX' in ölçüm hassasiyetini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Gomes ve ark. (2012), kök kanallarında farklı irrigasyon solüsyonları (% 2,5 NaOCl, %2 Klorhex, % 17 EDTA) varlığında Raypex 5'in doğruluğunda önemli bir farklılık tespit etmemişlerdir. Propex ile yapılan bir çalışmada ise kök kanalında klorhex varlığında NaOCl'e göre daha doğru sonuçlar elde etmişlerdir. Bu farklılığı klorhexin %2'lik yerine % 0,2 kullanılmasına bağlamışlardır (Özseberg ve ark., 2007).

1.3.4.2.3. Kök Rezorbsiyonu

Kökü çevreleyen periodontal dokuların ve apikal daralımın yıkıma uğradığı enflamatuvar kök rezorbsiyonu olgularında, elektronik apeks bulucuların kullanımı tartışmalı bir konudur. Mentel ve ark. (2002), rezorbsiyonun gözlemlendiği süt dişlerinde yaptıkları çalışmada Tri Auto ZX'in doğruluğunun bu durumdan etkilenmediğini göstermişlerdir. Kielbassa ve ark. (2003), kök rezorbsiyonu olan ve olmayan süt dişleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Tosun ve ark. (2008), rezorbe kök kanallarında Root ZX ve Tri Auto ZX'in $\pm 0,5$ mm aralığında başarısını %83,33 ve %89,47 bulurken ± 1 mm'de ise; sırasıyla %98,95 ve %100 bulmuşlardır.

1.3.4.2.4. Foramen Apikale'nin Çapı

Elektronik apeks bulucular ile kanal boyu tespiti yapılırken kullanılacak eğenin çapının ya da apikal foramenin çapının ölçüm doğruluğu üzerine etkisi konusundaki genel kanı, eğenin çapının kanal boyu ölçüm cihazlarının doğruluğunu etkilemediği yönündeydi (Nyguen ve ark., 1996; Kim ve Lee, 2002).

Nyguen ve ark. (1996), Root ZX kullanarak yaptıkları çalışmada 10 nolu eğe ile ölçüm yaptıktan sonra kanalı döner eğelerle genişletmişler, 60 no'lu eğe ile tekrar ölçüm yapmışlar ve eğenin çapının ölçüm sonuçlarını etkilemediği sonucuna varmışlardır. Kim ve Lee (2002), farklı diş gruplarında apeks bulucu ile yaptıkları ölçümlerde foramenin çapına uygun olarak 25 no'lu eğeden büyük ve küçük eğeler kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, kanal boyu tespitinde 25 no'lu eğeden daha küçük veya büyük çaplarda eğe kullanımı arasında, ölçüm sonuçlarının doğruluğu açısından herhangi bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte son yıllarda yapılan çalışmalar kanal boyu tespitinde kullanılan eğenin çapının elektronik apeks bulucunun ölçüm doğruluğunu etkilediği bildirilmiştir (Ebrahim ve ark., 2007; Herrera ve ark., 2007).

Herrera ve ark. (2007), tarafından yapılan bir çalışmada kanal eğesinin çapının başka bir deyişle apikalde sıkışan bir kanal eğesi kullanımının Root ZX'in ölçüm doğruluğunu etkilediğini bulmuşlardır.

Herrera ve ark. (2011), yaptıkları bir başka çalışmada apikal foramenin boyutunun 0,6 mm'ye kadar genişletildiği durumlarda, kullanılan ege boyutu ne olursa olsun Root ZX doğruluğunu yüksek bulmuşlardır. Bu çalışmada foramenin boyutu 0,7 mm (#70'lik ege) olduğunda elektronik apeks bulucunun doğruluğunu koruyabilmek için #45 no'lu egeden büyük ege kullanımının gerekli olduğu bildirilmiştir. Foramenin genişliği 0,8 mm'yi geçtiğinde ise Root ZX'in doğru sonuçlar vermediği gözlenmiştir.

1.3.4.2.5. Perforasyonlar ve Kök Kırıkları

Kanal tedavisinde iatrojenik perforasyonların hemen tespiti ve acil tedavisi, prognozun başarılı olmasında en önemli faktördür. Perforasyonlar (özellikle bukkolingual) radyografide genellikle tespit edilemezler (Fuss ve ark., 1996). Birçok araştırmacı; kök perforasyonlarının ve lateral kanalların, apeks bulucular ile tespit edilebileceğini ifade etmektedirler (Nahmias ve ark., 1983).

Kaufman ve ark. (1997), in vitro ortamda 30 dişte; Root ZX, Endex ve Sono Explorer Mark II'nin kök yüzeyindeki perforasyonu tespit edebilme etkinliklerini karşılaştırmışlar ve araştırmada kullanılan tüm elektronik apeks bulucuların perforasyonu 0,6- 0,06 mm geride tespit etmişlerdir.

Temel çalışma ilkeleri göz önüne alındığında; elektronik apeks bulucuların kök perforasyonlarını, horizontal ya da vertikal kök kırıklarını tespit etmesi gerekir. Teorik olarak; kırık ya da perforasyonun başladığı nokta periodontal aralığa açılma noktası olduğu için, elektronik apeks bulucunun apeks çizgisini gösterdiği nokta, perforasyon bölgesini işaret eder. İn vitro ortamda yapay olarak horizontal ve vertikal kök kırığı oluşturulmuş dişlerde Justy II'nin etkinliğini araştıran bir

çalışmaya göre; Justy II'nin horizontal kök kırıklarını tespit edebildiği, vertikal kırıkların tespitinde hatalı sonuçlar verdiği bulunmuştur (Azabal ve ark., 2004).

1.4. Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi (Retreatment)

1.4.1. Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesinin Endikasyonları

Endodontik tedavinin başarısız olduğu durumlarda dişin ağızda tutulması için endodontik tedavi yenilenebilir. Başarısız endodontik tedavilerde klinik ve radyolojik bulgular şunlardır;

Klinik olarak;

- Hastanın ilgili dişinde ağrı bulgusunun olması
- Dişin perküsyonda ve palpasyona hassasiyet göstermesi
- İntra veya ekstraoral şişlik oluşması
- Fistül varlığının bulunması

Radyolojik olarak;

- Daha önceden bulunmayan yeni bir periapikal patolojinin oluşması,
- Önceden varolan periapikal patolojinin büyümesi veya uzun süre iyileşmemesi

Yukardaki maddeler haricinde endodontik tedavinin yenilenip yenilenmemesi kararı verilirken hekim tarafından, diş klinik ve radyolojik olarak detaylı bir şekilde incelenmelidir. Kararı verilirken ilgili dişte oluşan kemik kaybı, patolojik lezyonun büyüklüğü, önceden yapılan endodontik tedavinin kalitesi, kanalda kırık alet bulunması, perforayon oluşması ve yapılacak olan üst restorasyon yönünden değerlendirilmelidir (Gorni ve Gagliani, 2004).

1.4.2. Kök Kanal Tedavisi Yenilenmesi Kontrendikasyonları

- Üst yapısının restorasyonu mümkün olmayan dişlerde,
- Kök kanal içinden periapikal bölgeye taşan endodontik materyaller ve kök kanallarından çıkarılması mümkün olmayan endodontik aletler varlığında
- Kök kanallarında oluşan kalsifikasyonlar nedeniyle ve eğri kök kanallarının şekillendirilmesinde oluşan basamak veya basamaklar aşılıdığı durumlarda
- Kök kanalında veya furkasyon bölgesinde oluşmuş iyileşmeyen bir perforasyon varlığında
- İleri derecede kemik kaybı olan, iyileşmeyen eksternal veya internal rezorbsiyon varlığında, vertikal kök kırıkları nedeniyle endodontik tedavi kontraendikedir (Alaçam ve ark., 2012; s.: 913-917).

Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması için çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Bunlar;

- a) Mekanik yöntemler
 - a₁) Isı
 - a₂) Döner aletler
- b) Kimyasal yöntemler (Çözücüler)
- c) Ultrasonik sistemler
- d) Lazer

1.4.3. Mekanik Yöntemler

Kök kanal tedavisi esnasında kullanılan gütaferkanın kök kanalından uzaklaştırılması kolaydır. Isı uygulanması ile belirli bir miktarda gütaferka çıkarıldıktan sonra koronal bölgede kalan kanal dolgusu gates glidden frezlerle çıkarılır. Bu işlem sonucunda apikal üçlüye kadar olan gütaferka çıkartılmış olur. Daha sonra #10 veya #15 H tipi eğe ile apikal üçlüdeki gütaferka çıkartılır (Cohen ve Hargreaves, 2006).

Gütaperkanın kanaldan uzaklaştırılmasında döner aletler kullanılmaktadır. Bu sistemlerin, tedavi edilmiş kanallardan gütaperkayı çıkarmada daha etkili oldukları belirtilmektedir (Dall’Agnol ve ark., 2008). İn vitro çalışmalarda genellikle bu sistemlerin el aletlerinden daha kısa sürede gütaperkayı uzaklaştırdıkları belirtilmiştir (Imura ve ark., 2000; Betti ve Bramante, 2001; Masiero ve Barletta, 2005; Stuart ve ark., 2006; Saad ve ark., 2007; Betti ve ark., 2009; Ring ve ark., 2009). Buna karşın bazı çalışmalarda ise döner aletlerin, el aletlerine göre gütaperkayı kök kanalından daha uzun sürede uzaklaştırdığı belirtilmiştir (Cohen ve Hargreaves, 2006)

1.4.3.1. Günümüzde Kanal tedavisinin Yenilenmesinde Kullanılan Bazı Nikel Titanyum Döner Alet Sistemleri

1.4.3.1.1. ProTaper Retreatment

ProTaper nikel titanyum eğe sistemi Dentsply/Maillefer firması ile piyasaya sürülmüştür. Nikel titanyum eğe sistemlerinin çok esnek olması, dar ve eğri kanallarda rahatlıkla kullanılması bu eğe sistemlerinin avantajıdır. İlgili firma son yıllarda nikel titanyum özellikli retreatment eğesi olan “ProTaper Retreatment” eğesini piyasaya çıkarmıştır. Bu eğe sistemi 3 egeden (D1,D2 ve D3) oluşmaktadır ve elektrikli sisteme takılı olarak 300 devir / dakika sabit hızda kullanılmaktadır. D1 frezi 16 mm, D2 frezi 18 mm ve D3 frezi 22 mm uzunluğunda olup çapları sırasıyla 0,30 mm, 0,25 mm ve 0,20 mm’dir. Eğeler kesit olarak konveks üçgen kesitli olup, keskinlikleri artırılmıştır. Sarmalları ve bıçakları arasındaki mesafe nedeniyle güvenli bir şekilde kullanılabilir. Protaper retreatment eğeleri artan bir konikliğe sahiptir. Bu koniklik D1 eğesi için %9, D2 eğesi için %8 ve D3 eğesi için %7’dir. Artan koniklik eğenin kök kanalı içersinde rahat çalışmasını sağlamakta ve düzensiz yapıların kaldırılmasında etkili olmasına neden olur.

1.4.3.1.2. MTwo R

Bu retreatment döner eğe sistemi diğer eğe sistemlerine göre daha farklı şekillendirme yöntemi ile kullanılmaktadır. Bu eğe sisteminde aktif uca sahip olan eğeler, modifiye step-back tekniği ile şekillendirme yapmaktadır. Kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında bu sistemde en fazla 4 eğe kullanılması önerilmiştir. Ancak genellikle Mtwo R 15/.05 ve Mtwo R 25/.05 eğeleri ile 2 eğede kök kanallının şekillendirilmesi tamamlanabilir (Garg ve ark., 2015; Poggio ve ark., 2015).

1.4.3.1.3. D-RaCe

D-RaCe nikel titanyum retreatment döner eğe sistemi, FKG Dentaire firması tarafından piyasaya sürülmüştür. Bu eğe sistemi keskin uca sahip 2 farklı eğeden (DR1 ve DR2) oluşmaktadır. DR1 ilk eğedir ve 30/.010 konikliğine sahiptir ve 1000 devir/dakikada kullanımı önerilir. DR2 eğesi ise çalışma boyunda kullanılır ve 25/.04 konikliğine sahiptir. 600 devir/dakikada kullanımı önerilmektedir. Üretici firmaya göre öncelikle kök kanalları içerisinde bulunan kök kanal dolgusu bu 2 eğe ile çıkartılmalı ve kök kanalının yeniden şekillendirilmesi için geleneksel RaCe eğeleri ile devam edilmelidir (Akhavan ve ark., 2012).

1.4.3.1.4. R-Endo

R-Endo Mikro-Mega firması tarafından kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. R-Endo sistemi 5 farklı eğeden (Rm, Re, R1, R2 ve R3) oluşmaktadır. Bunlardan 1 tanesi manuel olarak kullanılmakta olup diğerleri endodontik motorlarla kanal içerisinde uygulanmaktadır. Rm eğesi 0.04'lük açığa sahip olup el ile kullanılmaktadır. Re eğesi 0.12'lik taper açısına sahip bir eğe olup, koronal bölgesinin ilk 1-3 mm'sinde basınç uygulanmadan kullanılır. R1 eğesi 0.08 taper açısına sahiptir ve koronal ve orta üçlünün genişletilmesinde, R2 eğe ise 0.06

taper açısına sahiptir orta üçlüde kullanılır. R3 eğesi 0.04 açığa sahip olup çalışma boyunca kullanılır ve apikal üçlünün preparasyonunda uygulanır (Er ve ark., 2011; Topçuoğlu ve ark., 2014; Garg ve ark., 2015).

1.4.4. Kimyasal Yöntemler

Kimyasal çözücüler kullanılarak kök kanalından materyal uzaklaştırılır. Çözücülerle öncelikle gütaperka yumuşatılır ve kanal patları çözülerek pasif enstürmantasyonla kök kanal dolgusu çıkartılır. Bu çözücüler; klorofom, metilkloroform, ökaliptol, haloten, rectified terebentin ve ksilendir (Cohen ve Hargreaves, 2006). Horvath ve ark. (2009), kök kanal duvarlarından ve dentin tübüllerinden dolgu materyalinin kaldırılmasında farklı çözücüler kullanmışlar ve tarama elektron mikroskobu (SEM) ile değerlendirmişlerdir. Kullanılan çözücülerin, kök kanal duvarlarından ve dentin tübüllerinden, gütaperka ve kanal patını kontrol grubundan daha fazla kaldırdığını belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise tekrarlanan tedavi sırasında dentin tübüllerinden dolgu materyalini çıkarmada farklı çözücülerin etkisi SEM ile değerlendirilmiş ve kullanılan çözücüler arasında dentin tübüllerini temizlemede anlamlı bir farklılık bulamamışlardır (Scelza ve ark., 2008).

Başka bir çalışmada, düz ya da eğri kanallarda 3 farklı teknikle yapılan tekrarlanan tedavi değerlendirilmiştir ve gates glidden frezler ile birlikte kloroform kullanımının eğri kanallardan kanal patını kaldırmada daha etkili bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Bodrumlu ve ark., 2008).

1.4.5. Ultrasonik Sistemler

Ultrasonik sistemler, özel ultrasonik uçlar sayesinde gütaperka kök kanallarından uzaklaştırılabilmektedir. Bu uçlar ultrasonik enerji ile aktive edildiği zaman ısınarak, ince yapısı sayesinde eğimli bölgelerde bile gütaperkanın kaldırılmasını sağlar (Chenail ve Teplitsky, 1987).

Ultrasoniklerin sahip oldukları bu avantajlara rağmen yapılan çalışmalarda kök kanallarından dolgu materyallerinin tam olarak uzaklaştıramadıkları belirtilmiştir (Chenail ve Teplitsky, 1987; Boutsoukis ve ark., 2008; Só ve ark., 2008; Pirani ve ark., 2009). Pirani ve ark. (2009), 2 tip kanal dolgu materyalini ultrasonik uçlar, nikel titanyum döner aletler ve K tipi el aletleri kullanarak uzaklaştırılmasını değerlendirmişlerdir. Kullanılan enstrümanların hiçbirisinin kanaldan kök kanal dolgusunu tamamen kaldıramadığını belirtmişlerdir.

Yine yapılan farklı bir çalışmada ise güta-perka/pat kaldırılmasında geleneksel tekniklerle frez, çözücüler ve ultrasonik uçların kullanımının etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda kullanılan materyaller arasında bir farklılık bulunamamıştır (De Mello Junior ve ark., 2009).

1.4.6. Lazer

Günümüzde kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında lazerlerin uygulanması önerilmiştir (Farge ve ark., 1998; Viducic ve ark., 2003; Cohen ve Hargreaves, 2006). Tekrarlanan tedavilerde lazerin çözücülerle birlikte kullanılmasının lazerin performansını arttırmadığını belirtmişlerdir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, lazer uygulanması sonucunda kanal içerisindeki ısı artışının fazla olduğu ve bu duruma bağlı olarak güvenliğinin sorgulanması gerektiği belirtilmiştir (Cohen ve Hargreaves, 2006). Nd:YAG lazer kullanılarak yapılan bir çalışmada, Nd:YAG lazer ve geleneksel teknikler (Gates Glidden ve K tipi eğe) karşılaştırılmıştır. Kullanılan yöntemler ile kök kanal duvarlarından tam anlamıyla dolgu materyalinin kaldırılamadığı belirtilmiş ancak lazerin daha kısa sürede kök kanal dolgusunu uzaklaştırdığı bildirilmiştir (Anjo ve ark., 2004).

1.5.Elektronik Apeks Bulucular İle İlgili Çalışmalar

Alves ve ark.(2005), alt ve üst çene kanin dişlerinde kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında Tri Auto ZX cihazının ölçtüğü değeri, kök kanal tedavisi öncesi cihazın ilk ölçtüğü değerle ve #15 no'lu eğenin majör foramenden görüldüğü yere kadar ölçülen değer ile ex vivo olarak $\pm 0,5$ mm aralığında karşılaştırmışlardır.

Goldberg ve ark.(2005), tek köklü dişlerde 3 farklı apeks bulucunun (Propex, NovApex, Root ZX) kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasındaki kanal boyunu ilk ölçülen kanal boyu ile karşılaştırarak cihazların doğruluklarını in vitro olarak $\pm 0,5$ mm ve ± 1 mm aralığında değerlendirmişlerdir.

ElAyouti ve ark. (2005), üç farklı elektronik apeks bulucunun (Root ZX, Raypex 4 ve Apex Pointer) apikal rezeksiyon geçirmiş dişlerde apikal sonlanmayı tespit etmedeki güvenilirliğini 50 adet premolar, 40 adet molar dişte ex vivo olarak araştırmışlardır. Çalışmada araştırmacılar kullanılan bütün elektronik apeks bulucuların apikal sonlanmayı kabul edilebilir bir aralıkta tespit edebildiğini ve Root ZX'in ise daha başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Plotino ve ark. (2006), 40 adet tek köklü daimi dişte 3 farklı elektronik apeks bulucunun (Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, Propex) doğruluğunu $\pm 0,5$ mm aralığında ex vivo olarak değerlendirmişlerdir.

D'Assunção ve ark. (2007), Root ZX II ve Mini Apex Locator elektronik apeks bulucuların doğruluğunu 40 adet tek köklü daimi dişte $\pm 0,5$ mm aralığında in vitro olarak değerlendirmişlerdir.

Ebrahim ve ark. (2007), 32 adet tek köklü daimi dişte 5 farklı elektronik apeks bulucunun (Dentaport ZX, Propex, Foramatron D10, Apex NRG ve Apit 7) kök kanal dolgusunun sökülmesi esnasında belirlediği çalışma uzunluğunu gerçek çalışma uzunluğuyla in vitro olarak $\pm 0,5$ mm ve ± 1 mm aralığında kıyaslamışlardır.

Propex'in de içinde bulunduğu yedi farklı apeks bulucunun (Apex Finder 7005, Apit, Bingo-1020, e-Magic Finder, ProPex, Root ZX, and SmarPex) farklı durumlar altında doğrulukları açısından karşılaştırıldığı in vitro bir çalışmada, irrigasyon solüsyonu değişikliğinin Propex'in doğruluğuna etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Aynı çalışmada araştırmacılar, apikal çap arttıkça tüm elektronik apeks bulucuların okumadaki doğruluğunun azaldığını tespit etmişlerdir (Kang ve Kim, 2008).

Çekilmiş üst molarlarda palatinal ve meziobukkal kök kanallarında Propex ile hesaplanan elektronik çalışma boylarıyla radyografik çalışma boylarının karşılaştırıldığı in vitro bir çalışmada palatinal kanalda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken; meziobukkal kanallarda elektronik apeks bulucularla yapılan ölçümlerin radyografik metoda göre daha fazla doğruluk gösterdiği tespit edilmiştir (Krajczár ve ark., 2008).

Uzun ve ark.(2008), üst ve alt çene kesici dişlerde TCM Endo V ve Tri Auto ZX elektronik apeks bulucular ile birleştirilmiş elektronik cihazların kök kanal tedavisinin yenilenmesi sırasında çalışma boyunu belirlemedeki doğruluğunu ex vivo değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda araştırmacılar, Tri Auto ZX'in TCM Endo V'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde çalışma uzunluğunu daha doğru tespit ettiğini saptamışlardır.

Dentaport ZX ile Raypex 5'in karşılaştırıldığı in vivo çalışmada apeks bulucu ile belirlenen kök kanal boyuyla radyografik apeks arasındaki fark Dentaport ZX için $1,08 \pm 0,73$ mm ve Raypex 5 için $1,0 \pm 0,67$ bulunmuştur (Pascon ve ark., 2009).

Aggarwal ve ark. (2010), 60 adet alt çene premolar dişte farklı kök kanal dolgu maddeleri kullanılmasının (gütaperka + çinkooksit öjenöl, gütaperka + AH Plus, Resilon + Epiphany) retreatment sonrasında iki farklı elektronik apeks bulucunun (Root ZX ve Propex) doğruluklarına etkisini ve cihazların ilk ölçtükleri değerlerin doğruluğunu $\pm 0,5$ mm ve ± 1 mm aralığında in vitro olarak değerlendirmişlerdir.

D'Assunção ve ark. (2010), 31 adet tek köklü dişte üç farklı apeks bulucunun (Root ZX II, Mini Apex Locator, NovApex) doğruluğunu ex vivo olarak değerlendirmişlerdir. Bu araştırmanın sonucunda Root ZX II'nin diğer iki cihaza göre daha güvenilir olduğunu ve Mini Apex Locator ve Novapex cihazları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir.

Vieyra ve ark.'ı (2010) üst ve alt çene dişlerde Root ZX ve Element-Diagnostic elektronik apeks bulucuları ve geleneksel radyografileri karşılaştırdıkları in vivo çalışmalarında araştırmacılar, iki elektronik apeks bulucunun radyografilere göre daha doğru sonuçlar verdiğini ve elektronik apeks bulucular ile çalışıldığında cihazların eğenin apikal forameninden taşma riskini azalttığını belirtmişlerdir.

Al-Hadlaq (2011), kök kanal tedavisin yenilenmesinde kullanılan çözücü solüsyonların (kloroform, portakal yağı ve ökaliptöl) dört farklı elektronik apeks bulucunun (Root ZX Mini, Mini Apeks Locator, Root ZX, Elements Diagnostic Unit) doğruluklarına etkisini 40 adet tek köklü dişte in vitro olarak değerlendirmişlerdir. Araştırmacı, elektronik apeks bulucuların doğruluğunun bu çözücülerin varlığından etkilenmediğini rapor etmiştir.

Chirila ve ark. (2011), kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında kök kanallarında kalan artık gütaperka ve kanal dolgu patlarının 4 farklı elektronik apeks bulucunun (Root ZX, Element Diagnostoc Unit, Propex, i-Pex) çalışma uzunluğunu belirlemedeki doğruluğuna etkisini 30 adet üst çene kesici dişlerde in vitro olarak $\pm 0,5$ mm ve ± 1 mm aralığında değerlendirmişlerdir.

40 adet üst çene kesici dişte Raypex 5'in doğruluğunun ex vivo olarak değerlendirildiği bir çalışmada elde edilen elektronik ölçümlerin minör foramenin gerisinde konumladığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada minör çapı %85 doğrulukla tespit etmesine rağmen bu sonuç klinik olarak anlamlı bulunmuştur (Cimilli ve ark., 2011).

Vieyra ve ark.(2011), 4 farklı elektronik apeks bulucunun (Root ZX, Elements-Diagnostic, Precision AL and Raypex 5) ve geleneksel radyografinin çalışma uzunluğunu belirlemedeki doğruluğunu 245 adet alt ve üst çene dişlerinde in vivo olarak değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, apikal daralımın yerini belirleme 4 elektronik apeks bulucunun radyografilere göre daha doğru sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Evcil ve ark.(2012), tek köklü kesici ve premolar dişlerde farklı kanal yıkama solüsyonlarını (NaOCl, EDTA ve salin) kullanarak iki farklı elektronik apeks bulucunun (Apex Pointer EAL ve Propex) doğruluğunu in vitro olarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmemiştir. Araştırmacılar, Apex Pointer EAL ve Propex elektronik apeks bulucuların kök kanal boyunu belirlemede güvenle kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Kishor (2012) 35 tek köklü dişte yaptığı in vitro çalışmada, çalışma boyunu belirlenmesinde konvansiyonel radyografi, dijital radyografi ve elektronik apeks bulucunun (Foramatron D-10, Parkell) doğruluklarını karşılaştırmıştır. Araştırmacı, bu çalışmanın sonucunda çalışma uzunluğunun belirlenmesinde 3 yöntemin de eşit seviyede etkili olduğunu fakat 3 yöntem arasında gerçek kök kanal boyuna en yakın olanının apeks bulucular olduğu sonucuna varmıştır.

30 adet tek köklü dişte Dentaport ZX, Raypex 5 ve Propex II'nin karşılaştırıldığı bir in vivo çalışmada kök kanal eğeleri Dentaport ZX ve Raypex 5'in ekranındaki son yeşil kutucuğa, Propex II'de 0.0 turuncu kutucuğa göre akışkan kompozit ile kanala sabitlenmiştir. Dişler çekildikten sonra kök kanal eğesinin ucunun bittiği noktanın major foramene uzaklığı ölçülmüştür (Somma ve ark., 2012).

Er ve ark. (2013), kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında kullanılan üç farklı çözücünün (Endosolv, Resosolv, Guttasolv) Root ZX Mini elektronik apeks bulucunun doğruluğuna etkisini 56 adet üst çene kesici dişte ex vivo olarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda araştırmacılar, kök kanallarında

Çözücü varlığında elektronik apeks bulucunun düşük doğruluk payı gösterdiğini bildirmişlerdir.

Puri ve ark. (2013), in vitro bir çalışmada, 30 adet alt çene premolar dişlerde Dentaport ZX ve iPex elektronik apeks bulucularının belirlediği çalışma boyununun doğruluğunu $\pm 0,5$ mm aralığında gerçek kök kanal çalışma uzunluğu ile karşılaştırmışlardır.

Üstün ve ark. (2013), kök kanal tedavisinin yenilenmesinde kullanılan 3 farklı çözücü solüsyonun (Endosolv, Resosolv, Guttasolv) Tri Auto ZX'in çalışma uzunluğunu belirlemedeki doğruluğuna etkisini 56 üst çene kesici dişte değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda Tri Auto ZX ile ölçülen elektronik kök kanal boyunun, gerçek çalışma uzunluğundan kısa ölçümler verdiği rapor etmişlerdir.

Cimilli ve ark. (2014)'nin retreatment yapılan molar dişlerde çalışma uzunluğunu belirlemede Dentaport ZX elektronik apeks bulucunun doğruluğunu 15 adet alt çene molar dişte in vitro olarak araştırmışlardır.

Kolanu ve ark.(2014), 10 adet tek köklü dişte kök kanal çalışma uzunluğu belirlenmesinde apikal foramen çapının ve kullanılan eğenin çapının Propex Pixi elektronik apeks bulucunun doğruluğuna etkisini in vitro olarak değerlendirmişlerdir.

Uzunoğlu ve ark.(2015), 90 adet üst çene kesici dişte kalsiyum hidroksitin kök kanallarından farklı uzaklaştırma yöntemleri kullanılarak çıkartılmasından sonra, kök kanallarında kalan kalsiyum hidroksit artıklarının Root ZX elektronik apeks bulucunun doğruluğuna etkisini in vitro olarak değerlendirmişlerdir.

1.6. Amaç

Bu çalışmanın amacı, çekilmiş insan dişlerinde 3 farklı apeks bulucu kullanılarak ilk tespit edilen kök kanal çalışma boyları ile aynı köklerde kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında tekrar ölçülen kök kanal çalışma boylarını, gerçek kök kanal boyları ile karşılaştırmaktır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, periodontal ve protetik nedenlerle yeni çekilmiş ve üzerinde herhangi bir restoratif işlem olmayan, çürüksüz, apeksleri kapanmış tek köklü ve tek kanallı 90 adet alt santral ve lateral dişler kullanıldı. Ayrıca tüm dişlerden bukko-lingual ve mezio-distal açılardan radyografi çekildi ve kalsifiye kanal varlığı, internal veya eksternal kök rezorbsiyon şüphesi bulunan dişler çalışma dışı bırakıldı.

Dişlerin üzerindeki debris ve yumuşak doku artıkları periodontal küret ve kretuar yardımıyla dikkatlice temizlendi ve dişler çalışmada kullanılıncaya kadar oda sıcaklığında serum fizyolojik içerisinde saklandı.

2.1. Gerçek Kök Kanal Çalışma Boyunun Tespit Edilmesi

Dişler, düz bir referans hattı elde edilmesi için fissür frez ile su soğutması altında mine sement sınırından kesildi. Elde edilen köklere endodontik mikroskop altında x10 büyütmede #15 nolu K tipi kanal aleti yerleştirilerek kök ucundan (major foramen) görününceye kadar ilerletildi. Daha sonra eğenin lastik stoperi, önceden düzleştirilen kök yüzeyine tam olarak yerleştirildi ve lastik stoperin kaymaması için, lastik stoper eğeye akıcı kompozit ile sabitlendi. Kök kanalından çıkartılan enstrümanın, lastik stoperin alt kenarı ile eğenin uç kısmı arasındaki mesafe 0,01 mm hassasiyet gösteren bir kumpas ile ölçüldü (Şekil 2. 1). Her bir diş için üçer kez ölçüm yapıldı ve bu ölçümlerin ortalaması alınarak kaydedildi. Elde edilen bu ortalama değerden 0,5 mm çıkartıldı ve çıkan sonuç Gerçek Kök Kanal Çalışma Boyu (GKKÇB) olarak adlandırıldı.

2.2. Elektronik Olarak Kök Kanal Çalışma Boyunun Tespit Edilmesi

Dişler, kullanılacak olan elektronik apeks bulucuya (Dentaport ZX, Propex pixi, iPex II) göre her grupta 30'ar adet olacak şekilde rastgele 3 gruba ayrıldı. Kökler, in vitro ortamda periodontal ligamentin taklit edilebilmesi amacıyla aljinat modele gömüldü. Ayrıca aljinat modelin içine kullanılacak elektronik apeks bulucunun dudak klipsi yerleştirildi. Elektronik ölçümleri gerçekleştirmek amacıyla cihazın iki elektrotlu kablosunda bulunan tutucu uca #15 nolu K tipi eğe tutturuldu. Diğer elektrota aljinat içindeki dudak klipsi bağlandı. Düzenek tamamlandıktan sonra kök kanallarına 1ml, %5,25'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) enjekte edildi ve elektronik ölçümler yapılarak kaydedildi.



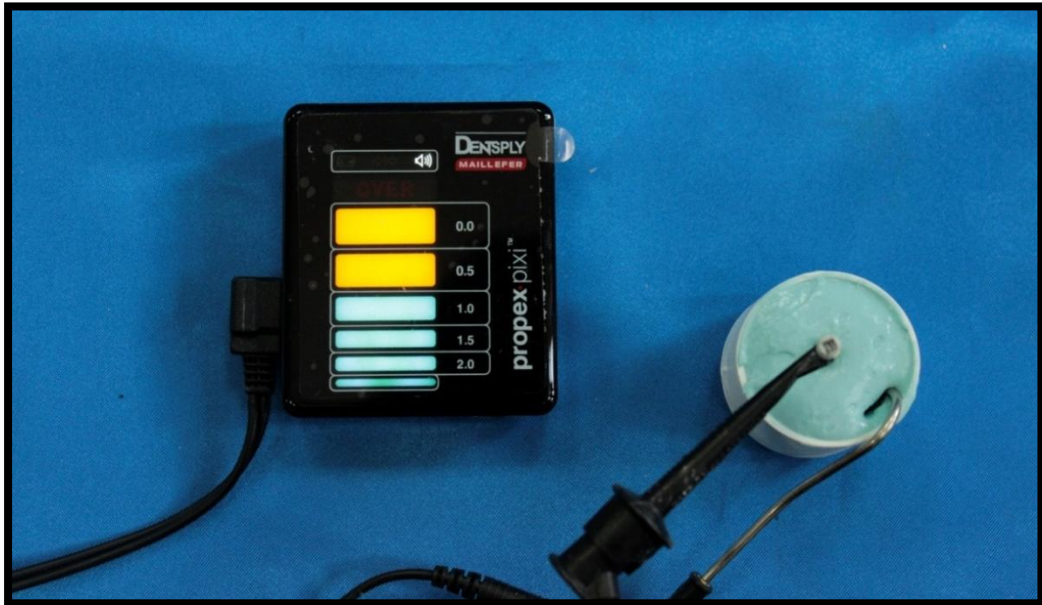
Şekil 2. 1. Çalışmada kullanılan ve 0,01 mm hassasiyet gösteren kumpas

Grup I (Dentaport ZX, n= 30): Üretici firmaya göre; Dentaport ZX elektronik apeks bulucunun kadranında yazan '0,5' çizgisinin minör forameni gösterdiği kabul edilmektedir (Şekil 2. 2) ve kök kanal boyu ölçüleceği zaman eğe, 'APEX'çizgisi görülene kadar ilerletilip '0,5' değeri tekrar okunana kadar geri çekilmelidir. Bu nedenle üretici talimatlarına uygun olarak 15 numaralı K tipi eğe kök içerisinde Dentaport ZX ekranında 'APEX' yazana kadar ilerletildi ve '0,5' çizgisine geri çekildi.



Şekil 2. 2. Dentaport ZX elektronik apeks bulucunun kadranında yazan '0,5' çizgisinin minör forameni göstermesi

Grup II (Propex pixi, n=30): Propex pixi elektronik apeks bulucunun üretici firmaya göre apikal bölüm cihazda 3'e ayrılmıştır. '1.0' çizgisi apikal alanın başlangıç noktasını, '0.5' çizgisi apikal alanın ortasını, '0.0' çizgisi ise minör apikal foramenin pozisyonunu belirtmektedir (Şekil 2. 3). Bu sebepten dolayı 15 numaralı K tipi eğe Propex pixi'nin ekranında '0.0' görülene kadar ilerletildi.



Şekil 2. 3. Propex pixi elektronik apeks bulucunun üretici firmasına göre '0.0' çizgisi minör apikal foramenin pozisyonunu belirtmesi

Grup III (iPex II, n=30): iPex II apeks bulucunun üretici firmasına göre de '0.0' çizgisi minör apikal foramenin pozisyonunu vermektedir. Bu nedenle 15 numaralı K tipi eğe iPex II apeks bulucunun ekranında '0.0' görülene kadar ilerletildi (Şekil 2. 4).



Şekil 2. 4. iPex II apeks bulucu '0.0' çizgisi minör apikal foramenin pozisyonunu göstermesi

Her üç elektronik apeks bulucu ile yapılacak ölçümlerde, eğenin lastik stoperi önceden düzleştirilen kök yüzeyine tam olarak yerleştirildi ve lastik stoperin kaymaması için stoper eğeye akıcı kompozit ile sabitlendi. Daha sonra eğe kök kanalından çıkartılıp, lastik stoperin alt kenarı ile eğenin uç kısmı arasındaki mesafe 0,01 mm hassasiyet gösteren bir kumpas ile ölçüldü. Her diş için ölçümler 3'er defa tekrarlandı ve ortalaması alınarak kaydedildi. Ayrıca tüm ölçümler aljinat modelin nemini kaybetmemesi için 2 saatlik süre içerisinde yapıldı.

2.3. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Dişler aljinat modelden çıkarıldıktan sonra kök kanalları, her bir elektronik apeks bulucunun belirlediği çalışma boyutunda (EÇB) olmak üzere nikel titanyum ProTaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swiss) döner aletler kullanılarak

genişletildi. Kök kanalları her eğe değişiminden sonra 3 ml % 5,25'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) (Sultan Chemists Inc., Englewood, USA) ile yıkandı. Tüm kanallar sırasıyla SX, S1, S2, F1 ve F2 döner aletlerle genişletildi ve son eğe "finishing file no.2 (F2)" olacak şekilde preparasyon işlemleri bitirildi. Smear tabakasını uzaklaştırmak için sırasıyla 5 ml %17'lik etilendiamin tetraasetikasit (EDTA) (Aklar Kimya, Ankara, Türkiye) 5 ml % 5,25'lik NaOCl ve son irrigasyon olarak 5 ml distile su kullanıldı. Kök kanalları kâğıt konlar ile (Spident, NamDongKongDon, Inchon, Korea) kurulandı.

2.4. Kök Kanallarının Doldurulması

Dişler AH Plus kök kanal dolgu patı ve güta-perka konları ile dolduruldu. F2 protaper güta-perka konu (Sure-endo, Sure Dent Corp., Korea) ile daha önceden elektronik apeks bulucunun belirlediği boyda işaretlendi ve kök kanalına yerleştirilerek apikalde sıkışma hissi olup olmadığı kontrol edildi. Ana kon kanal içinden çıkartıldıktan sonra, AH Plus kök kanal dolgu patı, üretici firma önerisi doğrultusunda karıştırıldı. Şekillendirilmiş kök kanalının boyutuna uygun bir K-tipi kanal eğesi, AH Plus kök kanal dolgu patına bulanarak, belirlenen çalışma uzunluğunda kanala yerleştirilerek saat yönünün tersinde döndürüldü. Bu işlem üç kez tekrarlandı. Ayrıca önceden kanala uyumlandırdığımız ana kon, üretici firma önerisi doğrultusunda hazırlanan AH Plus kök kanal dolgu patına bulanarak kanalın içine yerleştirildi. Köklerden radyografi alınarak kanal dolgusunun boyutu ve bütünlüğü kontrol edildi. Daha sonra giriş kavitesindeki ana kon ısıtılmış bir ekskavatör yardımıyla uzaklaştırılarak uygun bir plugger ile vertikal kondenzasyon yapıldı.

Kök kanal dolguları tamamlandıktan sonra tüm gruplara ait kökler, kök kanal patlarının tamamen sertleşmesi için, 10 gün süreyle 37°C de ve %100 nemli ortamda bekletildi.

2.5. Kök Kanal Dolgularının Sökülmesi

10 gün sonra gruptaki dişlerin kök kanal dolgusu, elektronik apeks bulucuların belirlediği boyutta (minör forameni tahrip etmemek amacıyla) ProTaper retreatment eğesi kullanılarak söküldü. Bu işlemden önce, Köklerin koronal bölgelerine #3 nolu Gates-Glidden ile 2-3 mm girilerek, köklerin koronal bölgelerine 1 ml kadar ökaliptol damlatıldı. Çözücü gütaperkaya penetre olduktan sonra elektronik apeks bulucuların belirlediği boyutta ProTaper retreatment eğesi kök kanalına uygulandı. Daha sonra bu boyuta ulaşıldıktan sonra elektronik ölçümleri gerçekleştirmek amacıyla cihazın iki elektrotlu kablosunda bulunan tutucu uca #25 nolu K tipi eğe tutturuldu ve diğer elektrota aljinat içindeki dudak klipsi bağlandı. Daha sonra kök kanallarının içerisine 1ml %5,25'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) damlatıldı. H tipi eğe kök kanalı içerisinde, apeks bulucular için üretici firmaların belirttiği minör foramen çizgisine kadar ilerletildi. Her üç elektronik apeks bulucu ile yapılacak ölçümlerde, eğin lastik stoperi önceden düzleştirilen kök yüzeyine tam olarak yerleştirildi ve lastik stoperin kaymaması için stoper eğeye akıcı kompozit ile sabitlendi. Her diş için ölçümler 3'er defa tekrarlandı ve ortalaması alınarak kaydedildi. Ayrıca tüm ölçümler aljinat modelin nem oranının korunduğundan emin olmak için 2 saatlik süre içerisinde yapıldı. Daha sonra elde edilen veriler SPSS 20 paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi.

3. BULGULAR

Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS 20 paket programı ile analiz edildi. Değişkenlerin normal dağılımdan gelme durumları araştırılırken birim sayıları nedeniyle Shapiro Wilk's testinden yararlanıldı.

Gruplar arasındaki farklılıklar incelenirken değişkenlerin normal dağılımdan gelmemesi durumunda Kruskal Wallis-H Testleri uygulandı.

Nominal değişkenlerin grupları arasındaki ilişkiler incelenirken Ki-Kare analizi yapıldı. RxC tablolarda Monte Carlo Simülasyonu yardımıyla Pearson Ki-Kare analizinden yararlanıldı.

Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kullanılmış olup; $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı bir farklılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda ise anlamlı bir farklılığın olmadığı belirtildi.

Çizelge 3.1.1'de,

Gerçek kök kanal çalışma boyunun, elektronik apeks bulucuların belirlediği çalışma boyu ile karşılaştırılması incelenmiş ve cihazların kendi aralarındaki karşılaştırılması gösterilmiştir.

Çizelge 3.1.1. Fark Değerlerinin Cihazlara Göre Farklılığına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Gerçek Çalışma Boyutu ile Elektronik Apeks Bulucular Belirlediği Çalışma Boyutunun Karşılaştırılması	Kruskal Wallis									
	CİHAZ	n	Mean	Median	Min	Max	ss	Sıra Ort.	H	p
	Dentaport ZX	30	0,21	0,15	-0,2	1,1	0,33	43,35	0,341	0,843
	Propex pixi	30	0,23	0,2	-0,3	1,3	0,39	46		
	iPex II	30	0,23	0,2	-0,6	1,4	0,37	47,15		
	Toplam	90	0,22	0,2	-0,6	1,4	0,36			

Elde edilen verilere göre;

Gerçek kök kanal çalışma boyu ile elektronik apeks bulucuların belirlediği çalışma boyu arasında fark değerleri açısından cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı ($p>0,05$).

Çizelge 3.1.2’de,

Gerçek kök kanal çalışma boyu ile elektronik apeks bulucuların belirlediği çalışma boyu arasındaki karşılaştırmada cihazların $\pm 0,5$ mm ve ± 1 mm aralığındaki verileri incelenmiş ve yüzdesel olarak sınır aralıklarındaki durumları saptanmış ve Çizelge 3.1.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1.2. Gerçek Kök Kanal Boyu ile Elektronik Apeks Bulucuların Belirlediği Çalışma Boyu Fark Değerlerinin Sınır Durumlarına Göre Cihazlar Arasındaki İlişkiye Dair Ki-Kare Testi Sonuçları

	Gerçek Kök Kanal Boyu ile Elektronik Apeks Bulucuların Belirlediği Çalışma Boyu arasındaki Fark											Ki-Kare Testi		
	-1 ve -0,51		-0,50 ve 0,00		0,01 ve 0,5		0,51 ve 1		MAD**		Toplam		Ki-Kare	p
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Dentaport ZX	0	0	13	43,3	14	46,7	2	6,7	1	3,3	30	100	*	0,645
Propex pixi	0	0	7	23,3	19	63,3	2	6,7	2	6,7	30	100		
iPex II	1	3,3	7	23,3	19	63,3	1	3,3	2	6,7	30	100		
Toplam	1	1,1	27	30	52	57,8	5	5,6	5	5,6	90	100		

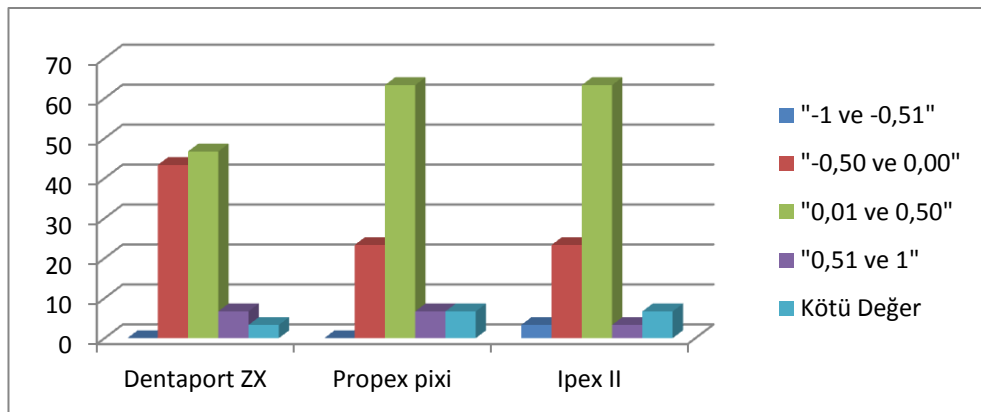
*Gözlemlerde beklenen değerlerin %20'den fazlası 5'den küçük olduğu için değerlendirme Monte Carlo simülasyonu ile yapılmıştır.

** -1 ve +1'in marjın aralığı dışındaki değerler (MAD)

Elde edilen verilere göre;

Gerçek kök kanal boyu ile elektronik apeks bulucuların belirlediği çalışma boyu arasında fark değerlerinin sınır durumları açısından cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamadı ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber -0,50 ve 0,5 değerleri arasında; Dentaport ZX cihazı %90 oranında, Propex pixi ve iPex II cihazları %86,6 oranında doğru yanıt vermiştir. -1 ve 1 değerleri arasında; Dentaport ZX cihazı %96,7 oranında, Propex pixi ve iPex II cihazları %93,3 oranında doğru yanıt vermiştir. Ayrıca Dentaport ZX cihazı %3,3 oranında, Propex pixi ve iPex II cihazları %6,7 oranında bu marjın aralıkların dışında yanıt vermiştir.

Çizelge 3.1.3. Gerçek Kök Kanal Boyu ile Elektronik Apeks Bulucuların Belirlediği Çalışma Boyu Fark Değerlerinin Sınır Durumlarının Cihazlara Göre Dağılım Grafiği



Çizelge 3.2.1’de Gerçek kök kanal çalışma boyunun, kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu ile karşılaştırılması ve cihazların kendi aralarındaki karşılaştırılması gösterilmiştir.

Çizelge 3.2.1. Fark Değerlerinin Cihazlara Göre Farklılığına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Gerçek Çalışma Boyunun Retreatment Sonrasında Elektronik Apeks Bulucular İle Belirlenen Çalışma Boyutu İle Karşılaştırılması	CİHAZ		Kruskal Wallis							
	n	Mean	Median	Min	Max	ss	Sıra Ort.	H	p	
Dentaport ZX	30	0,35	0,2	-0,2	1,7	0,49	44,43	0,091	0,955	
Propex pixi	30	0,33	0,3	-0,3	1,5	0,39	45,62			
iPex II	30	0,32	0,3	-0,9	1,7	0,47	46,45			
Toplam	90	0,33	0,3	-0,9	1,7	0,45				

Elde edilen verilere göre;

Gerçek kök kanal çalışma boyu ile kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu arasında fark değerleri açısından cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

Çizelge 3.2.2’de

Gerçek çalışma boyu ile kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu arasındaki karşılaştırmada cihazların $\pm 0,5$ mm ve ± 1 mm aralığındaki verileri incelenmiş ve yüzdesel olarak sınır aralıklarındaki durumları saptanmış ve Çizelge 3.2.3.’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2.2. Gerçek Çalışma Boyunun, Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Esnasında Elektronik Apeks Bulucular İle Belirlenen Çalışma Boyutu Fark Değerlerinin Sınır Durumlarına Göre Cihazlar Arasındaki İlişkiye Dair Ki-Kare Testi Sonuçları

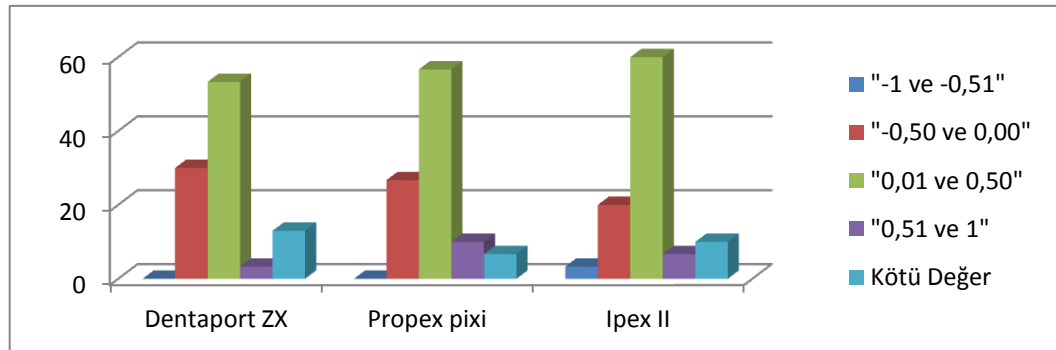
Gerçek Çalışma Boyunun, Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Esnasında Elektronik Apeks Bulucular İle Belirlenen Çalışma Boyu Arasındaki Fark												Ki-Kare Testi		
	-1 ve -0,51		-0,50 ve 0,00		0,01 ve 0,5		0,51 ve 1		MAD**		Toplam		Ki-Kare	p
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Dentaport ZX	0	0	9	30	16	53,3	1	3,3	4	13,3	30	100	*	0,895
Propex pixi	0	0	8	26,7	17	56,7	3	10	2	6,6	30	100		
Ipex II	1	3,3	6	20	18	60	2	6,7	3	10	30	100		
Toplam	1	1,1	23	25,6	51	56,7	6	6,7	9	10	90	100		

*Gözlemlerde beklenen değerlerin %20'den fazlası 5'den küçük olduğu için değerlendirme Monte Carlo simülasyonu ile yapılmıştır.

** -1 ve +1'in marjinal aralığı dışındaki değerler (MAD)

Gerçek çalışma boyu ile kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu fark değerlerinin sınır durumları açısından cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber -0,50 ve 0,5 değerleri arasında; Dentaport ZX cihazı %83,3 oranında, Propex pixi cihazı %83,4 oranında ve iPex II cihazı %80 oranında doğru yanıt vermiştir. -1 ve 1 değerleri arasında; Dentaport ZX cihazı %86,6 oranında, Propex pixi cihazı %93,4 oranında ve iPex II cihazı %90 oranında doğru yanıt vermiştir. Ayrıca Dentaport ZX cihazı %13,3 oranında, Propex pixi cihazı %6,6 oranında ve iPex II cihazı %10 oranında bu marjinal aralıkların dışında yanıt vermiştir.

Çizelge 3.2.3. Gerçek Çalışma Boyunun, Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Esnasında Elektronik Apeks Bulucular İle Belirlenen Çalışma Boyu Fark Değerlerinin Sınır Durumlarının Cihazlara Göre Dağılım Grafiği



Çizelge 3.3.1’de Elektronik apeks bulucuların belirlediği ilk çalışma boyu ile kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu ile karşılaştırılması ve cihazların kendi aralarındaki karşılaştırılması gösterilmiştir.

Çizelge 3.3.1. Fark Değerlerinin Cihazlara Göre Farklılığına İlişkin Kruskal Wallis H Testi Sonuçları

Elektronik Apeks Bulucular Belirlediği İlk Çalışma Boyunun, Retreatment Sonrasında Elektronik Apeks Bulucularla Belirlenen Çalışma Boyu İle Karşılaştırılması	Kruskal Wallis									
	CİHAZ	n	Mean	Median	Min	Max	ss	Sıra Ort.	H	p
	Dentaport ZX	30	0,14	0,1	-0,5	0,9	0,28	45,25	0,026	0,987
	Propex pixi	30	0,1	0,1	-0,5	0,7	0,22	45,13		
	iPex II	30	0,09	0,1	-0,9	0,5	0,25	46,12		
	Toplam	90	0,11	0,1	-0,9	0,9	0,25			

Elde edilen verilere göre;

Elektronik apeks bulucuların belirlediği ilk çalışma boyunun, kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu arasında fark değerleri açısından cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı ($p>0,05$).

Çizelge 3.3.2’de

Elektronik apeks bulucuların belirlediği ilk çalışma boyu ile kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu arasındaki karşılaştırmada, cihazların $\pm 0,5$ mm ve ± 1 mm aralığındaki verileri incelenmiş ve yüzdesel olarak sınır aralıklarındaki durumları saptanmış ve Çizelge 3.3.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3.2. Elektronik Apeks Bulucular Belirlediği İlk Çalışma Boyunun, Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Esnasında Elektronik Apeks Bulucular İle Belirlenen Çalışma Boyutu Fark Değerlerinin Sınır Durumlarına Göre Cihazlar Arasındaki İlişkiye Dair Ki-Kare Testi Sonuçları

	Elektronik Apeks Bulucular Belirlediği İlk Çalışma Boyunun, Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Esnasında Elektronik Apeks Bulucular İle Belirlenen Çalışma Boyu Arasındaki Fark											Ki-Kare Testi		
	-1 ve -0,51		-0,50 ve 0,00		0,01 ve 0,5		0,51 ve 1		MAD**		Toplam		Ki-Kare	p
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Dentaport ZX	0	0	12	40	16	53,3	2	6,7	0	0	30	100	*	0,741
Propex pixi	0	0	11	36,7	18	60	1	3,3	0	0	30	100		
iPex II	1	3,3	10	33,3	19	63,3	0	0	0	0	30	100		
Toplam	1	1,1	33	36,7	53	58,9	3	3,3	0	0	90	100		

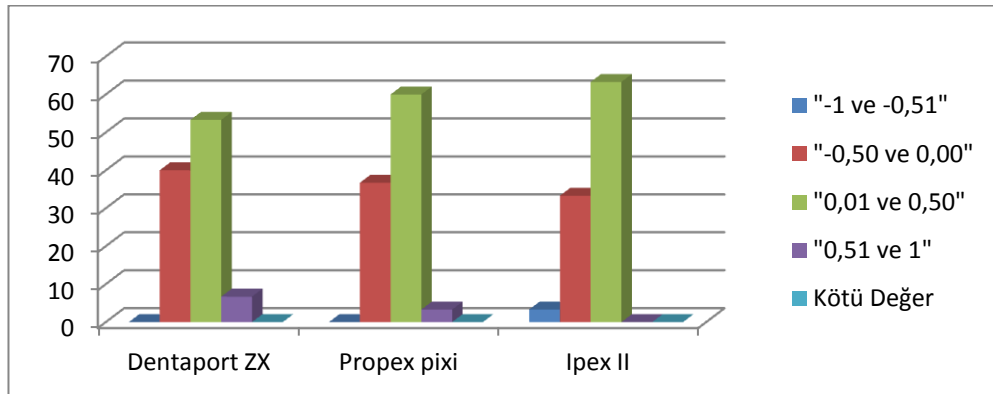
* Gözelerdeki beklenen değerlerin %20'den fazlası 5'den küçük olduğu için değerlendirme Monte Carlo simülasyonu ile yapılmıştır.

** -1 ve +1'in marjin aralığı dışındaki değerler (MAD)

Elde edilen verilere göre;

Elektronik apeks bulucuların belirlediği ilk çalışma boyu ile kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu fark değerlerinin sınır durumları açısından cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber -0,50 ve 0,5 değerleri arasında; Dentaport ZX cihazı %93,3 oranında, Propex pixi cihazı %93,4 oranında ve iPex II cihazı %96,6 oranında doğru yanıt vermiştir. -1 ve 1 değerleri arasında; Dentaport ZX cihazı, Propex pixi cihazı ve iPex II cihazı %100 oranında doğru yanıt vermiştir.

Çizelge 3.3.3. Elektronik Apeks Bulucular Belirlediği İlk Çalışma Boyunun, Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Esnasında Elektronik Apeks Bulucular İle Belirlenen Çalışma Boyu Fark Değerlerinin Sınır Durumlarının Cihazlara Göre Dağılım Grafiği



Çizelge 3,4’de;

Gerçek kök kanal çalışma boyu ile elektronik apeks bulucuların belirlediği çalışma boyunun tam olarak örtüştüğü değer durumuna göre,

Gerçek kök kanal çalışma boyu ile kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyunun tam olarak örtüştüğü değer durumuna göre,

Elektronik apeks bulucuların belirlediği ilk çalışma boyu ile kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyunun tam olarak örtüştüğü değer durumuna göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.4. GKKÇB-EAB, GKKÇB-EAB(Retreatment) ve EAB-EAB(Retreatment) fark değerlerinin tam olarak örtüştüğü durum

	Dentaport ZX		Propex pixi		iPex II		Toplam	
	n	%	n	%	n	%	n	%
GKKÇB-EAB	9	30	2	6,6	5	16,6	16	17,7
GKKÇB -EAB (Retreatment)	3	10	4	13,3	4	13,3	11	12,2
EAB - EAB (Retreatment)	7	23,3	4	13,3	7	23,3	18	20

Elde edilen verilere göre,

Gerçek kök kanal çalışma boyu ile elektronik apeks bulucuların belirlediği çalışma boyu fark değerleri için Dentaport ZX cihazında 9 (%30), Propex pixi cihazında 2 (%6,6)ve Ipex II cihazında 5 (%16,6) adet diş tam olarak örtüşmüştür.

Gerçek kök kanal çalışma boyu ile kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu arasında fark değerleri için Dentaport ZX cihazında 3 (%10), Propex pixi cihazında 4 (%13,3) ve iPex II cihazında 4 (%13,3) adet diş tam olarak örtüşmüştür.

Elektronik apeks bulucuların belirlediği ilk çalışma boyu ile kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu arasında fark değerleri için Dentaport ZX cihazında 7 (%23,3), Propex pixi cihazında 4 (%13,3) ve iPex II cihazında 7 (%23,3) adet diş tam olarak örtüşmüştür.

4. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinde yeterli ve uygun bir şekillendirme, çalışma uzunluğunun doğru bir şekilde saptanmasıyla sağlanabilir. Çalışma uzunluğu, dişin koronal bölgesinden seçilen değişmeyecek bir referans noktası ile kanal şekillendirilmesinin ve dolgusunun bitirileceği nokta arasındaki mesafe olarak tanımlanır (Moscoso ve ark., 2014). Çalışma uzunluğunun doğru olarak tespit edilememesi sonucunda kök kanalında taşkın veya yetersiz şekillendirme yapılır. Taşkın şekillendirme yapılması ile apikal daralım bölgesi bozulur ve kanal eğesi şekillendirme esnasında periapikal dokulara zarar verir. Yetersiz şekillendirme yapılması ile kök kanal eğesinin ulaşmadığı bölgelerde mikroorganizmaların tam olarak temizlenmemesi sonucunda endodontik tedavinin başarı şansı düşer (Seltzer ve ark., 1968; Moscoso ve ark., 2014).

Çalışma uzunluğu geleneksel olarak radyografiler ile tespit edilir. Ancak çalışma uzunluğunun belirlenmesinde radyografik değerlendirmeler, kanal kurvatürüne ve majör foramenin anatomik apeks ile ilişkisine bağlı olarak doğru sonuçlar vermeyebilir. Ayrıca radyografiler üç boyutlu bir görüntü sağlayamadığından yanlış yorumlamalara yol açabilir. Bu nedenle doğru bir çalışma uzunluğu tespitinde radyografiler ile beraber elektronik apeks bulucuların kullanılması önerilmektedir (ElAyouti ve ark., 2002; Tselnik ve ark., 2005; Cianconi ve ark., 2010).

Tekrarlayan kök kanal tedavisinin amacı ise kök kanal boşluğunun dezenfeksiyonu ile periradiküler iyileşme için uygun koşulların sağlanmasıdır. Bu amaçla kök kanal boşluğuna yeniden giriş sağlanarak kanal içeriklerinin bütünüünün boşaltılması gereklidir. Tekrarlayan tedavi olgularında kök kanal içeriklerinin tam olarak boşaltılması için kök kanal boyunun doğru olarak tespit edilmesi önem taşır. Doğru olarak tespit edilen kök kanal boyunda yeterli bir genişletme ve dezenfeksiyon yapılarak periradiküler dokuların iyileşmesi sağlanabilir. Sjögren ve ark.(1990), yenilenen tedavilerin prognozunda; 8-10 yıllık bir gözlem sonunda % 62'lik bir başarı elde edilebileceğini belirtmişlerdir. Benzer olarak Bergenholtz ve ark. (1979),

kök kanal dolguları taşkın yapılan dişlerin %36'sının başarılı olduğunu, kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında doğru bir çalışma uzunluğu tespit edilmesi sonucunda kök kanal tedavisinin başarısının % 62'ye yükseldiğini belirtmişlerdir.

Araştırmacılar kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında doğru çalışma uzunluğunun tespit edilmesinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Kök kanal tedavisinin yenilenmesi aşamasında Brunton ve ark. (2002), çok fazla sayıda radyografilerin çekildiğini ve radyografinin tek başına çalışma uzunluğunu tespit etmede yetersiz kalacağını, hastaya gereğinden fazla radyasyon verileceğini belirtmişler ve kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucuların radyografiler ile birlikte kullanılmasını önermişlerdir. Ayrıca kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında çalışma uzunluğunun tespitinde alınan radyografiler ile kök kanal dolgu artıklarının radyopak olması sonucu kök kanal eğesinin konumunun belirlenmesi zordur (Alves ve ark., 2005).

Bu bilgiler ışığında çalışmamızda 3 farklı apeks bulucunun çalışma uzunluğunu belirlemede ilk ölçülen kök kanal çalışma uzunlukları ile kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında ölçülen kök kanal çalışma uzunluklarını gerçek kök kanal boyu ile karşılaştırdık.

Wu ve ark. (1993), çalışmalarda farklılığı en aza indirmek için aynı grup dişlerin kullanılmasını ve bu dişlerin boyutlarının, kanal çaplarının, kanal anatomilerinin birbirine benzer olmasının gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmalarda, standardizasyonun sağlanabilmesi için, çürüksüz ve restorasyonu olmayan dişlerin kullanılmasının gerektiği de bildirilmiştir (Retief, 1991). Bu nedenle araştırmamızda, arka grup dişlerin anatomilerinin değişkenlik göstermesinden dolayı kök kanallarını standardize etmek ve anatomik değişkenliklerden kaçınmak için yeni çekilmiş, tek köklü, düz kanallı, çürüksüz ve restorasyonu bulunmayan, apikal foramen çap genişliği daha az değişkenlik gösteren alt santral ve lateral dişleri kullandık. Çalışma öncesinde standardizasyonu tam olarak sağlamak amacıyla dişlerin tek kanallı olduğunu doğrulamak için bukkolingual ve mesiodistal açılardan radyografiler çekildi.

Birçok çalışmada kök yüzeyinde oluşabilecek çatlakların ve kırıkların, deney sonuçlarını etkilemesini önlemek amacıyla yapısındaki nemi koruyan, kırılğan hale gelmemiş yeni çekilmiş dişler kullanılmıştır. Ayrıca yeni çekilmiş dişler, akrilik bloklara göre klinik şartları daha iyi yansıtmaktadır (Belli ve ark., 2001; John ve ark., 2008; Bailón-Sánchez ve ark., 2011). Bu nedenle çalışmamızda yeni çekilmiş insan dişleri kullandık.

Elektronik apeks bulucular ile yapılan laboratuvar çalışmalarında işlem hatalarının azaltılması ve çalışma sonuçlarını etkilememesi için lastik stoperlerin mutlaka düz bir yüzey üzerinde sabitlenmesi gerektiği bildirilmiştir (Jakobson ve ark., 2008; D'assunção ve ark., 2010). Bu nedenle biz de araştırmamızda elmas frezlerle su soğutması altında dişleri mine-sement sınırından ayırarak düz bir referans noktası oluşturduk ve lastik stoperi, hareket etmemesi için ışıkla sertleşen akıcı bir kompozit ile referans noktasında eğeye sabitledik.

Birçok çalışmada, gerçek kök kanal çalışma uzunluğunun belirlenmesinde çıplak gözün kök ucundaki eğeyi görmede yetersiz kalacağı bu nedenle eğenin yerinin büyütme altında daha net belirleneceği, loopların ve dental operasyon mikroskobun kullanılması gerektiği bildirilmiştir (Hör ve ark., 2005; Bernardes ve ark., 2007; Uzun ve ark., 2008; Guise ve ark., 2010). Bu nedenle biz de çalışmamızda gerçek kök kanal boyunun belirlemek amacıyla x10 büyütmede dental operasyon mikroskobu kullandık.

Wrbas ve ark. (2007), elektronik apeks bulucular ile yapılan çalışmalarda benzer dişlerin kullanılmasının gerektiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle Wrbas ve ark.'nın çalışmasında olduğu gibi çalışmamızda dişleri 3 farklı gruba ayırdıktan sonra gerçek çalışma uzunluğunu, belirlemede aynı dişleri kullandık.

Elektronik apeks bulucular, insan dokuları arasındaki elektriksel farklılıkları değerlendirerek çalışır. İnsan dokularının elektriksel özelliklerini taklit etmek ve in vivo koşulları in vitro koşullarda gerçekleştirmek amacıyla aljinat modeller oluşturulmuştur. Aljinat modellerin, periodontal ligamenti taklit edebilmesi,

elektriksel koşulları sağlaması, kullanımının kolay ve elde edilmesinin ucuz olması nedeniyle biz de çalışmamızda aljinat modellerden yararlandık (Huang, 1987; Donnelly, 1993; Kaufman ve Katz, 1993; Czerw ve ark., 1994; Meares ve Steiman, 2002; Tınaz ve ark., 2002; Herrera ve ark., 2007).

NiTi döner eğeler çoğunlukla crown-down preparasyon yöntemiyle birlikte uygulanmaktadır. Crown-down preparasyon tekniğinin, şekillendirme sırasında oluşan debris uzaklaştırma ve apikal bölgeye daha rahat ulaşılmasını sağlama konusunda avantajlı bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Ahlquist ve ark., 2001; Mikrogerorgis ve ark., 2006). Biz de çalışmamızda kök kanallarının preparasyonunda NiTi döner eğelerle crown-down tekniğini kullanarak preparasyon yaptık. Böylece konik bir preparasyon oluşturularak ideal bir kök kanal formu sağlandı. İdeal konik preparasyona uygun güta perka ile tek kon tekniği kullanılarak kök kanalları dolduruldu. Somma ve ark. (2008), kök kanal tedavisinin yenilenmesi için özel dizayn edilmiş aletlerin (ProTaper Universal, Mtwo R), el eğelerine oranla daha kısa sürede kanal dolgusunu uzaklaştırdıklarını, bunun sebebinin de aletlerdeki aktif uçlar olabileceğini bildirmişlerdir. Bu nedenle biz de çalışmamızda, kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında Protaper'ın Retreatment eğesini bir çözücü yardımıyla kullandık.

Yapılan koronal ve apikal sızıntı çalışmalarında, AH-Plus kök kanal patının sızdırmazlık özelliğinin iyi sonuçlar verdiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (De Almeida ve ark., 2000; Milletic ve ark., 2002; De Moor ve De Bruyne, 2004; De-Deus ve ark., 2006). Bu bilgilerin ışığında bizde yaptığımız çalışmada sızdırmazlık özelliği ve biyolojik özellikleriyle üstün olan epoksi rezin içerikli AH-Plus kök kanal patını kullandık.

Çalışmalarda kök kanal boyu tespitinde ölçü tespitinde $\pm 0,5$ mm ve ± 1 mm marjın aralığı kullanılmıştır. $\pm 0,5$ mm ve ± 1 mm marjın aralığı kullanılması çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmesine neden olmaktadır. De Vasconcelos ve ark. (2010), çalışmalarında kullandıkları elektronik apeks bulucunun doğruluğunu % 69,2 olduğunu tespit ederken; Goldberg ve ark.(2005), aynı elektronik apeks bulucunun

%95 doğruluk gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu farklılığın, seçilen marjin aralığından kaynaklandığını bildirmektedirler. Bu nedenle biz de araştırmamızda marjin aralığındaki farklılığı giderebilmek ve her iki marjin aralığında yapılan çalışmalar ile sonuçları karşılaştırabilmek için, elde edilen veriler her iki marjin aralığında da değerlendirilmiştir. Bu marjin aralığının yani tolerans aralığının ± 1 mm olması kök kanalında 1 mm'lik boşluk kalacağından dolayı mikroorganizmaların bu boşlukta kolonize olacağı ve kök kanal tedavisinin başarısını etkileyebileceği bildirilmiştir. Ancak Shabahang ve ark.(1996) da 1 mm'nin kabul edilebilir bir aralık olduğunu rapor etmişlerdir. Bu nedenle araştırmamızda sonuçları her iki marjin aralığında da değerlendirdik.

Kök kanalının şekillendirilmesi ve doldurulması aşamalarında bitirilmesi gereken apikal sınır, endodontinin temel tartışma konularından biridir. Bazı araştırmacılar, klinik koşullarda apikal daralımı (minör foramen) ve apikal forameni (majör foramen) tespit etmenin oldukça zor olduğunu, radyolojik apeksin daha güvenilir bir referans noktası olabileceğini ileri sürmüşlerdir (Wu ve ark., 2000).

Yapılan histolojik çalışmalarda, kanal şekillendirme ve doldurma aşamalarının apikal daralımın gerisinde sonlandırılmasının en iyi sonucu verdiğini; güta-perka ve kanal patının apikal dokulara taşması sonucunda ise şiddetli enflamatuvar reaksiyonların gözlemlendiğini bildirmişlerdir (Ricucci ve Langeland, 1998). Bu nedenle bazı araştırmacılar, kök kanalını şekillendirme ve doldurma aşamalarının, tam apikal daralımda veya bir miktar gerisinde sonlandırılması gerektiğini belirtmişlerdir (Ricucci ve Langeland, 1998).

Gerçek kök kanal uzunlukları ile elektronik apeks bulucular ile yapılan ölçümlerin karşılaştırıldığı çalışmalarda gerçek kanal uzunluğunun apikal sınırı, bazı çalışmalarda apikal foramen (majör foramen), bazılarında ise apikal daralım (minör foramen) olarak belirtilmiştir (Ounsi ve Naaman, 1999; Hoer ve Attin, 2004; Lucena-Martin ve ark., 2004; Tselnik ve ark., 2005; Plotino ve ark., 2006; Bernardes ve ark., 2007).

Gerçek kök kanal uzunluğunun apikal sınırının apikal foramen olarak kabul edildiği çalışmalarda, bir büyüteç ya da ışık mikroskobu altında apikal foramen tespit edilmiş ve kanal aleti foramenden görülene kadar ilerletilmiştir. Dişin kronunda alınan referans noktası ile apikal foramen arası mesafe gerçek kanal boyu olarak belirlenmiştir(Ounsi ve Naaman, 1999;Kaufman ve ark., 2002; Lucena-Martin ve ark., 2004; Bernardes ve ark., 2007).

Gerçek kanal uzunluğunun apikal sınırının apikal daralım olarak kabul edildiği çalışmalarda ise apikal daralım iki farklı şekilde tespit edilmiştir:

Bunlardan ilkinde; apikal foramen tespit edildikten sonra apikal foramen ve koronal bölgede belirlenen rehber nokta arasındaki mesafe ölçülmüştür. Apikal daralımın apikal foramen'nin 0,5-1 mm gerisinde olduğu esas alınmıştır. Bu nedenle ölçülen değerden 0,5 ya da 1 mm çıkartılarak elde edilen uzunluk, gerçek kanal uzunluğu olarak kabul edilmiştir (Huang, 1987; D'Assuncao ve ark., 2006; Plotino ve ark., 2006).

İkincisinde ise; dişlerin kök ucundaki 3-4 mm'lik bölümünde, kanal aleti görülene kadar kökün apikal bölgesinde aşındırma yapılarak ışık mikroskobu altında farklı büyütmelemlerde apikal daralım görsel olarak tespit edilmiştir. Gerçek kanal uzunluğu, apikal daralım ile koronal bölgede belirlenen referans noktası ya da foramen apikale arasındaki mesafe ölçülerek bulunmuştur (Welk ve ark., 2003; Hoer ve Attin, 2004; Tselnik ve ark., 2005).

Kök kanallarının bitirilmesi istenen ideal apikal seviyenin, apikal daralım olması gerektiğini ileri süren literatürler doğrultusunda (Grove, 1930; Ricucci ve Langeland, 1998); çalışmamızda gerçek kök kanal uzunluğunun apikal sınırını apikal daralım olarak belirledik ve apikal daralımın apikal foramen'in 0,5-1 mm gerisinde olduğu bilgisine dayanarak apikal foramen ve koronal bölgede belirlenen rehber nokta arasındaki mesafeden 0,5 mm çıkararak elde ettiğimiz uzunluğu gerçek kök kanal uzunluğu (çalışma uzunluğu) olarak kabul ettik.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, gerçek kök kanal çalışma boyu ile elektronik apeks bulucuların belirlediği ilk çalışma boyu ve kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucuların belirlediği çalışma boyu arasında fark değerleri açısından cihazlar (Dentaport ZX, Propex pixi ve iPex II) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı ($p>0,05$).

Root ZX'in kök kanal boyunu belirlemedeki doğruluğunu model üzerinde karşılaştırıldığı çalışmalar sonucunda Plotino ve ark.(2006)'ı $\pm 0,5$ mm'de %97,37 ve D'Assunção ve ark. (2007)'ı %97,44 bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da $\pm 0,5$ mm marjin aralığında Dentaport ZX %90 doğruluk göstermiştir. Bu çalışmaların sonuçları çalışmamıza benzerdir.

Başka bir çalışmada Aggarwal ve ark. (2010), farklı kök kanal dolgu maddelerini kök kanalı içerisine uygulamadan önce yaptıkları elektronik ölçümlerin karşılaştırılmasında, 'Root ZX' ve 'Propex' i $\pm 0,5$ mm marjin aralığında sırasıyla %83,3 ve %93,3 oranlarında başarılı bulmuşlardır. Araştırmacılar, AH Plus ve gütaperka ile doldurulan kök kanallarının yenilenmesi esnasında ise $\pm 0,5$ mm marjin aralığında Root ZX'in %80, Propex'in %90 başarılı sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Her iki elektronik apeks bulucunun, hem çalışma uzunluğunu belirlemede ilk yapılan kanal tedavisinde hem de kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında yüksek oranda başarı gösterdiklerini rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda kök kanal tedavisi yapılmadan önceki ölçümlerde $\pm 0,5$ mm marjin aralığında Dentaport ZX %90, Propex pixi %86,6; kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında ise Dentaport ZX %83,3, Propex pixi %83,4 doğruluk göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Puri ve ark. (2013), Dentaport ZX ve iPex elektronik apeks bulucularının belirlediği çalışma boyunu gerçek kök kanal çalışma uzunluğu ile karşılaştırmışlar ve cihazların doğruluk payını $\pm 0,5$ mm marjin aralığında Dentaport ZX için % 93,3, iPex için ise %90 bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da Dentaport ZX $\pm 0,5$ mm marjin aralığında %90, ± 1 mm marjin aralığında 96,7; iPex II $\pm 0,5$ mm marjin aralığında 86,6, ± 1 mm marjin aralığında %93,2 doğruluk gösterdi. Bu çalışmanın sonuçları

bizim çalışmamıza benzerlik göstermesine rağmen ortaya çıkan rakamsal farklılığın kullanılan cihazlar arasındaki jenerasyon farklılığına bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Somma ve ark. (2012), Dentaport ZX ve Propex II cihazlarının majör forameni belirlemedeki doğruluklarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Yaptığımız literatür taramasında (Pub-med) Propex pixi apex bulucunun çalışma uzunluğu tespitindeki doğruluğu gösteren bir çalışmaya rastlanmadı. Ancak Propex I ve II elektronik apeks bulucu, Propex pixi ile aynı firmada üretilmektedir. Propex II cihazı, Propex pixi gibi multifrekans yöntemi ile farklı ortamlarda (nem, kan, pü gibi) çalışmaktadır (Kolanu ve ark., 2014). Bizim çalışmamızda Dentaport ZX ve Propex pixi cihazları arasında istatistiksel olarak çalışma uzunluğu açısından anlamlı bir fark bulunamamış ve Somma ve ark. (2012)'nin yaptığı çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermiştir. Ayrıca Somma ve ark. (2012), Dentaport ZX apeks bulucunun majör forameni belirlemede %40 oranında daha kısa olarak cevap verdiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da yine Dentaport ZX major foramenden %43,3 olarak kısa olarak cevap vermiştir.

Çalışmamızda elektronik apeks bulucuların belirlediği ilk çalışma boyunun, kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu arasında fark değerleri açısından cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı ($p>0,05$).

Chirila ve ark. (2011), kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasındaki çalışma boyunun doğruluğunu 4 farklı elektronik apeks bulucular ile (Root ZX, Element Diagnosti Unit, Propex, i-Pex) değerlendirdikleri çalışmanın sonucunda, elektronik apeks bulucuların çalışma boyunu tespit etmedeki başarısında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Root ZX apeks bulucu Dentaport ZX ve Tri Auto ZX cihazları içerisinde bulunan bir apeks bulucudur. Bu nedenle Chirila ve ark. (2011)'nin yaptığı çalışmanın Root ZX ve i-Pex elektronik apeks bulucuların sonuçları, bizim çalışmamızın sonuçlarına benzerlik göstermektedir.

Alves ve ark. (2005), kök kanal dolgusunun sökülmesi esnasında Tri Auto ZX apeks bulucunun apikal forameni belirlemedeki doğruluğunu $\pm 0,5$ mm marjin aralığında değerlendirmişlerdir. Çalışmalarının sonunda Tri Auto ZX apeks bulucunun doğruluğunu $\pm 0,5$ mm marjin aralığında %81 bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda kök kanal dolgusu söküldükten sonra gerçek kök kanal boyu ile kıyaslandığında Dentaport ZX $\pm 0,5$ mm marjin aralığında %83,3, ± 1 mm marjin aralığında %86,6 olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar apikal forameni kriter almış olmalarına rağmen araştırmanın sonuçları çalışmamızın bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Goldberg ve ark. (2005), kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasındaki çalışma uzunluğunun belirlenmesinde 3 farklı apeks bulucunun (Propex, Root ZX, NovApex) doğruluğunu gerçek kök kanal boyu ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar Propex cihazını $\pm 0,5$ mm marjin aralığında %80, ± 1 mm marjin aralığında %95; Root ZX cihazını $\pm 0,5$ mm marjin aralığında %95, ± 1 mm marjin aralığında %100 bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda kök kanal dolgusu sökülmesi esnasında gerçek kök kanal boyu ile kıyaslandığında $\pm 0,5$ mm marjin aralığında Dentaport ZX % 83,3, Propex pixi %83,4, ± 1 mm marjin aralığında Dentaport ZX % 86,6, Propex pixi %93,4 olarak bulunmuştur. Goldberg ve ark.'nın (2005), Propex apeks bulucu ile bulunduğu sonuçlar bizim çalışmamıza benzerlik göstermektedir. Ancak çalışmamızda Dentaport ZX'in sonuçları bu çalışma ile kıyaslandığı zaman yüzdesel olarak daha düşük çıkmıştır. Çalışmalarda kök kanalında kalan dentin, debris ve kök kanal dolgu artıklarının çalışma sonuçlarını etkileyebileceği belirtilmiştir (Rivera ve Seraji, 1993; Ibarrola ve ark., 1999). Çalışmamızda Dentaport ZX'in yüzdesel olarak düşük çıkma sebebini kök kanalında kalan artık materyaller olabileceğini düşünmekteyiz.

Ebrahim ve ark. (2007), 5 farklı elektronik apeks bulucunun (Dentaport ZX, Propex, Foramatron D10, Apex NRG ve Apit 7) kök kanal dolgusunun sökülmesi esnasında belirlediği çalışma uzunluğunu gerçek çalışma uzunluğu ile kıyaslamışlardır. Araştırmacılar, kök kanal tedavisinin sökülmesi esnasındaki Dentaport ZX cihazının doğruluğunu $\pm 0,5$ mm marjin aralığında %92, ± 1 mm marjin aralığında %100; Propex cihazının doğruluğunu $\pm 0,5$ marjin aralığında %81, ± 1 mm marjin aralığında %92 olarak bulmuşlar ve bu iki cihaz arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark

bulamamışlardır. Bu iki cihazın ilk belirlediği çalışma uzunluğu ile kök kanal dolgusu söküldükten sonraki çalışma uzunluğu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda kök kanal dolgusu söküldükten sonra gerçek kök kanal boyu ile kıyaslandığında $\pm 0,5$ mm marjin aralığında Dentaport ZX % 83,3, Propex pixi %83,4; ± 1 mm marjin aralığında Dentaport ZX %86,6, Propex pixi %93,4 olarak bulunmuştur.

Cimilli ve ark. (2014), kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında çalışma uzunluğunun belirlenmesinde Dentaport ZX apeks bulucunun mandibular molar dişlerde doğruluğunu değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda gerçek kök kanal boyu ile kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasındaki elektronik apeks bulucunun tespit ettiği çalışma boyu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda materyal ve metod farklılığına rağmen araştırmacılara benzer sonuçlar tespit ettik.

Uzunoğlu ve ark.(2015), kök kanallarında uygulanan kalsiyum hidroksit içerikli medikamanların kanal içerisinde artık olarak kaldığı zaman elektronik apeks bulucuların doğruluğunu negatif yönde etkileyebileceğini rapor etmişler ve bu negatif etkinin kanal içerisinde kalan artık miktarına bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda kök kanal tedavisinde uygulanan klinik prosedür in vitro modellere yansıtılmaya çalışılmış ve diğer çalışmalarla kıyaslanmıştır. Yapılan çalışmalar ile farklı sonuçların ortaya çıkması diş seçimine, kök kanal tedavisinde kullanılan materyallere (eğenin çapına, irrigasyon solüsyonlarına, kök kanal dolgusuna ve kök kanal dolgusunun sökülmesinde kullanılanlar), elektronik apeks bulucuların farklılığına, in vitro similasyon modellerine ve çalışmayı yapan operatöre göre değişkenlik göstermesinden kaynaklandığı düşüncesindeyiz.

5. SONUÇLAR

Kök kanal tedavisinin önemli basamaklarından biri olan çalışma boyu tespitinde, elektronik apeks bulucuların doğruluklarını değerlendirdiğimiz çalışmamızda sonuç olarak;

1- Gerçek çalışma boyu ile elektronik apeks bulucuların belirlediği çalışma boyu karşılaştırıldığında cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$).

2- Gerçek çalışma boyunun, kök kanal tedavisinin yenilenmesi sonrasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu karşılaştırıldığında cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

3- Elektronik apeks bulucuların belirlediği ilk çalışma boyunun, retreatment sonrasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu karşılaştırıldığında cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Günümüzde elektronik apeks bulucuların gelişmesi ile birlikte kök kanal boyunun doğru olarak tespit edilmesi kolaylaşmıştır. Geleneksel radyografilerin üç boyutlu bir görüntü sağlamaması, kanal kurvatürüne ve majör foramenin anatomik apeks ile ilişkisine bağlı olarak doğru sonuçlar elde edilemeyebilir. Ayrıca kök kanallarının üzerine anatomik yapıların süperpoze olması görüntülerin yanlış yorumlanmasına neden olmaktadır. Özellikle kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında kök kanal dolgusunun radyopak olması alınan radyografilerde kök kanal eğesinin uç kısmının net bir şekilde görülmesine engel olur. Elektronik apeks bulucular, kök kanal tedavisinin yenilenmesi aşamasında çok fazla sayıda radyografilerin çekilmesini azaltarak ve hastaya gereğinden fazla radyasyon verilmesinin önüne geçebilir. Ayrıca radyografi çekilemeyen bazı hasta gruplarında kullanılması (hamileler, tiroid hastaları) hekime zaman kazandırmaktadır.

Elektronik apeks bulucular ile özellikle kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında gereksiz yere çekilen radyograflerin ve hastaya gelen radyasyon dozunun azaltılacağı düşüncesindeyiz.

ÖZET

Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi Esnasında Çalışma Boyu Tespitinde Farklı Apeks Bulucuların Doğruluğunun Değerlendirilmesi

Çalışmamızda yeni çekilmiş tek kanallı 90 adet alt santral ve lateral dişler kullanıldı. Dişler, düz bir referans hattı elde edilmesi için fissür frezle su soğutması altında mine sement sınırından kesildi. Elde edilen köklere endodontik mikroskop altında x10 büyütmede #15 nolu K tipi kanal aleti yerleştirilerek kök ucundan (major foramen) görününceye kadar ilerletildi ve eğenin lastik stoperi, önceden düzleştirilen kök yüzeyine tam olarak yerleştirildi. Daha sonra lastik stoperin alt kenarı ile eğenin uç kısmı arasındaki mesafe ölçüldü. Her bir diş için üçer kez ölçüm yapıldı ve bu ölçümlerin ortalaması alınarak kaydedildi. Elde edilen bu ortalama değerden 0,5 mm çıkartıldı ve çıkan sonuç Gerçek Kök Kanal Çalışma Boyutu (GKKÇB) olarak adlandırıldı.

Dişler, rastgele kullanılacak olan elektronik apeks bulucuya (Dentaport ZX, Propex pixi, iPex II) göre her grupta 30'ar adet olacak şekilde 3 gruba ayrıldı. Dişler, in vitro ortamda periodontal ligamentin taklit edilebilmesi amacıyla aljinat modele gömüldü. Her diş için ölçümler 3'er defa tekrarlandı ve ortalaması alınarak kaydedildi. Bu değerler Dentaport ZX için Elektronik Çalışma Boyu (EÇBD), Propex pixi için Elektronik Çalışma Boyu (EÇBP), iPex II için Elektronik Çalışma Boyu (EÇBi) olarak adlandırıldı.

Daha sonra her bir elektronik apeks bulucunun belirlediği çalışma boyunda (EÇB) olmak üzere nikel titanyum ProTaper döner aletler kullanılarak son ege "finishing file no.2 (F2)" olacak şekilde genişletildi. Dişler AH Plus kök kanal dolgu patı ve F2 gütaperka konu ile tek kon tekniği kullanılarak dolduruldu. 7. günün sonunda gruplardaki dişlerin kök kanal dolgusu, elektronik apeks bulucuların belirlediği boyda (minör forameni tahrip etmemek amacıyla) ProTaper retreatment egesi kullanılarak söküldü ve elektronik apeks bulucular kullanılarak tekrar ölçümler yapıldı.

Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS 20 paket programı ile istatistiksel olarak analiz edildi. Değişkenlerin normal dağılımdan gelme durumları araştırılırken birim sayıları nedeniyle Shapiro Wilk's' den yararlanıldı. Gruplar arasındaki farklılıklar değişkenlerin normal dağılımdan gelmemesi durumunda Kruskal Wallis-H Testi ile incelendi. Nominal değişkenlerin grupları arasındaki ilişkiler incelenirken Ki-Kare analizi uygulandı. RxC tablolarda Monte Carlo Simülasyonu yardımıyla Pearson Ki-Kare analizi yapıldı. Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kullanılmış olup; $p < 0,05$ olması durumunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı belirtildi.

Gerçek kök kanal boyu ile elektronik apeks bulucuların belirlediği çalışma boyu arasındaki fark değerlerinin sınır durumları açısından cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla

beraber Dentaport ZX cihazının, -0,50 mm ve 0 mm aralığında %43,3 oranında, 0,01 mm ve 0,5 mm aralığında %46,7 oranında doğruluk gösterdi. Propex pixi ve iPex II cihazlarının ise 0,01 mm ve 0,5 mm aralığında %63,3 oranında doğruluk gösterdiği belirlendi.

Gerçek çalışma boyunun, kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu arasında fark değerleri açısından cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber Dentaport ZX cihazının -0,50 mm ve 0 mm aralığında %30 oranında, 0,01 mm ve 0,5 mm aralığında %53,3 oranında ; Propex pixi cihazının 0,01 mm ve 0,5 mm aralığında %56,7 oranında, iPex II cihazının ise %60 oranında doğruluk gösterdiği gözlemlendi.

Elektronik apeks bulucuların belirlediği ilk çalışma boyunun, kök kanal tedavisinin yenilenmesi esnasında elektronik apeks bulucular ile belirlenen çalışma boyu arasında fark değerleri açısından cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı ($p>0,05$). Ancak istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber Dentaport ZX cihazının -0,50 mm ve 0 mm aralığında %40 oranında, 0,01 mm ve 0,5 mm aralığında %53,3 oranında doğruluk gösterdiği gözlemlendi. 0,01 mm ve 0,5 mm aralığında Propex pixi cihazı %60 oranında, iPex II cihazı ise %63,3 oranında doğruluk gösterdiği tespit edildi.

Anahtar Sözcükler: Apeks bulucular, Dentaport ZX, iPex II, kök kanal tedavisinin yenilenmesi, Propex pixi.

SUMMARY

Evaluation of Accuracy of Different Apex Locators in The Determination of Working Length During Root Canal Retreatment

In this study, 90 single-rooted mandibular central and lateral incisors were used. All crowns were cut at the cemento-enamel junction with diamond disc to simplify access to the root canal and provide a stable reference for all measurement. The root canal length of each tooth was measured by placing #15 K-file until the tip visible at the apical foramen under a $\times 10$ operating microscope. The distance from the tip of the file and silicone stop was measured with a digital caliper. The measurements were repeated three times and the mean values were noted as the final measurement data and then 0.5 mm was subtracted from this length and recorded as actual length.

Teeth were divided into 3 main groups (30 teeth in each). All roots and the lip clip of the apex locators were embedded to alginate impression material for simulate the periodontium. Each electronic measurement was obtained and repeated three times for Dentaport ZX, Propex pixi, iPex II. These measurements were recorded electronic working length Dentaport ZX (EWLD), Electronic working Length Propex pixi (EWLP) and Electronic Working Length iPex II (EWLi).

Root was prepared using the ProTaper NiTi System according each equipment to EWLD, EWLP and EWLi. Master apical file was F2 for all roots. 90 canals were filled using AH Plus sealer and a size of F2 gutta-percha single cone. Following, each apex locator was determined to working length and root canal was prepared using with ProTaper NiTi rotary instruments which was last file "finishing file no.2 (F2)". Roots were obturated AH Plus and gutta-percha cones using with a single cone technique. After 7 days, root canal filling material was removed using ProTaper retreatment files in which the working length was determined by the electronic apex locator.

The data were analyzed using SPSS 20 software package. Normal distributions of variables were examined by the number of units due to Shapiro Wilk's. In case of any differences among the groups, Kruskal-Wallis H test was using. The relationship between non-parametric variables was made with Chi-square analysis. RxC table was also used with Monte Carlo simulation. A p level of 0,05 was considered for statistical significance.

There were no significant differences among the actual working length and working length according to apex locators ($p > 0.05$). The reliability of Dentaport ZX was 43,3% for -0,50-0 mm, 46.7% for 0,01- 0,5 mm. In the meantime, the reliability of Propex pixi and iPex II were 63,3% for 0,01- 0,5 mm in each.

There were no significant differences among the actual working length and root canal retreatment working length according to apex locators ($p > 0.05$). The reliability of Dentaport ZX was 30% for -0,50-0 mm 53,3% for 0,01- 0,5 mm. The reliability of Propex pixi and iPex II were 56,7%, 60% for 0,01- 0,5 mm, respectively.

There were no significant differences among the first working length and root canal retreatment working length according to apex locators ($p>0,05$). The reliability of Dentaport ZX was 40% for -0,50-0 mm and 53,3% for 0,01- 0,5 mm. The reliability of Propex pixi and iPex II were 60%, 63,3% for 0,01- 0,5 mm, respectively.

Key Words: Apex locator, Dentaport ZX, iPex II, Propex pixi, retreatment.

KAYNAKLAR

- AGGARWAL, V., SINGLA, M., KABI, D. (2010). An in vitro evaluation of performance of two electronic root canal length measurement devices during retreatment of different obturating materials. *J. Endod.*, **36**: 1526-1530.
- AHLQUIST, M., HENNINGSSON, O., HULTENBY, K., OHLIN, J. (2001). The effectiveness of manual and rotary techniques in the cleaning of root canals: a scanning electron microscopy study. *Int. Endod. J.*, **34**: 533-537.
- AKHAVAN, H., AZDADI, Y.K., AZIMI, S., DADRESANFAR, B., AHMADI, A. (2012). Comparing the efficacy of Mtwo and D-RaCe retreatment systems in removing residual gutta-percha and sealer in the root canal. *Iran. Endod. J.*, **7**: 122-126.
- ALAÇAM, T., UZAL, İ., ALACAM, A., AYDIN, M., (2012). Endodonti. Gazi Üniversitesi Barış Yayınları. s: 913- 917.
- AL-HADLAQ, S.M. (2013). Effect of chloroform, orange solvent and eucalyptol on the accuracy of four electronic apex locators. *Aust. Endod. J.*, **39**: 112-115.
- ALVES, A.M., FELIPPE, M.C., FELIPPE, W.T., ROCHA, M.J. (2005). Ex vivo evaluation of the capacity of the Tri Auto ZX to locate the apical foramen during root canal retreatment. *Int. Endod. J.*, **38**: 718-724.
- AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. (1984). An annotated Glossary of terms used in endodontics, 4th edn, Chicago, IL: American Association of Endodontists., pp.1-3.
- ANJO, T., EBIHARA, A., TAKEDA, A., TAKASHINA, M., SUNAKA, W.A., SUDA, H. (2004). Removal of two types of root canal filling material using pulsed Nd:YAG laser irradiation. *Photomed. Laser. Surg.*, **22**: 470-476.
- ANKRUM, M.T., HARTWELL, G.R., TRUITT, J.E. (2004). K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. *J. Endod.*, **30**: 234-237.
- AZABAL, M., GARCIA-OTERO, D., MACORRA, J.C. (2004). Accuracy of the Justy II Apex locator in determining working length in simulated horizontal and vertical root fractures. *Int. Endod. J.*, **37**: 174-177.
- BAILÓN-SÁNCHEZ, M.E., GONZÁLEZ-CASTILLO, S., GONZÁLEZ-RODRIGUEZ, M.P., POYATOS-MARTÍNEZ, R., FERRER-LUQUE, C.M. (2011). Intraorifice sealing ability of different materials in endodontically treated teeth. *Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal.*, **16**: e105-109.
- BELLI, S., ZHANG, Y., PEREIRA, P.N., PASHLEY, D.H. (2001). Adhesive sealing of the pulp chamber. *J. Endod.*, **27**: 521-526.

- BERGENHOLTZ, G., LEKHOLM, U., MILTHON, R., ENGSTROM, B. (1979). Influence of apical overinstrumentation and overfilling on re-treated root canals. *J. Endod.*, **5**: 310-314.
- BERNARDES, R.A., DUARTE, M.A.H., VASCONCELOS, B.C., MORAES, I.G., BERNARDINELLI, N., GARCIA, R.B., BALDI, J.V., VICTORINO, F.R., BRAMANTE, C.M. (2007). Evaluation of precision of length determination with 3 electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and RomiAPEX D-30. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **104**: 91-94.
- BETTI, L.V., BRAMANTE, C.M. (2001). Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int. Endod. J.*, **34**: 514-519.
- BETTI, L.V., BRAMANTE, C.M., DE MORAES, I.G., BERNARDINELLI, N., GARCIA, R.B. (2009). Efficacy of Profile.04 taper series 29 in removing filling materials during root canal retreatment--an in vitro study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **108**: e46-50.
- BODRUMLU, E., UZUN, O., TOPUZ, O., SEMIZ, M. (2008). Efficacy of 3 techniques in removing root canal filling material. *J. Can. Dent. Assoc.*, **74**: 721.
- BOUTSIOUKIS, C., NOULA, G., LAMBRIANIDIS, T. (2008). Ex vivo study of efficiency of two techniques for removal of mineral trioxide aggregate used as a root canal filling material. *J. Endod.*, **34**: 1239-1242.
- BRUNTON, P.A., ABDEEN, D., MACFARLANE, T.V. (2002). The effect of an apex locator on exposure to radiation during endodontic therapy. *J. Endod.*, **28**: 524-526.
- BURCH, J.G., HULEN, S. (1972). The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **34**: 262.
- CHANDLER, N., BLOXHAM, G. (1990). The influence of two handle designs and gloves on the performance of a simulated endodontic task. *J. Endod.*, **16**: 541-542.
- CHENAIL, B.L., TEPLITSKY, P.E. (1987). Orthograde ultrasonic retrieval of root canal obstructions. *J. Endod.*, **13**: 186-190.
- CHIRILA, M., SCARLATESCU, S., NISTOR, C., MOLDOVEANU, G. (2011). The accuracy of working length determination during endodontic retreatment. *Romanian Journal of Oral Rehabilitation*, **3**: 63-67.
- CHONG, B.S., PITT FORD, T.R. (1994). Apex locators in endodontics: which, when and how? *Dent Update.*, **21**: 328-330.
- CHRISTIE, W. (1994). Clinical observation on a newly designed electronic apex locator. *Can. Dent. J.*, **59**: 756-22.

- CIANCONI, L., ANGOTTI, V., FELICI, R., CONTE, G., MANCINI, M. (2010). Accuracy of three electronic apex locators compared with digital radiography: an ex vivo study. *J. Endod.*, **36**: 2003–2007.
- CİMİLLİ H, AYDEMİR S, KARTAL N. (2011). Ex vivo evaluation of the accuracy of Raypex 5 in determining the minor diameter. *Cumhuriyet. Dent. J.*, **14**: 101-105.
- CIMILLI, H., AYDEMİR, S., ARICAN, B., MUMCU, G., CHANDLER, N., KARTAL, N. (2014). Accuracy of the Dentaport ZX apex locator for working length determination when retreatment molar root canals. *Aust. Endod. J.*, **40**: 2-5.
- COHEN, S., BURNS, R.C. (1994). Pathways of the pulp, 6th edition Mosby St. Louis, West JD, Roane JB, Goering AC. p:200.
- COHEN, S., HARGREAVES, K.M. (2006). Pathways of the Pulp, 9th ed., St. Louis, Missouri, Mosby, pp. 944-1010.
- COX, V.S., BROWN, C.E., BRICKER, S.L., NEWTON, C.W. (1991). Radiographic interpretation of endodontic file length. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Endod.*, **72**:340-344.
- CUSTER, C. (1918). Exact methods for locating the apical foramen. *J. Nat. Dent. Assoc.*, **5**: 815-819.
- CZERW, R.J., FULKERSON, M.S., DONNELLY, J.C. (1994). An in vitro test of a simplified model to demonstrate the operation of electronic root canal measuring devices. *J. Endod.*, **20**: 605-606.
- D'ASSUNÇÃO, F.L., DE ALBUQUERQUE, D.S., DE QUEIROZ FERRERIRA, L.C. (2006). The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an in vitro study. *J. Endod.*, **32**: 560-562.
- DALL'AGNOL, C., HARTMANN, M.S., BARLETTA, F.B. (2008). Computed tomography assessment of the efficiency of different techniques for removal of root canal filling material. *Braz. Dent.*, **19**: 306-312.
- D'ASSUNÇÃO, F.L., DE ALBUQUERQUE, D.S., SALAZAR-SILVA, J.R., DOS SANTOS, V.C., SOUSA, J.C.N. (2010). Ex vivo evaluation of the accuracy and coefficient of repeatability of three electronic apex locators using a simple mounting model: a preliminary report. *Int. Endod. J.*, **43**: 269–274.
- D'ASSUNÇÃO, F.L., DE ALBUQUERQUE, D.S., SALAZAR-SILVA, J.R., DE QUEIROZ FERREIRA, L.C., BEZERRA, P.M. (2007). The accuracy of root canal measurements using the Mini Apex Locator and Root ZX-II: an evaluation in vitro. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **104**: e50-53.
- DE ALMEIDA, W.A., LEONARDO, M.R., FILHO, M.T., SILVA, L.A.B. (2000). Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. *Int. Endod. J.*, **33**: 25-27.

- DE MELLO JUNIOR, J.E., CUNHA, R.S., BUENO, C.E., ZUOLO, M.L. (2009). Retreatment efficacy of gutta-percha removal using a clinical microscope and ultrasonic instruments: Part 1. An ex vivo study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **108**: e59-62.
- DE MOOR, R.J., DE BRUYNE, M.A. (2004). The long-term sealing ability of AH 26 and AH plus used with three gutta-percha obturation techniques. *Quintessence Int.*, **35**: 326-331.
- DE VASCONCELOS, B.C., DO VALE, T.M., DE MENEZES, A.S., PINHEIRO-JUNIOR, E.C., VIVACQUA-GOMES, N., BERNARDES, R.A., HUNGARO DUARTE, M.A. (2010). 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.*, **110**: e57-61.
- DE-DEUS, G., COUTINHO-FILHO, T., REIS, C., MURAD, C., PACIORNICK, S. (2006). Polymicrobial leakage of four root canal sealers at two different thicknesses. *J Endod.*, **32**: 998-1001.
- DEPLAZES, P., PETERS, O., BARBAKOW, F. (2001). Comparing apical preparations of root canals shaped by nickel-titanium rotary instruments and nickel-titanium hand instruments. *J. Endod.*, **27**: 196-202.
- DONNELLY, J.C. (1993). A simplified model to demonstrate the operation of electronic root canal measuring devices. *J. Endod.*, **19**: 579-580.
- DUMMER, P.M., MCGINN, J.H., REES, D.G. (1984). The position and topology of the apical canal constriction and apical foramen. *Int. Endod. J.*, **17**: 192-198.
- DUNLAP, C., REMEIKIS, N., BEGOLE, E., RAUSCHENBERGER, C. (1998). An in vivo evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals. *J. Endod.*, **24**: 48-50.
- EBRAHIM, A.K., WADACHI, R., SUDA, H. (2007). An in vitro evaluation of the accuracy of Dentaport ZX apex locator in enlarged root canals. *Aust. Dent. J.*, **52**: 193-197.
- EBRAHIM, A.K., WADACHI, R., SUDA, H. (2007). In vitro evaluation of the accuracy of five different electronic apex locators for determining the working length of endodontically retreated teeth. *Aust. Endod. J.*, **33**: 7-12.
- ELAYOUTI, A., WEIGER, R., LÖST, C. (2002). The ability of root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. *J Endod.*, **28**: 116-119.
- ELAYOUTI, A., KIMIONIS, I., CHU, A.L., LÖST, C. (2005). Determining the apical terminus of root-end resected teeth using three modern apex locators: a comparative ex vivo study. *Int Endod J.*, **38**: 827-833.

- ELAYOUTI, A., DIMA, E., OHMER, J., SPERL, K., VON OHLE, C., LÖST, C. (2009). Consistency of apex locator function: a clinical study. *J. Endod.*, **35**: 179-181.
- ER, K., TASDEMİR, T., SISO, S.H., CELİK, D., CORA, S. (2011). Fracture resistance of retreated roots using different retreatment systems. *Eur. J. Dent.*, **5**: 387-392.
- ER, O., UZUN, O., USTUN, Y., CANAKCI, B.C., YALPI, F. (2013). Effect of solvents on the accuracy of the Mini Root ZX apex locator. *Int. Endod. J.*, **46**: 1088-1095.
- EVCİL, M.S., ERSOY, İ., YETER, K.Y., TOPÇU, K.M.Ç. (2012). Farklı Kanal Yıkama Solüsyonları Kullanılarak İki Farklı Apeks Bulucunun Doğruluğunun Karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, **22**: 132-137.
- FARGE, P., NAHAS, P., BONIN, P. (1998). In vitro study of a Nd:YAP laser in endodontic retreatment. *J. Endod.*, **24**: 359-363.
- FRANK, A.L., TORABINEJAD, M. (1993). An in vivo evaluation of Endex electronic apex locator. *J. Endod.*, **19**: 177-179.
- FUSS, Z., ASSOOLINE, L.S., KAUFMAN, A.Y. (1996). Determination of location of root perforations by electronic apex locator. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **82**: 324-329.
- GARG, A., NAGPAL, A., SHETTY, S., KUMAR, S., SINGH, K.K., GARG, A. (2015). Comparison of time required by D-RaCe, R-Endo and Mtwo instruments for retreatment: an in vitro study. *J. Clin. Diagn. Res.*, **9**: ZC47-49.
- GOLDBERG, F., MARROQUÍN, B.B., FRAJLICH, S., DREYER, C. (2005). In vitro evaluation of the ability of three apex locators to determine the working length during retreatment. *J. Endod.*, **31**: 676-678.
- GOMES, S., OLIVER, R., MACOUZET, C., MERCADÉ, M., ROÍG, M., DURAN-SINDREU, F. (2012). In vivo evaluation of the Raypex 5 by using different irrigants. *J. Endod.*, **38**: 1075-1077.
- GORDON, M.P.J., CHANDLER, N.P. (2004). Electronic apex locators. *Int. Endod. J.*, **37**: 425-437.
- GORNI, F.G., GAGLIANI, M.M. (2004). The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *J. Endod.*, **30**: 1-4.
- GREEN, D. (1956). A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **9**: 1224-1232.
- GROVE, C. (1930). Why canals should be filled to the dentinocemental junction. *Journal of the American Dental Association.*, **17**: 293-296.

- GUISE, G.M., GOODELL, G.G., IMAMURA, G.M. (2010). In vitro comparison of three electronic apex locators. *J. Endod.*, **36**: 279-281.
- GUTIERREZ, J.H., AGUAYO, P. (1995). Apical foraminal openings in human teeth. Number and location. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **79**: 769-777.
- HERRERA, M., ÁBALOS, C., LUCENA, C., JIMÉNEZ-PLANAS, A., LLAMAS, R. (2011). Critical diameter of apical foramen and of file size using the Root ZX apex locator: an in vitro study. *J. Endod.*, **37**: 1306-1309.
- HERRERA, M., ÁBALOS, C., PLANAS, A.J., LIAMAS, R. (2007). Influence of apical constriction diameter on Root ZX apex locator precision. *J. Endod.*, **33**: 995-998.
- HIMEL, V. (1993). An evaluation of two electronic apex locators in a dental student clinic. *Quint. Int.*, **24**: 803-806.
- HOER, D., ATTIN, T. (2004). The accuracy of electronic working length determination. *Int. Endod. J.*, **37**: 125-131.
- HORVATH, S.D., ALTENBURGER, M.J., NAUMANN, M., WOLKEWITZ, M., SCHIRRMESTER, J.F. (2009). Cleanliness of dentinal tubules following gutta-percha removal with and without solvents: a scanning electron microscopic study. *Int. Endod. J.*, **42**: 1032-1038.
- HÖR, D., KRUSY, S., ATIN, D. (2005). Ex vivo comparison of two electronic apex locators with different scales and frequencies. *Int. Endod. J.*, **38**: 855-859.
- HUANG, L. (1987). An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. *J. Endod.*, **13**: 60-64.
- IBARROLA JL, CHAPMAN BL, HOWARD JH, KNOWLES KI, LUDLOW MO. (1999). Effect of preflaring on Root ZX apex locators. *J. Endod.*, **25**: 625-626.
- IMURA, N., KATO, A.S., HATA, G.I., UEMURA, M., TODA, T., WEINE, F. (2000). A comparison of the relative efficacies of four hand and rotary instrumentation techniques during endodontic retreatment. *Int. Endod.*, **33**: 361-366.
- INOUE N (1973). An audiometric method for determining the length of root canals, *J. Can. Dent. Assoc (Tor)*, **39**: 630-636.
- JAKOBSON, S.J., WESTPALHEN, V.P.D., DA SILVA NETO, U.X., FARINIUK, L.F., PICOLI, F., CARNEIRO, E. (2008). The accuracy in the control of the apical extent of rotary canal instrumentation using Root ZX and ProTaper instruments: an in vivo study. *J. Endod.*, **34**: 1342-1345.

- JENKINS, J.A., WALKER, A.W., SCHINDLER, W.G., FLORES, C.M. (2001). An in vitro evaluation of the accuracy of the Root ZX in the presence of various irrigants. *J. Endod.*, **3**: 209-211.
- JOHN, A.D., WEBB, T.D., IMAMURA, G., GOODELL, G.G. (2008). Fluid flow evaluation of Fuji Triage and gray and white ProRoot mineral trioxide aggregate intraorifice barriers. *J. Endod.*, **34**: 830-832.
- KANG, J.A., KIM, S.K. (2008). Accuracies of seven different apex locators under various conditions. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **106**: e57-62.
- KAUFMAN, A.Y., FUSS, Z., KEILA, S., WAXENBERG, S. (1997). Reability of different electronic apex locators to detect root perforations in vitro, *Int. Endod. J.*, **30**: 403-407.
- KAUFMAN, A.Y., KATZ, A. (1993). Reliability of Root ZX apex locator tested by an in vitro model. *J. Endod.*, **19**: 201.
- KAUFMAN, A.Y., KEILA, S., YOSPHE, M. (2002). Accuracy of a new apex locator: an in vitro study. *Int. Endod. J.*, **35**: 186-192.
- KELLER, M., BROWN, C.J., NEWTON, C. (1991). A clinical evaluation of the Endocater – an electronic apex locator, *J. Endod.*, **17**: 271-274.
- KIELBASSA, A.M., MULLER, U., MUNZ, I., MONTING, J.S. (2003). Clinical evaluation of the measuring accuracy of Root ZX in primary teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **95**: 94-100.
- KIM, E., LEE, S.J. (2002). Electronic apex locator, *Dent. Clin. North. Am.*, **48**: 35-54.
- KISHOR, K.M. (2012). Comparison of working length determination using apex locator, conventional radiography and radiovisiography: an in vitro study. *J. Contemp. Dent. Pract.*, **13**: 550-553.
- KOBAYASHI, C., MATOBA, K., SUDA, H., SUNADA, I. (1991). New practical model of the division method electronic root canal length measuring device, *J. Jpn. Endodon. Assoc.*, **12**: 143-148.
- KOBAYASHI, C., SUDA, H. (1994). New electronic canal measurind device based on the ratio method. *J. Endod.*, **20**: 111-114.
- KOLANU, S.K., BOLLA, N., VARRI, S., THUMMU, J., VEMURI, S., MANDAVA, P. (2014). Evaluation of correlation between apical diameter and file size using Propex Pixi Apex Locator. *J. Clin. Diagn. Res.*, **8**: ZC18-20.
- KRAJCZÁR, K., MARADA, G., GYULAI, G., TÓTH, V. (2008). Comparison of radiographic and electronical working length determination on palatal and mesio-

- buccal root canals of extracted upper molars. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **106**: e90-93.
- KUTTLER, Y. (1955). Microscopic investigation of root apices. *J. Am. Dent. Assoc.*, **50**: 544-552.
- LUCENA-MARTIN, C., RBLIS-GJION, V., FERRER-LUQUE, C.M., NAVAJAS-RODRIGUEZ, J.M. (2004). In vitro evaluation of the accuracy of three electronic apex locators. *J. Endod.*, **30**: 231-233.
- MASIERO, A.V., BARLETTA, F.B. (2005). Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Int. Endod. J.*, **38**: 2-7.
- MAYEDA, D.L., SIMON, J.H., AIMAR, D.F., FINLEY, K. (1993). In vivo measurement accuracy in vital and necrotic canals with the Endex apex locator. *J. Endod.*, **19**: 545-548.
- MCDONALD, N.J. (1992). The electronic determination of working length. *Dent. Clin. North. Am.*, **36**: 293-305.
- MEARES, A. W., STEIMAN, R. (2002). The influence of sodium hypochlorite irrigation on the accuracy of the Root ZX electronic apex locator. *J. Endod.*, **28**: 595-598.
- MENTE, J., SEIDEL, J., BUCHALLA, W., KOCH, M.J. (2002). Electronic determination of root canal length in primary teeth with and without root resorption. *Int. Endod. J.*, **35**: 447-452.
- MIKROGEORGIS, G., MOLYVDAS, I., LYROUDIA, K., NIKOLAIDIS, N., PITAS, I. (2006). A new methodology for the comparative study of the root canal instrumentation techniques based on digital radiographic image processing and analysis. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **101**: e125-131.
- MILETIC, I., PRPIC-MEHICIC, G., MARSAN, T., TAMBIC-ANDRASEVIC, A., PLESKO, S., KARLOVIC, Z., ANIC, I. (2002). Bacterial and fungal microleakage of AH26 and AH Plus root canal sealers. *Int. Endod. J.*, **35**: 428-432.
- MOSCOSO, S., PINEDA, K., BASILIO, J., ALVARADO, C., ROIG, M., DURAN-SINDREU, F. (2014). Evaluation of Dentaport ZX and Raypex 6 electronic apex locators: an in vivo study. *Med. Oral Patol. Oral Cir Bucal.*, **19**: e202-205.
- NAHMIA, Y., AURELIO, J.A., GERSTEIN, H. (1983). Expanded use of the electronic canal length measuring devices. *J. Endod.*, **9**: 347-349.
- NEKOOFFAR, M.H., GHANDI, M.M., HAYES, S.J., DUMMER, P.M. (2006). The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int. Endod. J.*, **39**: 595-609.

- NYGUEN, H.Q., KAUFMAN, A.Y., KOMOROWSKI, R.C., FRIEDMAN, S. (1996). Electronic length measurement using small and large files in enlarged canals. *Int. Endod. J.*, **29**: 359-364.
- OLSON, A., GOERIG, A., CAVATAIO, R.E., LUCIANO, J. (1991). The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen. *Int. Endod. J.*, **24**: 28-35.
- OUNSI, H., NAAMAN, A. (1999). In vitro evaluation of the reliability of the Root ZX electronic apex locator. *Int. Endod. J.*, **32**: 120-123.
- OZSEBERG, E., INAN, U., AYDIN, U. (2007). In vivo evaluation of ProPex electronic apex locator. *J. Endod.*, **33**: 974-977.
- PASCON, E.A., MARRELLI, M., CONGI, O., CIANCIO, R., MICELI, F., VERSIANI, M.A. (2009). An in vivo comparison of working length determination of two frequency-based electronic apex locators. *Int. Endod. J.*, **42**: 1026-1031.
- PINEDA, F., KUTTLER, Y. (1972). Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7275 root canals. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **33**: 101-110.
- PIRANI, C., IACONO, F., CHERSONI, S., SWORD, J., PASHLEY, D.H., TAY, F.R., LOONEY, S., GANDOLFI, M.G., PRATI, C. (2009). The effect of ultrasonic removal of various root-end filling materials. *Int. Endod. J.*, **42**: 1015-1025.
- PIRANI, C., PELLICIONI, G.A., MARCHIONNI, S., MONTEBUGNOLI, L., PIANA, G., PRATI, C. (2009). Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or Thermafil: a scanning electron microscope study. *J. Endod.*, **35**: 1433-1440.
- PILOT, T.F., PITTS, D.L. (1997). Determination of impedance changes at varying frequencies in relation to root canal file position and irrigant. *J. Endod.*, **23**: 719-724.
- PLOTINO, G., GRANDE, N.M., BRIGANTE, L., LESTI, B., SOMMA, F. (2006). Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and Propex. *Int. Endod. J.*, **39**: 408-414.
- POGGIO, C., DAGNA, A., CHIESA, M., BELTRAMI, R., BIANCHI, S. (2015). Cleaning effectiveness of three NiTi Rotary instruments: a focus on biomaterial properties. *J. Funct. Biomater.*, **6**: 66-76.
- POMMER, O., STAMN, O., ATTIN, T. (2002). Influence of the canal contents on the electrical associated determination of the length of root canals. *J. Endod.*, **2**: 83-85.
- PRATTEN, D.H., MCDONALD, N.J. (1996). Comparison of radiographic and electronic working lengths. *J. Endod.*, **22**: 173-176.

- PURI, N., CHADHA, R., KUMAR, P., PURI, K. (2013). An in vitro comparison of root canal length determination by DentaPort ZX and iPex apex locators. *J. Conserv. Dent.*, **16**: 555-558.
- RETIEF, D.H. (1991). Standardizing laboratory adhesion tests. *Am. J. Dent.*, **4**: 231-236.
- RICUCCI, D., LANGELAND, K. (1998). Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int. Endod. J.*, **31**: 394-409.
- RING, J., MURRAT, P.E., NAMEROW, K.N., MOLDAUER, B.I., GARCIA-GODOY, F. (2009). Removing root canal obturation materials: a comparison of rotary file systems and re-treatment agents. *J. Am. Dent. Assoc.*, **140**: 680-688.
- RIVERA, E.M., SERAJI, M.K. (1993). Effect of recapitulation on accuracy of electronically determined canal length. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **76**: 225-230.
- SAAD, A.Y., AL-HADLAQ, S.M., AL-KATHEERI, N.H. (2007). Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of gutta-percha during root canal retreatment. *J. Endod.*, **33**: 38-41.
- SAITO, T., YAMASHITA, Y. (1990). Electronic determination of root canal length by newly developed measuring device – influence of the diameter of apical foramen, the size of K-file and the root canal irrigants. *Dent. Jpn.*, **27**: 65-72.
- SCELZA, M.F., COIL, J.M., MACIEL, A.C., OLIVEIRA, L.R., SCELZA, P. (2008). Comparative sem evaluation of three solvents used in endodontic retreatment: an ex vivo study. *J. Appl. Oral. Sci.*, **16**: 24-29.
- SCHILDER, H. (1967). Filling root canals in three dimensions. *Dent. Clin. North. Am.*, **11**: 723-744.
- SEGURA-EGEA, J.J., JIMÉNEZ-PINZÓN, A., RÍOS-SANTOS, J.V. (2002). Endodontic therapy in a 3-rooted mandibular first molar: importance of a thorough radiographic examination. *J. Can. Dent. Assoc.*, **68**: 541-544.
- SEIDBERG, B.H., ALIBRANDI, B.V., FINE, H., LOUGE, B. (1975). Clinical investigation of measuring working lengths of root canals with an electronic device and digital-tactile sense. *JADA.*, **90**: 379-387.
- SELTZER, S., SOLTANOFF, W., SINAI, I., GOLDENBERG, A., BENDER, I. (1968). Biologic aspects of endodontics: Part III. Periapical tissue reactions to root canal instrumentation. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **26**: 534-546.
- SEROTA, K.S., VERA, J., BARNETT, F., NAHMIAS, Y. (2004). The new era of foraminal location. *Endodontic Practice*, **7**: 17-22.

- SHABAHANG, S., GOON, W.W.Y., GLUSKIN, A.H. (1996). An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator. *J. Endod.*, **22**: 616–618.
- SHEARER, A.C., HORNER, K., WILSON, N.H.F. (1991). RadioVisioGraphy for length estimation in root canal treatment: an in vivo comparison conventional radiography. *Int. Endod. J.*, **24**: 233-9,
- SJÖGREN, U., HÄGGLUND, B., SUNSQVIST, G., WING, K. (1990). Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J. Endod.*, **16**: 498 –504.
- SÓ, M.V., SARAN, C., MAGRO, M.L., VIER-PELISSER, F.V., MUNHOZ, M. (2008). Efficacy of protaper retreatment system in root canals filled with gutta- percha and two endodontic sealers. *J. Endod.*, **34**: 1223-1225.
- SOMMA, F., CAMMAROTA, G., PLOTINO, G., GRANDE, N.M., PAMEIJER, C.H. (2008). The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *J. Endod.*, **34**: 466-469.
- SOMMA, F., CASTAGNOLA, R., LAJOLO, C., PATERNÒ HOLTZMAN, L., MARIGO, L. (2012). In vivo accuracy of three electronic root canal length measurement devices: Dentaport ZX, Raypex 5 and ProPex II. *Int. Endod. J.*, **45**: 552-556.
- STABHOLZ, A., ROTSTEIN, I., TORABINEJAD, M. (1995). Effect of preflaring on tactile detection of the apical constriction. *J. Endod.*, **21**: 92– 94.
- STEIN, T.J., CORCORAN, J.F. (1990). Anatomy of the root apex and its histologic changes with age. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endodon.*, **69**: 238-242.
- STOCK, C. (1994). Endodontics-position of the apical seal. *Br. Dent. J.*, **176**: 329.
- STÖBER, E.K., DURAN-SINDREU, F., MERCADÉ, M., VERA, J., BUENO, R., ROIG, M. (2011). An evaluation of Root ZX and iPex apex locators: an in vivo study. *J. Endod.*, **37**: 608-610.
- STUART, C.H., SCHWARTZ, S.A., BEESON, T.J., OWATZ, C.B. (2006). Enterococcus faecalis: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J. Endod.*, **32**: 93-98.
- SUCHDE, R.V., TALIM, S.D. (1977). Electronic ohmmeter: an electronic device for the determination of the root canal length. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **42**: 141-149.
- SUNADA, I. (1962). New method for measuring the length of the root canal. *Journal of Dental Research*, **41**: 375–387.
- SUZIKI, K. (1942). Experimental study on iontophoresis. *Jap. J. Stomatol.*, **16**: 411-29.

- TAMSE, A., KAFFE, I., FISHEL, D. (1980). Zygomatic arch interference with coreect radiographic diagnosis in maxillary molar endodontics, *Oral. Surg. Oral. Med. Oral. Pathol. Endod.*, **50**: 563-566.
- TINAZ, A.C., SEVIMLI, S.L., GORGUL, G., TURKOZ, E.G. (2002). The effects of sodium hypochlorite concentrations on the accuracy of an apex locating device. *J. Endod.*, **28**: 160-162.
- TINAZ, C.A. (2001). Kanal tedavisinde çalışma boyutu. *GÜ. Dişhek. Fak. Derg.*, **18**: 31-37.
- TOPÇUOĞLU, H.S., DEMIRBUGA, S., TUNCAY, Ö., PALA, K., ARSLAN, H., KARATAŞ, E. (2014). The effects of Mtwo, R-Endo, and D-RaCe retreatment instruments on the incidence of dentinal defects during the removal of root canal filling material. *J. Endod.*, **40**: 266-270.
- TOSUN, G., ERDEMİR, A., ELDENİZ, U., SERMET, U., SENER, Y. (2008). Accuracy of two electronic apex locators in primary teeth with and without apical resorption: a laboratory study. *Int. Endod. J.*, **41**: 436-441.
- TSELNIK, M., BAUMGARTNER, J.C., MARSHALL, J.G. (2005). An evaluation of Root ZX and Elements Diagnostic Apex Locators. *J. Endod.*, **31**: 507-509.
- USHIYAMA, J. (1983). New principle and method for measuring the root canal length. *J. Endod.*, **9**: 97-104.
- USTUN, Y., UZUN, O., ER, O., MADEN, M., YALPI, F., CANAKCI, B.C. (2013). Effects of dissolving solutions on the accuracy of an electronic apex locator-integrated endodontic handpiece. *ScientificWorldJournal*, **2013**: 475178. doi: 10.1155/2013/475178.
- UZUN, O., TOPUZ, O., TINAZ, C., NEKOOFAR, M. H., DUMMER, P. M. H. (2008). Accuracy of two root canal length measurement devices integrated into rotary endodontic motors when removing gutta-percha from root-filled teeth. *Int. Endod. J.*, **41**: 725-732.
- UZUNOGLU, E., EYMIRLI, A., UYANIK, M.Ö., ÇALT, S., NAGAS, E. (2015) Calcium hydroxide dressing residues after different removal techniques affect the accuracy of Root-ZX apex locator. *Restor. Dent. Endod.*, **40**: 44-49.
- VAJRABHAYA, L., TEPMONGKOL, P. (1997). Accuracy of apex locator. *Endod. Dent. Traumatol.*, **13**: 180-182.
- VERTUCCI, F.J. (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **58**: 589-99.
- VIDUCIC, D., JUKIC, S., KARLOVIC, Z., BOZIC, Z., MILETIC, I., ANIC, I. (2003). Removal of gutta-percha from root canals using an Nd: YAG laser. *Int. Endod. J.*, **36**: 670-673.

- VIEYRA, J.P., ACOSTA, J., MONDACA, J.M. (2010). Comparison of working length determination with radiographs and two electronic apex locators. *Int. Endod. J.*, **43**: 16-20.
- VIEYRA, J.P., ACOSTA, J. (2011). Comparison of working length determination with radiographs and four electronic apex locators. *Int. Endod. J.*, **44**: 510-518.
- WELK, A.R., BAUMGARTNER, J.C., MARSHALL, J.G. (2003). An in vivo comparison of two frequency-based electronic apex locators. *J. Endod.*, **29**: 497-500.
- WRBAS, K.T., ZIEGLER, A.A., ALTENBURGER, M.J., SCHIRRMEISTER, J.F. (2007). In vivo comparison of working length determination with two electronic apex locators. *Int. Endod. J.*, **40**: 133-138.
- WU, M.K., DE GEE, A.J., WESSELINK, P.R., MOORER, W.R. (1993). Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int. Endod. J.*, **26**: 203-208.
- WU, M.K., WESSELINK, P.R., WALTON, R.E. (2000). Apical terminus location of root canal treatment procedures. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **89**: 99-103.

ÖZGEÇMİŞ

I. BİREYSEL BİLGİLER

Adı : Pelin
Soyadı : Tüfenkçi
Doğum yeri ve tarihi : Antakya, 17.11.1985
Uyruğu : TC
Medeni durumu : Bekar
İletişim adresi : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı Beşevler/Ankara 06500
Telefon : 0 312 296 56 23 / 56 19
: 0 537 277 90 40
E-mail : pelintufenkci@gmail.com

II. EĞİTİM

2010- Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti
Anabilim Dalı, Ankara
2004-2010 Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Diyarbakır
1996-2003 Hatay Osman Ötken Anadolu Lisesi, Hatay
1991-1996 Ali Sayar İlköğretim Okulu, Hatay
Yabancı Dil: İngilizce

III. ÜNVANLARI

2010: Diş Hekimi

IV. ÜYE OLDUĞU BİLİMSEL KURULUŞLAR

Türk Endodonti Derneği

V. BİLİMSEL İLGİ ALANLARI

Ulusal Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

- 1) EREN, H., TÜFENKÇİ, P., KOLSUZ, M.E. (2014). İleri derecede eğri kök kanallarının döner enstrümantasyon sistemiyle tedavisi: İki vaka. *Türk Dişhekimliği Dergisi*, **91**; 160- 161.
- 2) CELİKTEN, B., UZUNTAS, C.F., KURSUN, S., ORHAN, A.I., TÜFENKÇİ, P., ORHAN, K., DEMIRALP, K.O. (2015). Comparative evaluation of shaping ability of two nickel-titanium rotary systems using cone beam computed tomography. *BMC Oral Health*, **15**: 32.

Poster ve Sunumlar: Bilimsel Toplantılarda Takdim Edilen ve Bildiri

Kitabında Basılan

- 1) **Pelin Tüfenkçi**, Berkan Çelikten, Evrim Meriç Altun, Aylin Kalaycı. “Üç Köklü Ve Üç Kanallı Üst Premolar Dişlerin Kök Kanal Tedavileri: Vaka Raporu”. Türk Endodonti Derneği 11. Uluslararası Kongresi. İstanbul, Türkiye, 2012.
- 2) **Pelin Tüfenkçi**, Hüda Melike Bayram, Aylin Kalaycı. “Endodontic treatment of teeth with large periapical lesions: two cases”. FDI 101st Annual World Dental Congress, İstanbul, Turkey, 2013.
- 3) Emre Bayram, **Pelin Tüfenkçi**, Hüda Melike Bayram, Caner Öztürk. “Endodontic Treatment of Traumatized Teeth: Two Different Case Reports with Long Term Follow Up”. FDI 101st Annual World Dental Congress, İstanbul, Turkey, 2013.
- 4) Mete Toptaş, Ece Rakunt, Meriç Altun, **Pelin Tüfenkçi**. “Intentional reimplantation of a tooth with periodontal disease”. 18th Congress of the Balkan Stomatological Society (BaSS), Skopje, Makedonya, 2013.

VI. BİLİMSEL ETKİNLİKLERİ

Katıldığı Bilimsel Sempozyum ve Kongreler

15.Ege Bölgesi Diş Hekimleri Odaları Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi,
Fethiye, Türkiye, 2011.

Türk Endodonti Derneği 11.Uluslararası Kongresi, İstanbul, Türkiye, 2012.

FDI 2013 100st Annual World Dental Congress, İstanbul, Turkey, 2013.

20.Ege Bölgesi Diş Hekimleri Odaları Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi,
İzmir, Türkiye, 2013.