

Endodontide Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografinin Uygulama Alanları

Cone Beam Computed Tomography Applications in Endodontics

Bulem Üreyen Kaya

Süleyman Demirel Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı Isparta

Özet

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) veya dijital hacim tomografisi çene ve dokularının üç boyutlu görüntüsünü oluşturabilen ekstraoral bir görüntü tarayıcısıdır. KIBT çevre dokuların birbiri üzerine superpozisyonunu azaltarak veya engelleyerek konvansiyonel radyografiye üstünlük sağlar. Konvansiyonel periapikal radyografide gözlenemeyen yapılar, 0.125-2 mm arasındaki aksiyal, koronal ve sagittal düzlemlerde alınan kesitler sayesinde izlenebilir. KIBT' nin başlıca endodontik uygulamaları; eksternal kök rezorbsiyonu ve kök perforasyonlarının teşhis edilmesi, kök kanal morfolojisinin değerlendirilmesi, periapikal lezyonların teşhisi ve prognozunun takibi, kök kırıklarının teşhisi, cerrahi öncesi çevre dokuların değerlendirilmesi, klinik yöntemlere ilave olarak çalışma boyunun belirlenmesi ve in vitro çalışmalarda kanal genişletme sistemlerinin etkinliklerinin değerlendirilmesini kapsar. Dental volumetrik tomograflerin üçüncü boyuta ihtiyaç duyulan, elde edilmiş bulgulara katkı sağlayacağı düşünülen ve fayda/zarar oranının dikkatlice değerlendirildiği vakalarda mümkün olan en küçük görüntüleme alanları tercih edilerek kullanımı endodonti bilimi için oldukça önemli bir gelişmedir. Bununla birlikte dental volumetrik tomografi uygulamaları mümkün olduğunca aynı hastaya sık uygulanmamalı ve görüntüler mutlaka arşivlenmelidir.

Anahtar sözcükler: endodonti, konik ışınli bilgisayarlı tomografi, kök kanal morfolojisi, kök kırığı, periapikal lezyon

Abstract

Cone beam computed tomography (CBCT) or digital volume tomography is an extraoral image scanner which can generate three-dimensional image of maxillo-facial tissues. CBCT provides superior image by reducing or preventing the surrounding tissues to be superimposed on each other. The structures which can not be observed with conventional periapical radiographs can be monitored with 0.125-2 mm axial, coronal, and sagittal plane sections. The major practices of CBCT in endodontics are diagnosing external root resorptions and perforations, evaluation of the root and canal morphology, diagnosis and follow-up of periapical lesions, detection of root fractures, analysis of anatomical landmarks before apical surgery, precision of endodontic working length measurements and investigation of root canal preparation efficacy of different rotary systems in vitro. The use of dental volumetric tomography is an important development for the science of endodontics if the third dimension is needed. If it is thought to contribute to the findings obtained, it is important to assess the benefit / harm ratio of the above cases and use it with a preference for smallest possible monitoring areas. Dental volumetric CT is not commonly applicate to the same patient and it must be archived.

Keywords: endodontics, cone beam computed tomography, periapical lesion, root canal morphology, root fracture

Giriş

Radyografik muayene, endodontik hastalıkların teşhis ve tedavi planlamasında önemli basamaklardan biridir. Radyografik görüntünün doğru yorumlanması diş ve çevre yapıların anatomik özelliklerinin iyi bilinmesi ile ilişkilidir. İlgilenilen alanın üç boyutlu olarak görüntülenebilmesi hem yeni başlayan, hem de tecrübeli hekimler için doğru değerlendirmenin sağlanmasında büyük önem taşımaktadır.¹ Bu derlemenin amacı, konik ışınli tomografinin özelliklerini ve endodonti alanındaki kullanımınının SCI (Science Citation Index)'de yayımlanmış makaleler ışığında değerlendirmektir.

Teknik özellikler

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) (Cone Beam Computed Tomography= CBCT) veya dijital hacimsel (sayısal hacimsel) tomografi çene ve yüz dokularının üç boyutlu görüntüsünü oluşturabilen ekstraoral bir görüntü tarayıcısıdır.² Konik ışın teknolojisini 1980'li yıllardan beri bilinmekle birlikte,³ diş hekimliğinde konik ışınli hacimsel tomografi (KIHT) (Cone beam volumetric tomography= CBVT) veya KIBT olarak yakın dönemde kullanılmaya başlanmıştır.^{4,5} Çoğunlukla panoramik radyografi cihazlarına benzeyen KIBT cihazlarında konik şekilli radyografik ışınlar alıcı sensöre denk gelecek şekilde odaklanılmış alana yönlendirilir (Resim 1).

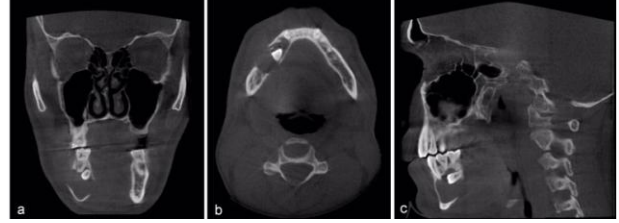


Resim 1. Süleyman Demirel Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Planmeca marka (Planmeca Oy, 00880, Helsinki, Finlandiya) KIBT cihazı.

Hekim, doku dilimlerinin elde edilen bilgiler sayesinde rekonstrükte edilmesiyle görüntüleri üç boyutlu olarak yorumlayabilir ve diğer hekimlere gönderilebilir.⁶ Bu görüntüleme sistemlerinin gelişmesinde iki buluş önemli rol oynamaktadır. Birincisi, analog görüntülemeye dijital görüntülemeye geçiş; ikincisi ise, görüntüleme teorilerindeki gelişmeler ve hacim kazandırılmış verilerin elde edilmesi ile detaylı üç boyutlu görüntülemenin sağlanmasıdır.⁷ Düşük maliyetli güçlü bilgisayarlar ve konik x-ışını tüplerinin piyasada yer alması, yüksek kalitedeki flat panel detektörlerinin geliştirilmesi, bu görüntüleme yönteminin kalitesini ve dişhekimliği muayenelerindeki kullanımını arttırmıştır.⁵

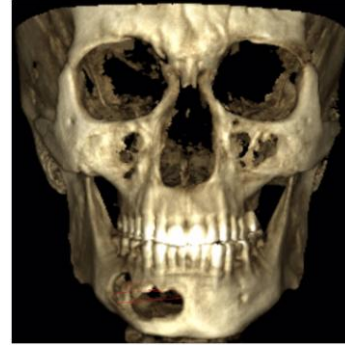
Konik ışın teknolojisi, panoramik radyografilerde olduğu gibi tek seferde 3600 rotasyonla hacim kazandırmak için konik şekilli ışın demeti kullanır.^{4,8} Konvansiyonel dijital radyografilerde görüntü noktasal serilerden oluşan piksellerle yakalanır, KIBT'lerde ise görüntü üç boyutlu pikseller serisi olarak bilinen voksellerle elde edilir.⁶ Veriler kesitlerin aksine hacimsel olarak elde edilirler, vokseller nesnelere farklı yönlerden doğru bir şekilde ölçülmesine olanak veren izotropik yapıdadır. Medikal bilgisayarlı tomografinin (BT) vokselleri anizotropiktir, çünkü voksellerin aksiyal yükseklikleri dilim kalınlığı ile belirlenir (1-2 mm kalınlığında).⁵ Medikal BT'lerin aksine KIBT'nin vokselleri tam bir küp şeklindedir.¹ KIBT'ler yüksek doğruluk ve çözünürlük özelliklerinin yanı sıra; azalmış tarama süresi ve radyasyon dozu, hasta için daha ucuz bir yöntem olması açısından avantajlıdır.^{5,9} KIBT'de tarama zamanı kullanılan tarayıcının cinsine ve seçilen ekspozür parametrelerine göre 10-40 sn arasında

değişmektedir.¹⁰ Hekim bir görüntü yazılım programı ile¹¹ tüm hacimde kaydırma yapabilir ve aksiyal, koronal, sagittal düzlemlerde kalınlığı 0,125 -2 mm arasında kesitleri görüntüleyebilir (Resim 2 a, b ve c).



Resim 2. Periapikal cerrahi planlanan bir hastadan 1,22 mm kalınlığında alınan a) aksiyal, b) koronal, c) sagittal düzlem kesit görüntüleri.

KIBT çevre dokuların birbiri üzerine superpoze olmasını azaltarak veya engelleyerek konvansiyonel radyografiye üstünlük sağlar.¹² Aksiyal ve proksimal görüntüler değerlidir, çünkü bunlar genellikle konvansiyonel periapikal radyografide gözlenemezler. İki boyutlu kesitlere ilave olarak, 3-D yeniden yapılandırma ilgili alanın daha iyi değerlendirilmesini sağlar¹ (Resim 3).

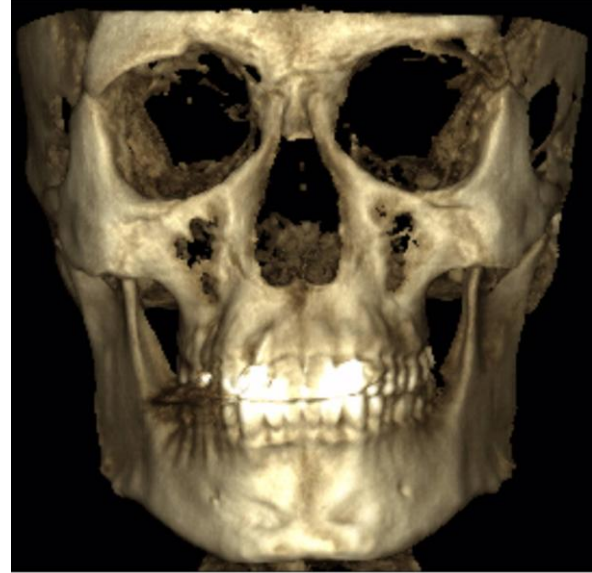


Resim 3. Periapikal cerrahi planlanan bir hastadan alınan CBCT sonrası 3-D yeniden yapılandırma görüntüsü.

X-ray ışınları görüntü alanı FOV (field of view) olarak adlandırılan sferik ve silindirik veri hacmi elde eder. KIBT sistemleri limitli (dental veya bölgesel) ve tam (orto veya fasiyel) olmak üzere iki kategoride sınıflandırılabilir. Limitli KIBT'nin görüntü alanı (FOV) çapı 40-100 mm, tam KIBT'nin 100-200 mm arasında değişir. Bu iki tip arasındaki diğer önemli bir farklılık, limitli tipte voksel değerlerinin daha küçük (0.1-0.2mm veya 0.3-0.4mm) olmasıdır. Daha yüksek çözünürlüğe sahip olmasından dolayı limitli tip endodontik kullanım için daha uygundur.^{4,5,8} KIBT kortikal kemiğin süperpozisyonu olmadan süngerimsi kemik içindeki kemik defektlerini net bir şekilde gösterir.⁶ Anatomik yapıların superpoze olması alveolar kemik defektlerinin

teşhis edilmesinde zorluk oluşturabilir. Özellikle maksiller sinüs, zigoma, insisiv kanal ve foramen, nazal kemik, orbita, mandibular oblik çizgi, mental foramen, sublingual tükürük bezleri, palatal torus ve bitişik köklerin üst üste gelmesi kemik kayıplarını gizleyerek veya taklit ederek kesin tespiti imkânsız hale getirebilir.⁶ Konvansiyel medikal BT'ler diş hekimliğinde sınırlı olarak kullanılmaktadır. BT'ler aksiyal düzlemde yüksek kalitede detay vermesine rağmen tarama zamanının uzun olması ve yüksek radyasyon dozu gibi nedenlerle dişhekimliği uygulamaları için uygun değildir. Spiral ve multidedektör BT'ler tarama zamanını büyük ölçüde azaltsa da KIHT'ler kadar dozu sınırlayamazlar.¹ Aynı zamanda KIHT taramalarının imaj kalitesi süngerimsi kemiği, periodontal ligamenti, lamina durayı, mineyi, dentini ve pulpayı belirleme açısından medikal BT'ye üstünlük sağlar.¹⁰ KIBT konvansiyonel dental radyografiye teşhis oluşturmada yardımcı olarak görülmelidir. Tek bir görüntüde birçok yapının görünmesi konvansiyonel dental radyografinin avantajıdır.⁶ KIHT'de ise görüntüler daha detaylı incelenebilmesine rağmen patoloji incelenen düzlemde değilse fark edilemeyebilir.⁶ KIHT'lerin efektif dozları markalara göre değişiklik göstermektedir.^{13,14} Dijital panoramik radyografilerde etkili dozlar tarama başına 4.7 ila 14.9 µSv (mikrosievert) arasında değişir.¹⁵ Seri radyografik muayenede efektif doz 33 ila 84 µSv arasında rapor edilmiştir.¹⁶ KIBT'lerde etkili radyasyon dozu konvansiyonel BT'lerden %98 daha azdır.⁵ panoramik radyografilerin 2-4 katıdır.^{15,17,18} Beklendiği gibi, özellikle mandibula veya maksilla gibi küçük bölgelerden bilgi elde etmek için dizayn edilen limitli hacim tarayıcılar kullanıldığında tüm maksillofasial iskeletin ışınlanmasındakinden daha az radyasyon gerekir. Bu nedenle, limitli KIBT'ler sadece tek bir diş veya komşu iki dişin endodontik açıdan değerlendirilmesinde daha uygundur.¹⁰ Limitli KIHT'lerde, maksiller keserler, maksiller molarlar ve mandibular molarların görüntüleri için sırasıyla etkili dozlar 7.4, 6.3 ve 11.7 µSv olarak hesaplanmıştır.¹⁹ Ancak KIHT sert dokuları görüntülemeye etkili olduğu halde yumuşak dokuları görüntülemeye çok etkili değildir.^{13,14} Çünkü x-ray dedektörünün dinamik bölgesi yoktur.²⁰ KIHT'nin potansiyel endodontik uygulamaları; kök kanal morfolojisinin belirlenmesi, endodontik patolojinin tespiti, endodontik orijinli olmayan patolojilerin belirlenmesi, kök fraktürlerinin ve travmanın değerlendirilmesi, eksternal ve internal kök rezorbsiyonunun analizi ve invaziv servikal rezorbsiyonu ve cerrahi öncesi planlamayı kapsar.¹ Günümüzde KIHT teknolojisi ile elde edilen görüntülerin çözünürlüğü konvansiyonel dental radyografilerdeki kadar iyi değildir. Konvansiyonel paket filmlerin ve sensörlerin uzaysal çözünürlüğü mm'de 15-20 çizgi çifti iken KIHT'de bu sadece 2 çizgi çiftidir.²¹ Görüntü kalitesini ve KIHT'nin teşhis

doğruluğunu etkileyecek önemli bir problem mine, metal postlar ve restorasyonlar gibi yüksek yoğunluklu komşu yapılardan kaynaklanan dağılma ve ışın sertleşmesi artefaktıdır (Resim 4).^{22,23}



Resim 4. 3-D yeniden yapılandırma görüntüsünde ön bölge sabit protetik restorasyonların varlığı nedeniyle sağ arka bölgede oluşan ışın sertleşmesi artefaktı.

Eğer dağılma ve ışın sertleşmesi artefaktı değerlendirilen dişte veya komşuluğunda ise, KIHT'nin etkinliği bu durumda azalabilir.²⁴ KIHT'nin endodontide kullanımı ise ilgili literatürler ışığında şu başlıklar altında toplanabilir: Eksternal kök rezorbsiyonunun tespiti Bir vaka raporunda üst keser dişte travmaya bağlı olarak gelişen sınıf III invaziv servikal rezorbsiyonunun tespitinde KIBT'nin lezyonun 3 boyutlu olarak büyüklüğünün izlenmesine olanak verdiği bildirilmiştir. Burada kök kanal tedavisi ve lezyonun rezin iyonmer esaslı dolgu materyali ile örtülmesinden 12 ay sonra alınan konvansiyonel periapikal film ile KIBT görüntüsü karşılaştırılmış ve konvansiyonel periapikal filmde görüntülenemeyen periapikal lezyon KIBT ile izlenebilmiştir.²⁵ Mandibular premolar dişte ileri derecede kök rezorbsiyonu teşhis edilen bir vaka raporunda diş çekimi sonrası rezorbsiyon bölgesi gözle değerlendirilmiş ve dental tomografi görüntüleri ile karşılaştırılmıştır. Radyografik ve göz ile değerlendirme sonuçlarının birbirleri ile tamamen örtüştüğü ve 3 boyutlu görüntüleme yönteminin kök rezorbsiyonlarının teşhis edilmesinde ve değerlendirilmesinde klinik olarak önemli olduğu sonucuna varılmıştır.²⁶ Enflamatuvar kök rezorbsiyonunun değerlendirilmesinde periapikal radyografiler ile KIBT'nin karşılaştırıldığı çalışmada travmatik dental yaralanma veya ortodontik tedavi hikâyesi olan 40 hastaya ait 48 periapikal radyografi ve KIBT görüntüleri değerlendirilmiştir. Periapikal radyografilerin sadece % 68.8'inde enflamatuvar kök

rezorbsiyonu teşhis edilebilirken, KIBT görüntülerinin tamamında (%100) kök yüzeyinde rezorbsiyon teşhis edilebilmiştir. Bunun yanı sıra, rezorbsiyon KIBT görüntülerinin % 95.8'inde 1-4 mm'den daha büyük iken, periapikal radyografların %52.1'inde lezyon boyutu 1-4 mm'den büyük bulunmuştur. Enflamatuar kök rezorbsiyonunun teşhis edilmesinde ve değerlendirilmesinde KIBT'nin performansının konvansiyonel radyografiden daha iyi olduğu sonucuna dikkat çekilmiştir.²⁷ In-vitro bir çalışmada 59 dişte hazırlanmış eksternal kök rezorbsiyonları farklı voksel (0.4, 0.3 ve 0.2mm) boyutlarında değerlendirilmiş ve 0.3 mm voksel boyutunun düşük dozlarda eksternal kök rezorbsiyonunun teşhisinde en iyi performansı verdiği bildirilmiştir.²⁸ Kök perforasyonlarının teşhisi Mandibular molar dişlerde, kök kanal tedavisi sonrası strip ve kök perforasyonlarının tespit edilmesinde dijital periapikal radyograflar ile KIBT'nin hassasiyetlerinin ve keskinliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada 45 adet eğri mezial kök prepare edilmiştir. Onbeş kökte meziyolingual kanala NiTi döner bir aletle girilerek kök yüzeyinde perforasyon yaratılmıştır. Onbeş kökte ise 3 numaralı Gates-glidden frezi ile aksiyal yönde furkasyonun 1-3 mm altında strip perforasyon yapılmıştır. İnsan mandibulasına yerleştirilen dişlerden 2 farklı açı ile dijital periapikal radyografi ve KIBT alınmıştır. Strip perforasyonların değerlendirilmesinde KIBT görüntülerinin hassaslık ve keskinliği dijital radyograflardan üstün bulunmuştur. Kök perforasyonlarının değerlendirilmesinde ise KIBT dijital radyografiden üstün olmakla birlikte aralarında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır.²⁹ Metal içerikli kanal içi post etrafındaki kök perforasyonlarının teşhis edilmesinde metalin artefakt oluşturarak görüntüyü engelleyebileceği düşünülerek tasarlanan bir in-vitro çalışmada, korondan apikale ya da apikalden koronale doğru 0.2 mm/0.2 mm aksiyal kesitlerin kök kanalı ile periodontal ligament ilişkisini doğru bir biçimde göstermede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.³⁰

Kök kanal morfolojisinin değerlendirilmesi

KIBT endodontide en fazla morfoloji çalışmalarında kullanılmıştır. Özellikle farklı toplumlarda kök kanal morfolojisinin değerlendirildiği çalışmalar dikkati çekmektedir. Kore toplumunda mandibular 1. azılarda ayrı distolingual kök ve kanal insidansının belirlenmesi ve distobukkal ve distolingual kanalların bukkal kortikal kemiğe uzaklıklarını ölçmek amacıyla 1400 hastadan alınan KIBT kullanılmıştır.³¹ Çin ve Tayvan toplumunda mandibular 1. azılarda kök kanal morfolojilerinin belirlenmesi amacıyla KIBT'ler değerlendirilmiştir.^{32,33} Çin toplumunda maksiller 1. azılarda kök kanal sayılarının ve mezyobukkal ekstra kanal varlığının cinsiyet, yaş ve dişin pozisyonuna göre dağılımı ile mezyobukkal kökte ekstra kanalların tek veya çift görülme sıklıklarının araştırıldığı çalışmada 775 adet KIBT görüntüsü üzerinde çalışılmıştır.³⁴ Hint toplumunda maksiller 1. ve 2. büyük azıların kök kanal

morfoljileri değerlendirilmiştir. Bu amaçla 220 adet çekilmiş 1. molar ve 205 adet 2. molar dişin KIBT görüntüleri incelenmiştir.³⁵ Bir vaka raporunda, 3 köklü ve 8 kanallı maksiller 1. molar dişin nadir görülen bu morfolojik formu operasyon mikroskobu ile teşhis edilmiş ve KIBT ile doğrulanmıştır. Aksiyal KIBT kesitleri hem mezyobukkal hem de distobukkal kökte Sert ve Bayırlı³⁶ sınıflamasına göre tip XV, palatinal kökte ise Vertucci tip II kanal konfigürasyonunu ortaya çıkarmıştır. KIBT görüntüleme yöntemi endodontide zorlu vakalarda kompleks kök anatomisinin anlaşılması açısından önemlidir. Başka bir vaka raporunda aynı hastada 7 adet maksiller ve mandibular 1. ve 2. molar dişlerde tek kök ve tek kanal varlığı KIBT ile gösterilmiştir.³⁷ Füzyon varlığının kesin olarak teşhis edilmesi kök kanal tedavisinin başarısı açısından önemlidir. Üst 1. molar dişe kaynaşmış supernumere bir dişin endodontik tedavisinde ve kontrollerinde KIBT'nin öneminin tartışıldığı bir vaka raporu da mevcuttur.³⁸ KIBT bulgularının doğruluğunun her zaman klinik ve radyografik diğer yöntemlerle doğrulanması gerektiğini gösteren bir vaka raporu sunulmuştur. KIBT taraması mandibular 1. Molar dişin mezial kökünde 2 kanal varlığını gösterirken, konvansiyonel periapikal radyografi ve büyütme altında yapılan klinik teşhiste böyle bir ikinci kanal varlığına rastlanmamıştır. KIBT taramalarında artefaktların engellenmesi için optimum kesit parametrelerinin bilinmesi ve hasta konumlandırılmasının doğru yapılması önemlidir. Son teşhis klinik ve radyografik bulguların birlikte değerlendirilmesi ile yapılmalıdır.³⁹ Bir vaka raporunda maksiller 1. molar dişte 7 kök kanalı varlığı operasyon mikroskobu ile klinik olarak tespit edilmiş ve KIBT ile doğrulanmıştır.⁴⁰ Mandibular 1. molar dişlerde mezial 3. kanal varlığının teşhis edilmesinde KIBT alınmasının gerekliliği bir vaka raporunda sunulmuştur.⁴¹ KIBT'nin doğruluğunun çekilmiş 9 dişte kanıtlanması amacıyla yapılan bir çalışmada KIBT ile alınan kök kanal ölçümleri ve histolojik kesit ölçümleri karşılaştırılmıştır. Sonuçta KIBT histolojik kesitler kadar güvenilir bulunmuştur.⁴² Mandibular posterior dişlerin apikallerinin mandibular kanala uzaklıklarının değerlendirilmesinde KIBT'nin doğruluğunun araştırıldığı çalışmada, KIBT ile yapılan ölçümlerin direkt anatomik diseksiyon ile alınan ölçümler ile aynı doğrulukta sonuç verdiği bildirilmiştir.⁴³ Maksiller 1. ve 2. molar dişlerde MB2 varlığının tespit edilmesinde periapikal radyografi, KIBT ve kesit alınması teknikleri karşılaştırılmış ve KIBT, altın standart olarak kabul edilen kesit alma yöntemi kadar etkin bulunmuştur.⁴⁴ Mandibular alveolar sinirini mandibular 1. molar dişlerin mezial ve distal kök apikallerine olan uzaklıklarının yaş ve cinsiyetle ilişkisi 200 hasta üzerinde değerlendirilmiştir. KIBT taramaları üzerinde yapılan ölçümlerde hem yaş hem de cinsiyetin anatomik yapılar üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.⁴⁵ Sınırlı alan KIBT taramalarının

cerrahi öncesi nörovasküler yapıların 3 boyutlu incelenmesinde etkili oldukları sunulmuştur.⁴⁶ Kök kanal sisteminin değerlendirilmesinde görüntü güçlendirici sistem tabanlı dijital floroskopi ve ışıkla uyarılabilir fosfor plağına dayalı bilgisayarlı radyografi yöntemleri KIBT ile karşılaştırılmış ve KIBT dışındaki sistemler ile en az bir kök kanal sisteminin gözden kaçırıldığı vurgulanmıştır.⁴⁷

Periapikal lezyonların teşhis edilmesi

Apikal periodontitisin tespit edilmesinde KIBT'nin periapikal radyograflara göre daha güvenilir olduğunu gösteren çok sayıda çalışma vardır. Köpeklerde periapikal lezyonların tespit edilmesinde periapikal radyografiler ile KIBT görüntülerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, KIBT'nin periapikal radyografilerden daha hassas olduğu sonucuna varılmıştır. Lezyon gerçekte bulunsu dahi, periapikal radyografiler yanlış negatif yanıt verebilir.⁴⁸ Çene kemiklerinde yapay olarak oluşturulan periapikal lezyonların değerlendirilmesinde KIBT ile fosfor plak ve F-speed filmler karşılaştırılmıştır. Fosfor plak ve F-speed filmlerde horizontal açılama yapılarak 2 film çekilse dahi (00 ve 1010) periapikal lezyonların tespit edilmesinde KIBT kadar doğru sonuca ulaşamamaktadır.⁴⁹ Kist ve granülomların teşhis edilmesinde KIBT kullanımının değerlendirildiği bir çalışmada, kök rezeksiyonu yapılacak 45 hastadan alınan KIBT görüntüleri 2 farklı oral radyolog tarafından incelenerek "kist, kist benzeri, granülom benzeri, granülom ve diğer" kategorileri altında sınıflandırılmıştır. Cerrahi işlem sonrası çıkarılan örnek 2 farklı patoloğ tarafından değerlendirilerek parçaları radiküler kist, granülom ve diğer olarak sınıflandırmıştır. Sonuç olarak, patoloğlar arasında yüksek bir uyum bulunurken, radyoloğlar arasındaki uyum düşük çıkmıştır. Ayrıca ancak %51 ve %63 oranında kist ve granülom radyoloğlar tarafından doğru olarak tespit edilebilmiştir. Bu çalışmada radiküler kist ve granülomların teşhis edilmesinde cerrahi biyopsi ve histopatolojik değerlendirmenin halen standart protokol olması gerektiği ve bu teşhisin KIBT görüntüleri ile yapılamayacağı ileri sürülmüştür.⁵⁰ Bunun aksine kist ve granülomların teşhis edilmesinde bilgisayarlı tomografilerin ve power doppler flowmetre ile birlikte ultrason görüntülerinin yardımcı teşhis aracı olarak kullanılabileceğini belirten araştırmalar da mevcuttur.⁵¹⁻⁵³ Bir çalışmada büyük periapikal lezyonların değerlendirilmesinde KIBT ile histolojik değerlendirme sonucu elde edilen bulgular büyük oranda uyum göstermiş ve KIBT'nin kist ve granülomların ayırt edilmesinde invaziv işlemlere geçilmeden önce alternatif olabileceği gösterilmiştir.⁵⁴ Ayrıca çok köklü dişlerde her bir kök ucundaki periapikal lezyonun varlığı ve genişliği bilgisayarlı tomografi görüntüleri ile tespit edilebilmektedir.⁵⁵ Periapikal lezyonların iyileşmesinin takibinde Kök kanal tedavisi öncesi ve sonrası alınan KIBT görüntüleri üzerinde periapikal

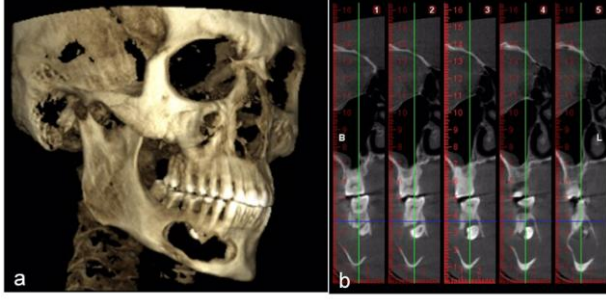
lezyonun kemik yoğunluğu ölçümleri yapılabilmekte ve attenüasyon değerleri (Hounsfield ünitesi=HU): Saf su "0", hava "-1000", yağ "-100", yumuşak doku "30-80", kemik "200-500", metaller "3000") değerleri verilerek iyileşmenin takibi yapılabilmektedir.^{56,57} Bir klinik çalışmada periapikal lezyonlu maksiller dişlerin ve maksiller sinus mukozitlerinin ilişkileri ve endodontik tedavileri sonrası mukozitlerin iyileşmesi KIBT görüntüleri üzerinde incelenmiştir.⁵⁸ Estrela ve ark.⁵⁹ KIBT görüntülerinde periapikal lezyonların sınıflandırılması için yeni bir indeks geliştirmiştir. Bu indekste radyolusent alanlar 3 boyut üzerinde bukkopalatinal, mezyodistal ve diyagonal olarak ölçülerek 6 seviyede skorlanmıştır. Bu skorlama sisteminde lezyonun en geniş boyutu esas alınarak kortikal kemikteki ilerleme ve kortikal kemikteki yıkımın boyutu birlikte değerlendirilir (Tablo 1).

Skor	Kemik Mineral Yapısındaki Değişim
0	Periapikal kemik yapıları sağlıklı
1	Periapikal radyolusensinin çapı > 0,5-1 mm
2	Periapikal radyolusensinin çapı > 1-2 mm
3	Periapikal radyolusensinin çapı > 2-4 mm
4	Periapikal radyolusensinin çapı > 4-8 mm
5	Periapikal radyolusensinin çapı > 8 mm
E	Periapikal kortikal kemikte genişleme
D	Periapikal kortikal kemik harabiyeti

Tablo 1. KIBTPAI= Konik ışınli bilgisayarlı tomografi için geliştirilen periapikal indeks⁶⁰

Bu çalışma da apikal periodontitis teşhisinde KIBT'nin konvansiyonel radyografilere üstünlüğünü göstermiş, KIBTPAI kullanımının yanlış negatif teşhis olasılığını azaltacağı ve gözlemciler arası uyum farklılıklarının minimuma ineceği sonucuna varmıştır.

Apikal cerrahi öncesi çevre dokuların değerlendirilmesi Apikal cerrahi planlanan hastalarda KIBT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerde periapikal patolojisi olan maksiller molar dişlerin kök çevresindeki Schneiderian membranının kalınlığının arttığı saptanmıştır.⁶⁰ Periapikal cerrahi öncesi mandibular molar dişlerde periapikal lezyonların tespit edilmesi, diş kökleri ile mandibular kanalın ilişkisi ve bukkal kortikal kemik kalınlığının KIBT ile doğru olarak değerlendirilebileceği gösterilmiştir (Resim 5 a,b).⁶¹



Resim 5. Periapikal patolojinin çevre dokularla ilişkisi a) Lateral 3-D yeniden yapılandırma görüntüsü, b) sagittal 1,22 mm kesit.

Maksiller 37'şer adet premolar ve molar dişin KIBT ve periapikal radyografilerinin karşılaştırıldığı çalışmada KIBT ile daha fazla periapikal lezyon teşhis edilebilmiştir. Periapikal radyografilerle özellikle 2. molar veya maksiller sinus ile komşuluğu olan dişlerde periapikal lezyonların tespit edilmesi güçleşmektedir. KIBT görüntüleri ile sadece periapikal lezyonlar değil aynı zamanda lezyonun maksiller sinus ile komşuluğu, sinus membranının kalınlığı veya gözden kaçmış kanal varlığı da tespit edilebilmektedir.⁶² Kök kırıklarının teşhis edilmesinde Horizontal kök kırıklarının KIBT ile değerlendirilmesinde metal postların etkisinin araştırıldığı çalışmada 0.2 mm'lik voksel büyüklüğünün horizontal kök kırıklarının tespit edilmesinde etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak, metal post varlığında özgülük ve hassasiyetin anlamlı derecede azaldığı belirtilmiştir.⁶³ Kesin klinik bulguları olmaksızın vertikal kök kırıklarının intraoral radyografilerle teşhis edilmesi oldukça güçtür. KIBT ile vertikal kök kırıklarının teşhis edilmesinde hassasiyetin araştırıldığı klinik çalışmada 29 hastaya ait semptom ve bulgular değerlendirilerek vertikal kök kırığı teşhisi konulmuş, 32 diş KIBT ile değerlendirilmiştir. Dişler daha sonra cerrahi olarak açılarak teşhisler doğrulanmıştır. Vertikal kök kırıklarının teşhis edilmesinde KIBT kullanımının hassasiyeti %88 ve özgülüğü ise % 75 bulunmuştur.⁶⁴ Vertikal kök kırıklarının tespit edilmesinde 0.2 mm'lik voksel büyüklüğünün teşhis kalitesi ve radyasyon dozu açısından yeterli olduğu in vitro bir çalışma ile gösterilmiştir.⁶⁵ Endodontik preperasyonu yapılmış 108 adet dişte kök kanal dolgusunun veya döküm altın post uygulamalarının vertikal kök kırığının teşhisi üzerine etkisi araştırılmıştır. 0.2 ve 0.3 mm voksel büyüklüklerinde alınan KIBT görüntüleri değerlendirildiğinde 0.3 mm voksel büyüklüğünün teşhis için uygun olmadığı, ancak vertikal kök kırıklarının teşhisinin gütaperka kanal dolgularının veya altın post uygulamalarının varlığından etkilenmediği rapor edilmiştir.⁶⁶ Rutin radyografik muayene sonucu 28 yıl sonra kendiliğinden iyileştiği tespit edilen bir horizontal kök kırığının sunulduğu vaka raporunda,

periapikal radyografilerde invaziv servikal rezorbsiyon ve internal rezorbsiyon şüphesi ile KIBT alınmıştır. Ancak konvansiyonel radyografilerdeki görüntünün aksine ne dişte ne de iyileşen kök yüzünde servikal veya internal rezorbsiyona rastlanılmamıştır.⁶⁷ Vertikal kök kırığı sonrası zaman içinde kırık parçalar birbirlerinden uzaklaşmaya başlarlar. Bu amaçla vertikal olarak kırılan dişler farklı arayüzey mesafelerinde (çatlak, 0.2 mm veya 0.4 mm) bir araya getirilmiş ve KIBT ile teşhisleri yapılmaya çalışılmıştır. İki mesafede de (0, 2, 0,4 mm) KIBT ile yapılan teşhisin periapikal radyografiye göre daha doğru olduğu sonucuna varılmıştır. Buna göre vertikal kök kırıklarının KIBT ile erken dönemde teşhisi ve bu sayede tedavi başarısı mümkün olabilir.⁶⁸ Vertikal kök kırıklarının teşhis edilmesinde kök kanal dolgu varlığı, KIBT kesit yönü ve diş tipi (premolar/molar)'nin etkisi 80 adet çekilmiş insan dişi üzerinde incelenmiştir. Kök kanal dolgusu varlığı hassasiyeti etkilemezken, özgülüğü azaltmıştır. Aksiyal kesitler sagittal ve koronal kesitlerden daha kesin teşhis vermektedir. Molar dişlerde vertikal kök kırığı premolar dişlere göre daha fazla oranda teşhis edilebilmektedir.⁶⁹ Kök kanal dolgusunun etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada da KIBT' nin hassasiyeti kanal dolgusu varlığı ile azalmazken özgülüğü azalmaktadır. Periapikal radyografilerde ise hem hassasiyet, hem de doğruluk kanal dolgusu varlığında azalmaktadır. Bu çalışma sonucuna göre vertikal kök kırıklarının teşhis edilmesinde KIBT %86, periapikal radyografi ise %66 doğruluk oranı göstermiştir.⁷⁰ Kanal boyu ölçüm yöntemi olarak Kök kanalı çalışma boyunun ölçülmesinde KIBT taramaları ve standart endodontic çalışma ölçüm yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmada çene kemiklerinde kistik lezyonu olan 3 hastadan teşhis ve operasyon öncesi tedavi planlaması için KIBT alınmıştır. Lezyonların cerrahi enükuasyonundan önce kök kanal tedavisi yapılması planlanmış ve kanal boyları elektronik apex bulucu ile bir endodontist tarafından ölçülmüştür. Daha sonra bu ölçümler KIBT ölçümleri ile karşılaştırılmış ve aralarında güçlü korelasyon bulunmuştur. Sonuç olarak endodontik tedavi edilecek dişin eğer var ise, KIBT taraması çalışma boyunun belirlenmesinde endodontik apex bulucular ile kombine kullanılabilir.⁷¹ Kök kanal tedavisinin başarı ve başarısızlığının değerlendirilmesinde Periapikal radyografi ve KIBT ile kök kanal tedavisinin kalitesinin değerlendirildiği çalışmada 115 diş (143 kök) endodontik olarak tedavi edilmiş ve 2 yıl süre ile kontrol edilmiştir. Kontrol periapikal filmlerinde %12, 6 kökte periapikal lezyon tespit edilirken, KIBT ile %25,9 kökte lezyon tespit edilmiştir. Periapikal radyografilerde kök kanal dolgu boyunun kısa olarak değerlendirildiği % 80 kanal dolgusunun, KIBT' de taşkın olduğu görülmüştür. Periapikal radyografilerde kanal dolgularının %16,1' inde boşluklar gözlenirken, KIBT' de % 46,2'sinde boşluk görülmüştür. Periapikal radyografiler ile

değerlendirme sonucu elde edilen kök kanal tedavisinin başarısı, kanal dolgusunun boyu ve yoğunluğu ile ilgili veriler KIBT ile elde edilen ilişkili verilerden farklılık göstermektedir.⁷² Köpeklerin 96 adet dişinde periapikal lezyon oluşturulduktan sonra tek ya da çoklu kök kanal tedavilerinin başarılarının değerlendirildiği hayvan çalışmasında tedavi öncesi ve 6 ay sonrası periapikal radyografiler alınmış ve KIBT taraması yapılmıştır. Periapikal radyografilerde köklerin %79'unda lezyon küçülmüş ya da tamamen ortadan kaybolmuş olarak görülürken, KIBT'in sadece %35'inde iyileşme davem etmekte ya da tamamlanmıştır.⁷³ Kanal genişletme yöntemlerinin değerlendirilmesinde Mandibular molar dişlerin mezial kanallarının genişletilmesinde iki farklı döner sistemin karşılaştırıldığı çalışmada, kanalın apikalden 3, 5 ve 7 mm'lerinden alınan KIBT üzerinde kanal alanları ölçülmüştür. Tedavi öncesi ve sonrası kanal alanlarındaki farklılıklar değerlendirilmiştir.⁷⁴ Başka bir ex vivo çalışmada da mandibular molar dişlerin mezial kanallarının servikal üçlünün genişletilmesinde distal duvardan kaldırılan dentin miktarı KIBT ile değerlendirilmiştir.⁷⁵

Sonuç

Dental volumetrik tomograflerin dişhekimliğinde endodontic kliniklerinde yerini alması önemli bir gelişmedir. Üçüncü boyuta ihtiyaç duyulan, elde edilmiş bulgulara katkı sağlayacağı düşünülen, fayda/zarar oranının dikkatlice değerlendirildiği ve yukarıda ana başlıklar halinde sunulan durumlarda mümkün olan en küçük görüntüleme alanları tercih edilerek dental volumetrik tomograflerin kullanılması kaçınılmazdır. KIBT'lerin etkin radyasyon dozunun konvansiyonel panoramik radyografilerden 2-4 kat fazla olduğu unutulmamalıdır. Dental volumetrik tomografi mümkün olduğunca aynı hastaya sık uygulanmamalı ve görüntüler mutlaka arşivlenmelidir.

Kaynaklar

1. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod* 2007; 33: 1121-32.
2. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol* 1998; 8: 1558-64.
3. Robb RA, Sinak LJ, Hoffman EA, Kinsey JH, Harris LD, Ritman EL. Dynamic volume imaging of moving organs. *J Med Syst* 1982; 6: 539-54.
4. Danforth RA, Dus I, Mah J. J. 3-D volume imaging for dentistry: a new dimension. *Calif Dent Assoc* 2003; 31: 817-23.
5. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006; 72: 75-80.
6. Berman LH, Hartwell GR. Diagnosis. In: Hargreaves KM, Cohen S. Pathways of the Pulp. 10th Ed., Mosby Elsevier, Missouri, 2011, 22-23.
7. Scarfe WC. Imaging of maxillofacial trauma: evolutions and emerging revolutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;100: S75-96.
8. Winter AA, Pollack AS, Frommer HH, Koenig L. Cone beam volumetric tomography vs. medical CT scanners. *N Y State Dent J* 2005; 71: 28-33.
9. Ziegler CM, Woertche R, Brief J, Hassfeld S. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 2002; 31: 126-30.
10. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J* 2009; 42: 463-75.
11. Toyohiro Kagawa, Fumiko Fukunari, Tomoko Shiraishi, Miwako Yamasaki, Takahiro Ichihara, Yuka Kihara, Ryoussuke Zeze, Kentaro Nogami and Kenji Yuasa. Development of a simple image viewer designed for small X-ray field CT equipment 3DX. *Oral Radiology* 2006; 22: 2: 47-51.
12. Lofthag-Hansen S, Huuonen S, Gröndahl K, Gröndahl HG. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103: 114-9.
13. Tsiklakis K, Donta C, Gavala S, Karayianni K, Kamenopoulou V, Hourdakis CJ. Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT. *Eur J Radiol* 2005; 56: 413-716.
14. Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 96: 508-13.

15. Gijbels F, Jacobs R, Bogaerts R, Debaveye D, Verlinden S, Sanderink G. Dosimetry of digital panoramic imaging. Part I: Patient exposure. *Dentomaxillofac Radiol* 2005; 34: 145-9.
16. Gibbs SJ. Effective dose equivalent and effective dose: comparison for common projections in oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000; 90: 538-45.
17. Ngan DCS, Kharbanda OP, Geenty JP, Darendeliler MA. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *Aust Dent J* 2003; 19: 67–75.
18. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2004; 33: 83–6.
19. Iwai K, Arai K, Hashimoto K, Nishizawa K. Estimation of effective dose from limited cone beam X-ray CT examination. Japanese. *Dent Radiol* 2001; 40: 251–9.
20. Yajima A, Otonari-Yamamoto M, Sano T, Hayakawa Y, Otonari T, Tanabe K, Wakoh M, Mizuta S, Yonezu H, Nakagawa K, Yajima Y. Cone-beam CT (CB Throne) applied to dentomaxillofacial region. *Bull Tokyo Dent Coll* 2006;47:133-41.
21. Farman AG, Farman TT. A comparison of 18 different X-ray detectors currently used in dentistry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 99: 485–9.
22. Mora MA, Mol A, Tyndall DA, Rivera E. In vitro assessment of local tomography for the detection of longitudinal tooth fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103: 825–9.
23. Soğur E, Baksi BG, Gröndahl HG. Imaging of root canal fillings: a comparison of subjective image quality between limited cone-beam CT, storage phosphor and film radiography. *Int Endod J* 2007; 40: 179-85.
24. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic radiography for the detection of apical periodontitis. *J Endod* 2008;34:273–9.
25. Estevez R, Aranguren J, Escorial A, de Gregorio C, De La Torre F, Vera J, Cisneros R. Invasive cervical resorption Class III in a maxillary central incisor: diagnosis and follow-up by means of cone-beam computed tomography. *J Endod* 2010; 36: 2012-4.
26. Nakata K, Naitoh M, Izumi M, Ariji E, Nakamura H. Evaluation of correspondence of dental Computed Tomography imaging to anatomic observation of external root resorption. *J Endod* 2009; 35: 1594-7.
27. Estrela C, Bueno MR, De Alencar AH, Mattar R, Valladares Neto J, Azevedo BC, De Araújo Estrela CR. Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. *J Endod* 2009; 35: 1491-7.
28. Liedke GS, da Silveira HE, da Silveira HL, Dutra V, de Figueiredo JA. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. *J Endod* 2009; 35: 233-5.
29. Shemesh H, Cristescu RC, Wesselink PR, Wu MK. The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations. *J Endod* 2011; 37: 513-6.
30. Bueno MR, Estrela C, De Figueiredo JA, Azevedo BC. Map-reading strategy to diagnose root perforations near metallic intracanal posts by using cone beam computed tomography. *J Endod* 2011; 37: 85-90.
31. Kim SY, Yang SE. Cone-beam computed tomography study of incidence of distolingual root and distance from distolingual canal to buccal cortical bone of mandibular first molars in a Korean population. *J Endod* 2012; 38: 301-4.
32. Wang Y, Zheng QH, Zhou XD, Tang L, Wang Q, Zheng GN, Huang DM. Evaluation of the root and canal morphology of mandibular first permanent molars in a western Chinese population by cone-beam computed tomography. *J Endod* 2010; 36: 1786-9.
33. Tu MG, Huang HL, Hsue SS, Hsu JT, Chen SY, Jou MJ, Tsai CC. Detection of permanent three-rooted mandibular first molars by cone-beam computed tomography imaging in Taiwanese individuals. *J Endod* 2009; 35: 503-7.
34. Zheng QH, Wang Y, Zhou XD, Wang Q, Zheng GN, Huang DM. A cone-beam computed

- tomography study of maxillary first permanent molar root and canal morphology in a Chinese population. *J Endod*. 2010; 36: 1480-4.
35. Neelakantan P, Subbarao C, Ahuja R, Subbarao CV, Gutmann JL. Cone-beam computed tomography study of root and canal morphology of maxillary first and second molars in an Indian population. *J Endod* 2010; 36: 1622-7.
 36. Kottoor J, Velmurugan N, Surendran S. Endodontic management of a maxillary first molar with eight root canal systems evaluated using cone-beam computed tomography scanning: a case report. *J Endod* 2011; 37: 715-9.
 37. Ioannidis K, Lambrianidis T, Beltes P, Besi E, Malliari M. Endodontic management and cone-beam computed tomography evaluation of seven maxillary and mandibular molars with single roots and single canals in a patient. *J Endod* 2011; 37: 103-9.
 38. Song CK, Chang HS, Min KS. Endodontic management of supernumerary tooth fused with maxillary first molar by using cone-beam computed tomography. *J Endod* 2010; 36: 1901-4.
 39. Krithikadatta J, Kottoor J, Karumaran CS, Rajan G. Mandibular first molar having an unusual mesial root canal morphology with contradictory cone-beam computed tomography findings: a case report. *J Endod* 2010; 36: 1712-6.
 40. Kottoor J, Velmurugan N, Sudha R, Hemamalathi S. Maxillary first molar with seven root canals diagnosed with cone-beam computed tomography scanning: a case report. *J Endod* 2010; 36: 915-21.
 41. La SH, Jung DH, Kim EC, Min KS. Identification of independent middle mesial canal in mandibular first molar using cone-beam computed tomography imaging. *J Endod* 2010; 36: 542-5.
 42. Michetti J, Maret D, Mallet JP, Diemer F. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod* 2010; 36: 1187-90.
 43. Kim TS, Caruso JM, Christensen H, Torabinejad M. A comparison of cone-beam computed tomography and direct measurement in the examination of the mandibular canal and adjacent structures. *J Endod* 2010; 36: 1191-4.
 44. Blattner TC, George N, Lee CC, Kumar V, Yelton CD. Efficacy of cone-beam computed tomography as a modality to accurately identify the presence of second mesiobuccal canals in maxillary first and second molars: a pilot study. *J Endod* 2010; 36: 867-70.
 45. Simonton JD, Azevedo B, Schindler WG, Hargreaves KM. Age- and gender-related differences in the position of the inferior alveolar nerve by using cone beam computed tomography. *J Endod* 2009; 35: 944-9.
 46. Katakami K, Mishima A, Shiozaki K, Shimoda S, Hamada Y, Kobayashi K. Characteristics of accessory mental foramina observed on limited cone-beam computed tomography images. *J Endod* 2008; 34: 1441-5.
 47. Matherne RP, Angelopoulos C, Kulild JC, Tira D. Use of Cone-Beam Computed Tomography to Identify Root Canal Systems In Vitro. *J Endod* 2008; 34: 87-9.
 48. de Paula-Silva FW, Wu MK, Leonardo MR, da Silva LA, Wesselink PR. Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. *J Endod* 2009; 35: 1009-12.
 49. Soğur E, Gröndahl HG, Baksı BG, Mert A. Does a combination of two radiographs increase accuracy in detecting acid-induced periapical lesions and does it approach the accuracy of cone-beam computed tomography scanning? *J Endod* 2012; 38: 131-6.
 50. Rosenberg PA, Frisbie J, Lee J, Lee K, Frommer H, Kottal S, Phelan J, Lin L, Fisch G. Evaluation of pathologists (histopathology) and radiologists (cone beam computed tomography) differentiating radicular cysts from granulomas. *J Endod* 2010; 36: 423-8.
 51. Cotti E, Campisi G, Garau V, Puddu G. A new technique for the study of periapical bone lesions: ultrasound real time imaging. *Int Endod J* 2002; 35: 148-52.
 52. Cotti E, Campisi G, Ambu R, Dettori C. Ultrasound real-time imaging in the differential diagnosis of periapical lesions. *Int Endod J* 2003; 36: 556-63.
 53. Aggarwal V, Logani A, Shah N. The evaluation of computed tomography scans and ultrasounds

- in the differential diagnosis of periapical lesions. *J Endod* 2008; 34: 1312-5.
54. Simon JH, Enciso R, Malfaz JM, Roges R, Bailey-Perry M, Patel A. Differential diagnosis of large periapical lesions using cone-beam computed tomography measurements and biopsy. *J Endod* 2006; 32: 833-7.
55. Nakata K, Naitoh M, Izumi M, Inamoto K, Arijji E, Nakamura H. Effectiveness of dental computed tomography in diagnostic imaging of periradicular lesion of each root of a multirouted tooth: a case report. *J Endod* 2006; 32: 583-7.
56. Kaya S, Yavuz I, Uysal I, Akkuş Z. Measuring bone density in healing periapical lesions by using cone beam computed tomography: a clinical investigation. *J Endod* 2012; 38: 28-31.
57. Kececi A D, Kaya Üreyen B, Koçer G, Cina Aksoy M, Gündüz M, Çetin M, Üstün ED. Differential diagnosis and monitoring of periapical lesions using ultrasound and color power doppler or CT. 15th Biennial Congress of ESE. 2011; 14-17 September Rome-Italy: Oral presentation.
58. Nurbakhsh B, Friedman S, Kulkarni GV, Basrani B, Lam E. Resolution of maxillary sinus mucositis after endodontic treatment of maxillary teeth with apical periodontitis: a cone-beam computed tomography pilot study. *J Endod* 2011; 37: 1504-11.
59. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD. A new periapical index based on cone beam computed tomography. *J Endod* 2008; 34: 1325-31.
60. Bornstein MM, Wasmer J, Sendi P, Janner SF, Buser D, von Arx T. Characteristics and dimensions of the Schneiderian membrane and apical bone in maxillary molars referred for apical surgery: a comparative radiographic analysis using limited cone beam computed tomography. *J Endod* 2012; 38: 51-7.
61. Bornstein MM, Lauber R, Sendi P, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam computed tomography in mandibular molars for analysis of anatomical landmarks before apical surgery. *J Endod* 2011; 37: 151-7.
62. Low KM, Dula K, Bürgin W, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *J Endod* 2008; 34: 557-62.
63. Costa FF, Gaia BF, Umetsubo OS, Cavalcanti MG. Detection of horizontal root fracture with small-volume cone-beam computed tomography in the presence and absence of intracanal metallic post. *J Endod* 2011; 37: 1456-9.
64. Edlund M, Nair MK, Nair UP. Detection of vertical root fractures by using cone-beam computed tomography: a clinical study. *J Endod* 2011; 37: 768-72.
65. Özer SY. Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an in vitro model. *J Endod* 2011; 37: 75-9.
66. Orhan K, Aksoy U, Kalender A. Cone-beam computed tomographic evaluation of spontaneously healed root fracture. *J Endod* 2010; 36: 1584-7.
67. Ozer SY. Detection of vertical root fractures of different thicknesses in endodontically enlarged teeth by cone beam computed tomography versus digital radiography. *J Endod* 2010; 36: 1245-9.
68. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Comparison of five cone beam computed tomography systems for the detection of vertical root fractures. *J Endod* 2010; 36: 126-9.
69. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. *J Endod* 2009; 35: 719-22.
70. Janner SF, Jeger FB, Lussi A, Bornstein MM. Precision of endodontic working length measurements: a pilot investigation comparing cone-beam computed tomography scanning with standard measurement techniques. *J Endod* 2011; 37: 1046-51.
71. Liang YH, Li G, Wesselink PR, Wu MK. Endodontic outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomography scans. *J Endod* 2011; 37: 326-31.
72. Garcia de Paula-Silva FW, Hassan B, Bezerra da Silva LA, Leonardo MR, Wu MK. Outcome of root canal treatment in dogs determined by

periapical radiography and cone-beam computed tomography scans. *J Endod* 2009; 35: 723-6.

73. Bernardes RA, Rocha EA, Duarte MA, Vivan RR, de Moraes IG, Bramante AS, de Azevedo JR. Root canal area increase promoted by the EndoSequence and ProTaper systems: comparison by computed tomography. *J Endod* 2010; 36: 1179-82.
 74. Sanfelice CM, da Costa FB, Reis Só MV, Vier-Pelisser F, Souza Bier CA, Grecca FS. Effects of four instruments on coronal pre-enlargement by using cone beam computed tomography. *J Endod* 2010; 36: 858-61.
-

Yazışma Adresi:

Yrd. Doç. Dr. Bulem Üreyen KAYA
Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı 32260
Isparta Türkiye
Tel : +90 505 5007876, +90 246 2118779
E-posta: bureyen@hotmail.com