

KÖK KANAL MORFOLOJİSİNİN BELİRLENMESİ İÇİN KULLANILAN METODLAR

Yrd.Doç.Dr. Aziz Şahin ERDOĞAN*

Doç.Dr. Mustafa KÖSEOĞLU*

APPLIED TECHNIQUES FOR DETERMINING ROOT CANAL MORPHOLOGY

SUMMARY

In the present article, the methods used to determine root canal morphology were reviewed in the light of current literature.

ÖZET

Bu makalede kök kanal morfolojisinin belirlenmesinde kullanılan metodlar anlatılmıştır.

Koruyucu dişhekimliğinin giderek önem kazanması, insanların doğal dişlerinin en iyi estetik ve fonksiyonu sağlayacak şekilde tedavi edilerek, ağızda mümkün olduğunca uzun süre kalmasının sağlanması sonucunu doğurmuştur. Diş çekimi günümüzün ileri teknolojisi sayesinde en son yapılacak işlem olarak ortaya çıkmaktadır. Dişhekimliğinde materyallerin ve yöntemlerin son yıllarda gösterdiği gelişmelere paralel olarak endodonti bilim dalında da önemli ilerlemeler meydana gelmiş ve problemlerin en aza indirilmesi sağlanmıştır. Dişhekimisi, teknolojik alandaki yenilikleri kök kanal anatomisi bilgisiyle birleştirirse, endodontik tedavilerde uzun süreli klinik başarı şansını daha da artırmış olur.

Endodontik tedavide başarısızlık nedenleri arasında ilk sırayı apikal sızıntının aldığı bilinmektedir.¹ Periapikal dokulardan kök kanalı içerisine sızıntı oluşmasına yol açan etkenler; kök kanal sistemindeki varyasyonların iyi bilinmemesinden dolayı kök kanallarının hazırlanması sırasında ulaşılmamış bölgelerin bırakılması ve buna bağlı olarak kanalların yetersiz doldurulmasıdır.² Diş tedavi edebilecek bilgi, yetenek ve alete sahip olması, dişhekimisi için önemlidir.

Endodonti kitaplarında dişlerin kök kanal sistemlerine ait morfolojik özellikler tek tek tanımlanmıştır.³⁻⁶ Yapılan çalışmalarda dişlerin kök kanal morfolojisi açısından belirli ortak özelliklere sahip olmakla birlikte, önemli bireysel farklılıklar da gösterebileceği ortaya konulmuştur.⁷⁻⁹ Bu hususta yaş, cinsiyet ve ırk gibi faktörlerin yanında kök kanal morfolojisinin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin değişik olmasının da etkili olabileceği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir.¹⁰⁻¹⁵ Klinisyen yalnız kök kanal morfolojisi temel bilgilerini bilmekle kalmamalı, aynı zamanda kök kanal morfolojisinin gösterebileceği varyasyonlardan da haberdar olmalıdır.

Kök Kanal Morfolojisinin Belirlenmesi İçin Yararlanılan Metodlar

Endodontik tedavinin esas amacı, kök kanal sisteminin iyi bir şekilde biyomekanik preparasyonu ve sistemin üç boyutlu doldurulmasıdır.⁷ Bu işlemlerin uygun şekilde yapılabilmesi, dolayısıyla başarılı bir endodontik tedavinin gerçekleştirilebilmesi için yapının çok iyi bilinmesi ve varyasyonlar hakkında bilgi sahibi olunması gerekir.

Bu amaçla, uzun yıllardan beri farklı teknikler kullanılarak dişlerin; kanal sayıları, kanal tipleri, lateral kanalların varlığı ve lokalizasyonu, apikal dallanmalar gibi özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmaların büyük çoğunluğu çekilmiş dişler üzerinde (invitro olarak) yapılmıştır.

Kök kanal sisteminin morfolojik yapısını incelemek için sıklıkla aşağıdaki metodlardan yararlanılmıştır:

- 1-Diş köklerinden kesit alma;
 - Enine kesit alma,^{11,16-22}
 - Uzunlamasına kesit alma,²³⁻²⁵
- 2- Kök kanallarının taklitlerinin yapılması,²⁶⁻³⁰
- 3- Radyografik tetkik;
 - Rutin olarak alınan periapikal radyografilerin incelenmesi,^{8,13,31-33}
 - Endodontik tedavi görmüş hastaların radyografilerinin tetkik edilmesi,^{12,14,34-36}
 - Dişlerin in vitro radyografilerinin değerlendirilmesi.^{10,15,17,37-41}
- 4- Boyama ve şeffaflaştırma tekniği.^{2,7,42-46}

* Atatürk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Endodonti Bilim Dalı Öğretim Üyesi

1. Kesit alma

a- Dış köklerinden disk veya taşlar yardımıyla alınan makroskobik ve mikroskobik enine kesitler, direkt olarak yada mikroskop altında incelenebilir.^{11,16-18} Bramante ve arkadaşları¹⁹ 1987 yılında, McCann ve arkadaşları²⁰ 1990 yılında makroskobik kesit alma metodu için mufla model sistemi geliştirmişlerdir. Özel hazırlanmış mufla içerisinde akriliğe gömülen örneklerin enine kesitleri alınıp incelenmiştir. Daha sonra muflaya aynı şekilde yerleştirilen örnekler üzerinde, değişik kök kanal genişletme yöntemleri uygulanmış ve mufladan çıkarılan kesitler incelenerek değerlendirilmiştir.

Berutti,²¹ bilgisayar programı ve Bramante'nin mufla sisteminden faydalanarak kök kanallarının genişletilmeden önce ve sonraki şeklinin üç boyutlu görüntüsünü elde etmek için kesitlerin mikrografilerinin bilgisayara transfer edilerek incelenmesini önermiştir.

Bir başka araştırmada, demineralizasyonu takiben parafine yerleştirilen dişlerden alınan yatay kesitler hematoksilin-eozin ile boyanarak mikroskop altında incelenmiş, ışık mikroskobundan elde edilen verilerin bilgisayarda değerlendirilmesiyle pulpa ağının üç boyutlu görüntüsü meydana getirilmiştir.²²

b-Dış kökleri uzunlamasına kesilmekte ve bu kesitler binoküler mikroskop altında incelenmektedir.^{24,25} Bu yöntemle kökün servikal, orta ve apikal eğimleri sebebiyle kök kanallarının pozisyonunu takip etmek genellikle güçtür.

Kuttler,²³ kadavralardan elde ettiği dişlerin apekslerini bu yöntemle incelemiştir.

2. Kök kanallarının taklitlerinin yapılması

Bu çalışmaların esası pulpanın çıkarılmasını takiben, boşluğun şeklini alabilen maddelerin basınç altında verilmesi esasına dayanır. Kök kanallarına silikon enjekte edilir veya lateral kondansasyon metodu ile gutta-perka doldurulur ve sertleşmeyi takiben dişler dekalsifiye edilir. Bu şekilde elde edilen kopya modeller mikroskop altında incelenir.^{26,27,29} Wakabayashi ve arkadaşları,²⁸ pulpa odasına düşük viskoziteli sentetik reçine enjekte edip, reçinenin polimerizasyonunu takiben hidroklorik asit, daha sonra potasyum hidroksit çözeltisine koydukları dişlerdeki kalsifiye dokuları ultrasonik dalgalar ile çözüdürerek reçine modeller elde etmişler, bu modelleri altın alaşımı ile kaplayarak Scanning elektron mikroskopunda (SEM) incelemiştir.

Gilles ve arkadaşları,³⁰ üst çene birinci ve ikinci büyük azı dişlerin meziolingual kanallarını inceledikleri araştırmalarında, özel olarak kestikleri dişlerin pulpa odasının tabanını

altın-palladyum ile kaplayıp SEM altında incelemiştir.

3. Radyografik tetkik

a- Rutin olarak alınan periapikal radyografilerin incelenmesi,^{8,13,31-33}

b- Endodontik tedavi görmüş hastaların radyografilerinin tetkik edilmesi,

Bu yöntemde endodontik tedavi görmüş hastalardan alınan radyografik kayıtlarından faydalanılarak kök kanal morfolojileri incelenir.^{12,34-36} İstatistikler, böyle bir çalışmanın mevcut bulunan kanallardan daha az kanal ortaya çıkardığını göstermektedir. Fakat dişhekiminin muayenehanesinde bunun klinik geçerliliği olduğu söylenebilir. In vivo çalışmalarda problem oluşturan dişin ağızda bulunuş pozisyonu, hasta ile işbirliğinin sınırlı olması, tamir dentini depozisyonu, kanal sayısı ve şekli gibi durumlar in vitro çalışmalarda büyük problem oluşturmazlar. Bu tekniğin dezavantajı çok sayıda dişin tedavi edilebilmesi için uzun zamana ihtiyaç duyulmasıdır.⁴⁷

Fogel ve arkadaşları,⁴⁸ üst çene birinci büyük azılara yapılan kanal tedavilerini yeniden klinik olarak gözden geçirmiş ve dişlerin meziobukkal kökündeki meziolingual kanalı in vivo radyografiler yardımıyla araştırmışlardır.

c. Dişlerin in vitro radyografilerinin değerlendirilmesi,

Karmaşık kanal sistemleri için kullanılan en kolay yöntemlerden biridir.⁴⁷ Çekilmiş dişler röntgen filmi üzerine konarak, meziodistal ve bukkolingual istikamette radyografileri alınır. Kökler kron kısımlarından kesilerek veya bir kök ayrılarak, radyografide farklı konumlarda incelenir. Bu çalışma kök kanal sistemine kanal aleti yerleştirilerek veya radyopak madde enjekte edilerek de yapılabilir.^{10,15,17,37-40,49}

Apikal foramene sokulan kanal aleti ile alınan radyografi, apeks ile apikal foramen arasındaki uzaklığın tesbit edilmesinde yardımcı olur.⁵⁰

Kullanılan tekniklerin diş yapısını bozması veya değiştirmesi nedeniyle aynı diş üzerinde başka çalışmalar yapılamadığı için, son yıllarda yeni in vitro radyografi teknikleri geliştirilmiştir. Dişin diş yapısıyla pulpa arasındaki ilişkiyi kapsayan diş anatomisinin öğrenilmesinde, yardımcı bilgisayar grafikleri kullanılmaktadır. Bu teknik, dişin radyografilerinin bilgisayar programına aktarılması ile kök kanalının apeksten farklı seviyelerde üç boyutlu görüntüsünün elde edilmesini kapsar.^{41,51}

4. Boyama ve şeffaflaştırma tekniği

Çekilmiş dişler transparan hale getirilerek dişin dış yapısıyla pulpa arasındaki ilişki direkt veya mikroskop altında incelenir.^{2,7,42-46,52,53}

Robertson ve arkadaşları⁵⁴ tarafından oldukça pratik, kısa zamanda yapılabilen, az toksik ve ucuz olduğu bildirilen şeffaflaştırma tekniği diğer tekniklere göre daha kapsamlı bilgi vermektedir.² Bu yöntem en doğru ve geliştirilmiş sonuçları ortaya çıkaran ve preklinikte endodontik tedavi safhalarının amaçlarını öğretmede kullanılan en iyi metodlardan biridir.²²

Şeffaflaştırma yöntemi üç aşamadan oluşmaktadır:

- 1-Dekalsifikasyon,
- 2-Dehidratasyon,
- 3-Şeffaflaştırma.⁵⁴

Dişlerin çini mürekkebi veya hematoksilin ile kanallarının boyanması, asit çözeltileri tarafından dekalsifiye edilmesi ve daha sonra alkolde dehidrate edilmesi ve şeffaflaştırmak için metil salisilata yerleştirilmesini kapsar. Üç boyutlu olarak kök kanal sistemi incelenir.

Dişler çekimi takiben % 10'luk formalin çözeltisi içine konulmalıdır. Çünkü çekim sonrası fikse edilen dişlerde en iyi şeffaflığın sağlandığı,⁵⁵ kuru dişlerin bu iş için uygun olmadığı bildirilmiştir.⁵⁶

Giriş kaviteleri açıldıktan sonra kök kanal sisteminin görülür hale getirilmesi amacı ile kanallara çini mürekkebi enjekte edilir. Bazı araştırmacılar bazik boya tarzında davranan hematoksilini kullanmışlardır.^{7,42,43,55} Hematoksilin dekalsifikasyon amacıyla kullanılan asit çözeltilerinden etkilendiği için, araştırmacılar boyama işlemini dekalsifikasyon safhasından sonra uygulamışlardır. Boya maddesi olarak kullanılan ve dekalsifikasyon işleminden etkilenmediği bildirilen⁵⁷ çini mürekkebinin, dişin dış yüzeyini boyamasını önlemek ve boyanın kanallara iyi nüfuz etmesini sağlamak amacıyla dişlerin mürekkep içine daldırılmasından ziyade, açılan giriş kavitelerinden kanalların içine dekalsifikasyon safhasından önce enjekte edilmesi uygundur. Metilen mavisi ise yıkama ile uzaklaştığı için boyama işleminde tercih edilmez.⁵⁸

Diş yapısı içerisinde bulunan inorganik kısımların uzaklaştırılması, organik yapının ortaya çıkarılması ve diş kökünün dış ve iç yapısının üç boyutlu olarak görülebilir hale gelmesini sağlamak amacıyla boyama işleminden sonra dekalsifikasyon işlemine geçilir. Dekalsifikasyon amacıyla çeşitli asidik ya da selat yapıcı çözeltiler kullanılabilir.^{52,59} Bunların

arasında nitrik asit, hidroklorik asit, formik asit, asetik asit, etilendiamin tetraasetik asit ve triklor asetik asit sayılabilir.

Şeffaflaştırma tekniğinde kullanılan asit çözeltisinin ısıtılması veya daha yüksek konsantrasyonda asit kullanılmasıyla dekalsifikasyon süresinin kısaltılabileceği, fakat bu durumda da dişin organik yapısında büzülme ve çözülmelere, vertikal kök kırıklarına neden olabileceği bildirilmiştir. Yetersiz dekalsifikasyondan kaçınmak için, asit çözeltilerinin günde üç kez karıştırılması, yeterli hacimde çözelti kullanılması ve her gün değiştirilmesi önerilmiştir. Çünkü dişlerin bir yığın halinde üst üste konması durumunda, kabın yüzeyinde tabanına oranla daha hızlı dekalsifikasyon olmaktadır. Bu nedenle geniş tabanlı bir kaba konan asit çözeltisi her gün değiştirilmeli ve günde üç kez birer dakika çalkalanmalıdır. Reaksiyonun oluşması için oda sıcaklığında bırakılması önerilmiştir.⁵⁴

Numuneleri şeffaflaştırmak amacıyla kullanılan maddelerin suda iyi sonuç vermemesi nedeniyle emli dişler dehidratasyon işlemine tabi tutulur. Bu amaçla dişler % 70 - % 96'lık etil alkol serilerinden geçirilir.⁴⁵ Robertson ve Leeb,⁶⁰ dişlerin aseton dan geçirilmesini, Kasahara ve arkadaşları,⁴⁴ açık havada kurutulmasını önermişlerdir.

Dehidratasyondan sonra şeffaflaştırma işlemi yapılır. Şeffaflığı artırmak amacıyla dişler, uygun kırılma indisine sahip çözeltiyle doyurulmalıdır. Gliserin, silikon, ksilen, sedir yağı, karanfil yağı, metil salisilat gibi ajanların bu işlem için kullanılabileceği bildirilmiştir.^{59,60} Araştırmacılar karanfil yağı, sedir yağı ve metil salisilatın tam şeffaflık sağladığını, ksilen ve benzenin ise dokularda yarı şeffaflık sağladığını bildirmişlerdir.^{52,54,60} Şeffaflaştırma işlemi için genellikle, ksilenden daha az toksik ve sedir yağından daha ucuz olan metil salisilat kullanılır.^{54,59} Metil salisilatın diğer şeffaflaştırma ajanlarına göre daha fazla suyu tolere edebildiği bildirilmiştir.⁵⁴

Kök kanal sisteminin morfolojik yapısını incelemek için kullanılan tekniklerin bazı sakıncaları olduğu bildirilmiştir;

Diş köklerinin enine kesilmesi, kök kanal boşluğunun kesintisiz bir şekilde görülmesini engellemektedir. Günümüzde bilgisayar sistemleri yardımı ile enine kesitlerin mikrografileri bilgisayara aktarılarak kök kanallarının üç boyutlu görüntüleri bir bütün olarak elde edilmiştir.^{18,21,22} Uzunlamasına kesitlerde bu durum kompanse edilebilse dahi, ancak daha büyük morfolojik detaylar gözlenebilmektedir. Uzunlamasına kesit alma tekniğinde kesit alma sırasında

sağlam bir kanal yüzeyi oluşturulamaması,⁵⁶ enine kesit alma tekniklerinde ise bilgisayar, mikroskop, çeşitli çözümler, özel mufla sistemi gibi ekipmanlara ve uzun zamana ihtiyaç olması, tekniğin dezavantajlarındandır.

Kesit alma ve kök kanallarının taklitlerinin yapılması sırasında dişin geriye dönüşü olmayacak bir biçimde değişime uğradığı^{54,60} ve gutta-perka ile kök kanal sisteminin taklidinin yapılmasında tam bir detay sağlanamadığı bildirilmiştir.²⁷

Radyografik tekniklerden faydalanılarak yapılan çalışmalar ise kanalları sadece iki boyutta görmemizi sağlamaktadır. İn vitro çalışmalarla ve bilgisayar yardımıyla bu durum düzeltilmiştir.^{41,51} Ayrıca radyografik tetkikler yardımı ile apikal foramenin pozisyonu, apikal delta ve lateral kanal gibi detayların görülmesi güçtür. Kök kanal morfolojilerini, in vitro inceleme olanağı sağlayan radyografik tekniklerden faydalanılarak yapılan kompütürize teknikte doğal olan hata sebeplerinin, yüksek kaliteli kameralar ve monitörlerle giderilebileceği bildirilmiştir.^{41,51}

Kök kanallarının preparasyon öncesi veya sonrası anatomisini bir arada inceleme olanağı olmaması, yalnız tek bir durumun incelenebilir olması ve dekalsifikasyonun son noktasının kesin olarak belirlenememesi şeffaflaşma tekniğinin dezavantajları olarak bildirilmiştir.^{41,54} Dişin bütünlüğü korunarak, kökünün, dekalsifikasyon ile şeffaf hale getirilmesi veya in vitro radyografik tetkikin uygulanması, araştırmacıların kök kanal sisteminin bütün dallanmalarından net bir görüntü elde etmelerine imkan verir.⁷

Bu dezavantajlar bulunmakla birlikte, her teknik endodontik uzmanlıkta değerli bir bilgi sağlar.

Birden Fazla Kanalların Teşhisi

England,⁶¹ multipıl kanalların ortaya çıkarılmasında klinikte yardımcı olacak faktörleri aşağıdaki şekilde sıralamıştır.

- Kök kanal morfolojilerine ait istatistiksel veriler,
- İyi alınmış radyografiler,
- Majör kanal duvarlarına kanal aleti ucu ile dokunarak yapılan inceleme.

1. Kök kanal morfolojilerine ait istatistiksel veriler;

Daha önceki çalışmalar dişlerin kanal sayısında geniş bir varyasyon olduğunu göstermiştir. Klinisyenler tedavide yüksek başarıya ulaşmak istiyorlarsa bu varyasyonları dikkate almanın yanısıra; dişleri tedavi öncesi multipıl kanala sahipmiş gibi değerlendirmelidirler.

2. İyi alınmış radyografiler;

Dişlerin eksternal ve internal morfolojisini belirlemede uygun bir radyografinin alınması ve yorumlanması önemli bir değere sahiptir. Radyografik görüntüde kökün ana hat veya şeklindeki değişim ve keskin yoğunluk farkları ekstra bir kökün varlığının belirtisidir. Her dişin operasyon öncesi değerlendirilmesi için iki ayrı radyografisi alınmalıdır. Birinci radyografi; X-ışını dişe bukkolingual doğrultuda dik olacak şekilde alınmalıdır. Eğer dişin radyografisinde kökünün servikal 1/3'ünde, apikal doğrultuda seyrederken kaybolan, ya da daralan büyük bir kanal görüntüyorsa multipıl kanaldan şüphelenilmelidir. İkinci radyografi, dişin bukkolingual morfolojisinin gözde daha iyi canlandırılabilmesi için 20 derece horizontal açı ile dişin mezialinden veya distalinden alınmalıdır. Ana kanalın mezialinde veya distalinde radyolüsent bir çizgi mevcutsa ilave kök kanalı beklenmelidir. Büyütücü bir aletle veya 35 mm'lik bir projektörle ekran üzerine düşürülen radyografik görüntüler, multipıl köklerin ve kanalların varlığının belirlenmesinde önemli bir yardımcıdır. Daha önce görülmeyen detaylar büyütülmüş görüntüde seçilebilirler. Benzer şekilde lup ile x3 veya x5'lik bir büyütme aynı amaç için kullanılabilir.⁶¹

Sieraski ve arkadaşları,⁶² preoperatif radyografilerde, üst küçük azaların kökünün orta kısmının meziodistal genişliğinin, kron görüntüsünün meziodistal genişliğinden büyük veya eşit olduğu durumlarda dişin büyük bir olasılıkla üç köklü olabileceği şeklinde mutlak olmayan bir gözlem yöntemi belirtmişlerdir.

3. Majör kanal duvarlarına kanal aleti ucu ile dokunarak yapılan inceleme;

Bu incelemede, radyografik olarak sadece bir kanalın görüldüğü durumlarda bile, ilave bir kanalın yerini belirlemek için, #10 bir eğenin 2-3 mm lik uç kısmına 30-45 derecelik keskin bir kavis verilir. Bu eğe, ilave bir kanalın yerini belirleyebilecek bir ipucu yakalamak için, majör kanalın herhangi bir duvarında yavaşça ilerletilir. Bukkal ve lingual duvarlar, periapikal radyografilerde görülmeyen boyutlar oldukları için bu duvarlara daha dikkat edilmelidir. İkincil kanalların büyük çoğunluğu, bu duvarlardan menşey alırlar ve majör kanaldan keskin bir açı ile ayrılırlar. Az eğimli bir uç olmaksızın, ikincil kanalların bulunması güçtür. Kanal ağzı bulunduktan sonra, eğe saat yönünde çeyrek dönüşlerle, daha sonra saat yönünün tersi yönde ikinci kanalın tahmini çalışma uzunluğu boyunca dikkatlice yönlendirilir. Daha sonra ikinci kanalın varlığını tasdik etmek ve çalışma uzunluğunu belirlemek için bir radyografi alınmalıdır.⁶¹

Pulpa odasının tabanının incelenmesi kanal konfigürasyonunun tipi hakkında ip uçları verir. Vertucci ve Gegauff,⁴³ sadece bir kanal olduğunda, genellikle giriş preparasyonunun merkezinde kolayca lokalize edilebileceğini, bulunan tek kanal merkezde değilse başka bir kanalın bulunabileceğini ve dişhekiminin kanal ağzının karşı tarafında bu kanalı araması gerektiğini bildirmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Ingle JJ, Beveridge EE, Glick DH, Weichman JA. Modern endodontic therapy. In Ingle JJ, Beveridge EE, eds. Endodontics. 2 nd Ed Philadelphia : Lea and Febiger, 1976: 43-44.
2. Kartal N, Yanıkoğlu F, Başaran B. Türk toplumunda mandibular premolarlara ait kök kanal morfolojilerinin incelenmesi. Ege Diş Hek Fak Derg 1991; 12: 105-109.
3. Ingle JJ, Beveridge EE, Luebke RG, Walton RE, Zidell JD. Endodontic cavity preparation. In Ingle JJ, Beveridge EE, eds. Endodontics. 2nd Ed. Philadelphia : Lea and Febiger, 1976:101-161.
4. Burns RC. Access openings and tooth morphology. In Cohen S, Burns RC, eds. Pathways of the pulp. 2nd Ed. St Louis : The CV Mosby, 1980 : 90-110.
5. Weine FS, Endodontic therapy. 3rd Ed. St Louis : CV Mosby, 1982:207-249.
6. Grossman LI, Oliete S, DelRio CE. Endodontic practice. 11th Ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 1988:145-178.
7. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg 1984; 58: 589-599.
8. Zaatar EI, Al-Busairi MA, Behbehani MJ. Maxillary first premolars with three root canals: case reports. Quintessence Int 1990; 21: 1007-1011.
9. Wong M. Four root canals in a mandibular second premolar. J Endodon 1991;17:125-126.
10. Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. Oral Surg 1972; 33: 101-110.
11. Seidberg BH, Altman M, Guttuso J, Suson M. Frequency of two mesiobuccal root canals in maxillary permanent first molars. J Am Dent Assoc 1973; 87: 852-856.
12. Bellizzi R, Hartwell G. Evaluating the maxillary premolar with three canals for endodontic therapy. J Endodon 1981; 7: 521-527.
13. Trope M, Eifenbein L, Tronstad L. Mandibular premolars with more than one root canal in different race groups. J Endodon 1986; 12: 343-345.
14. Neaverth EJ, Kotler LM, Kaltenbach RF. Clinical investigation (In vivo) of endodontically treated maxillary first molars J Endodon 1987; 13: 506-512.
15. Walker RT. The root canal anatomy of mandibular incisors in a southern chinese population. Int Endodon J 1988; 21: 218-223.
16. Baisden MK, Kulild JC, Weller RN. Root canal configuration of the mandibular first premolar. J Endodon 1992; 18: 505-508.
17. Kulild JC, Peters DD. Incidence and configuration of canal systems in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars. J Endodon 1990; 16: 311-317.
18. Mizutani T, Ohno N, Nakamura H. Anatomical study of the root apex in the maxillary anterior teeth. J Endodon 1992; 18: 344-347.
19. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. J Endodon 1987; 13: 243-245.
20. McCann JT, Keller DL, LaBounty GL. A modification of the muffle model system to study root canal morphology. J Endodon 1990; 16: 114-115.
21. Berutti E. Computerized analysis of the instrumentation of the root canal system. J Endodon 1993; 19: 236-238.
22. Lyroudia K, Nikolaidis N, Pitas I, Zervas P, Palakidis K. Computerized three-dimensional reconstruction: A method to study pulpal vessels and nerves. J Endodon 1993; 19: 604-608.
23. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. J Am Dent Assoc 1955; 50: 544-552.
24. Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evanston L. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. Oral Surg 1969; 28: 419-425.
25. Green D. Double canals in single roots. Oral Surg 1973; 35: 689-696.
26. Davis SR, Brayton SM, Goldman M. The morphology of the prepared root canal: A study utilizing injectable silicone. Oral Surg 1972; 34: 642-648.
27. Brayton SM, Davis SR, Goldman M. Gutta-percha root canal fillings. Oral Surg 1973; 35: 226-231.
28. Wakabayashi H, Matsumoto K, Shirasuka T, Funato A, Tsuzuki N. Scanning electron microscopic study of dentin walls of the pulp chamber by a replica technique. Oral Surg 1988; 66: 236-242.
29. Goldman M, Sakurai-Fuse F, Turco J, White RR. A silicone model method to compare three methods of preparing the root canal. Oral Surg 1989; 68: 457-461.
30. Gilles J, Reader A. An SEM investigation of the mesiolingual canal in human maxillary first and second molars. Oral Surg 1990; 70: 638-643.

31. Slowey RR. Radiographic aids in the detection of extra root canals. *Oral Surg* 1974; 37: 762-772.
32. Kaffe I, Kaufman A, Littner MM, Lazarson A. Radiographic study of the root canal system of mandibular anterior teeth. *Int Endodon J* 1985;18:253-259.
33. Sabala CL, Benenati FW, Neas BR. Bilateral root or root canal aberrations in a dental school patient population. *J Endodon* 1994; 20: 38-42.
34. Bellizzi R, Hartwell G. Radiographic evaluation of root canal anatomy of in vivo endodontically treated maxillary premolars. *J Endodon* 1985; 11: 37-39.
35. Fabra H. Three canals in the mesial root of mandibular first permanent molars: A clinical study. *Int Endodon J* 1989; 22: 39-43.
36. Karagöz-Küçükay I, Küçükay S, Yıldırım S. Türk toplumunda üst çene ikinci küçük azi dişlerindeki kök kanalı sayısının sıklığı: Radyografik bir inceleme. *İ Ü Diş Hek Fak Derg* 1992; 26: 185-190.
37. Rankine-Wilson RW, Henry P. The bifurcated root canal in lower anterior teeth. *J Am Dent Assoc* 1965; 70:1162-1165.
38. Zillich R, Dowson J. Root canal morphology of mandibular first and second premolars. *Oral Surg* 1973; 36: 738-744.
39. Benjamin KA, Dowson J. Incidence of two root canals in human mandibular incisor teeth. *Oral Surg* 1974; 38: 122-126.
40. Hession RW. Endodontic morphology II. A radiographic analysis. *Oral Surg* 1977; 44:610-620.
41. Mayo CV, Montgomery S, delRio C. A computerized method for evaluating root canal morphology. *J Endodon* 1986; 12: 2-7.
42. Pomeranz HH, Fishelberg G. The secondary mesiobuccal canal of maxillary molars. *J Am Dent Assoc* 1974; 88: 119-124.
43. Vertucci FJ, Gegauff A. Root canal morphology of the maxillary first premolar. *J Am Dent Assoc* 1979; 99: 194-198.
44. Kasahara E, Yasuda E, Yamamoto A, Anzai M. Root canal system of maxillary central incisor. *J Endodon* 1990; 16: 158-161.
45. Kartal N, Yanıkoğlu F. The incidence of mandibular premolars with more than one root canal in a Turkish population. *J Marmara Univ Dent Faculty.* 1992; 1: 203-210.
46. Çahşkan MK, Pehlivan Y, Sepetçioğlu F, Türkün M, Tuncer SŞ. Root canal morphology of human permanent teeth in a Turkish population. *J Endodon* 1995; 21: 200-204.
47. Weine FS, Pasiewicz RA, Rice RT. Canal configuration of the mandibular second molar using a clinically oriented in vitro method. *J Endodon* 1988; 14: 207-213.
48. Fogel HM, Peikoff MD, Christie HC. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar: A Clinical study. *J Endodon* 1994; 20: 135-137.
49. Kofoglu S, Karakurum K, Harbulluoğlu S. Üst birinci azının meziobukkal köküne ait kanal morfolojisinin araştırılması. *Hacettepe Üniv Diş Hek Fak Derg* 1991; 15:106-108.
50. Green D. A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. *Oral Surg* 1956; 9: 1224-1232.
51. Gullickson DC, Montgomery S. The study of root canal morphology using a digital image processing technique. *J Endodon* 1987; 13: 158-163.
52. Aktener O, Şen BH, Cengiz T. Endodontik eğitimde şeffaf dişlerin önemi. *E D F Derg* 1988; 9: 55-59.
53. Madeira M C, Helem S. Incidence of bifurcations in mandibular incisors. *Oral Surg* 1973; 36:589-591.
54. Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endodon* 1980; 6: 421-424.
55. Seelig A, Gillis R. Preparation of cleared specimens for pulp cavity studies. *J Dent Res* 1973; 52: 1154.
56. Karagöz-Küçükay I, Küçükay S, Bayırlı G. Şeffaflaştırılmış dişler üzerinde preklinik endodonti eğitimi. *Oral Derg* 1991; 8: 16-20.
57. Tagger M, Tamse A, Katz A, Tagger E. An improved method of three-dimensional study of apical leakage. *Quintessence Int* 1983; 10: 981-986.
58. Suchina JA, Ludington JR. Dowel space preparation and the apical seal. *J Endodon* 1985; 11: 11-17.
59. Hasselgren G, Nellestam P, Bynum-Hasselgren RM. Teeth with transparent roots-an improved teaching aid for preclinical endodontics. *J Endodon* 1987; 13: 126-127.
60. Robertson DC, Leeb IJ. The evaluation of a transparent tooth model system for the evaluation of endodontically filled teeth. *J Endodon* 1982; 8: 317-321.
61. England MC, Hartwell GR, Lance JR. Detection and treatment of multiple canals in mandibular premolars. *J Endodon* 1991; 17: 174-178.
62. Sieraski SM, Taylor GN, Kohn RA. Identification and endodontic management of three-canal maxillary premolars. *J Endodon* 1989; 15: 29-32.