

**KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ'NİN ENDODONTİDE
UYGULAMA ALANLARI****APPLICATIONS OF CONE BEAM COMPUTERIZED TOMOGRAPHY
IN ENDODONTICS****Senem G. YİĞİT ÖZER¹****ÖZET**

Endodontide teşhis ve tedavi planlamasında radyografik incelemenin yapılması zorunludur. Bazen dişlerin anatomisi ve çevreleyen dokular gerçek problemi gizleyebilir ve incelenen görüntü tam olarak gerçeği yansıtmayabilir. İlgili bölgenin üç boyutlu olarak incelenebilmesi doğru teşhisin konulması için faydalı olacaktır. Bu makalede konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) taraması ile 3 boyutlu görüntülerin elde ediliş, bu görüntülerin endodonti alanında farklı uygulamalar ile kullanımı ve KIBT'nin geleneksel radyografik görüntüleme tekniğine karşı gösterdiği avantaj - dezavantajlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. KIBT uygulaması endodonti alanında süperpozisyonların önlenmesi, periapikal lezyonların erken dönemde teşhisi, internal ve eksternal kök rezorpsiyonlarının sınırlarının net olarak belirlenmesi ve kök perforasyonlarının tayinini mümkün kılarak vertikal kök kırıklarının doğru teşhisine de olanak sağlar.

Anahtar Kelimeler: Endodontik uygulama, konik ışınli bilgisayarlı tomografi

SUMMARY

Radiographic evaluation is mandatory in diagnosis and treatment planning in endodontics. The anatomy of teeth and surrounding structures may sometimes hinder the real problem and the interpretation of the image may not reflect the truth. Having the ability to examine the area of interest in 3 dimensions might be useful for diagnosis. This paper presents acquiring 3 dimensional images by cone beam computerized tomography scans, usage of images for varying applications in endodontics and the advantages-disadvantages of CBCT scan imaging compared with conventional radiographic imaging system. By using CBCT scans in endodontics, elimination of superpositions, detection of periapical lesions in early stages, determination the borders of internal, external root resorptions, detection of root perforations and accurate diagnosis of vertical root fractures is performed.

Key Words: Endodontic practice, cone beam computerized tomography

Makale Gönderiliş Tarihi : 10.11.2009

Yayına Kabul Tarihi : 12.01.2010

¹Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Yrd. Doç. Dr.

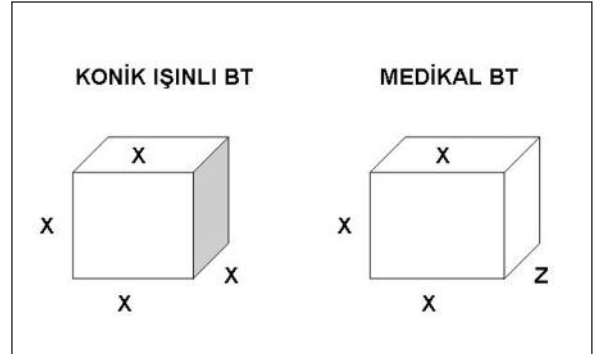
GİRİŞ

1900'li yılların başlarında intraoral radyografların kullanılması ile kök ve kemik morfolojileri dişhekimleri tarafından incelenebilir hale gelmiştir.⁶ Fiziksel özellikleri geliştirilen radyograflar, her alanda olduğu gibi, endodonti alanında da hala en sık kullanılan teşhis araçlarından birisidir.⁷ Geleneksel radyografi (GR) tekniği günümüzde her ne kadar yaygın olarak kullanılsa da gerçekte üç boyutlu olan kemik ve diş morfolojilerinin görüntüsel olarak iki boyuta indirgenmesi bazı problemlerin gözden kaçmasına ve yetersiz/yanlış teşhislerin yapılmasına sebep olmaktadır.^{8,10,13} Geleneksel görüntüleme sistemlerinde karşılaşılan yetersizlik, araştırmacıların üç boyutlu görüntüleme teknikleri üzerinde çalışmalar yapmalarını sağlamıştır.¹⁸

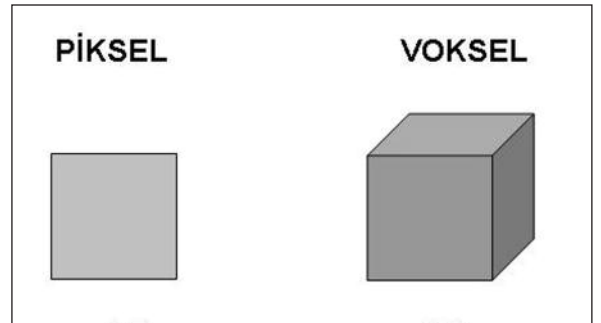
İlk medikal bilgisayarlı tomografi tarayıcı (BT) 1960'ların sonlarına doğru, Hounsfield (1972) tarafından tanıtılmıştır.⁴⁶ Bu sistemde yelpaze şeklinde dar aralıklı X-ışını hasta üzerinden aksial düzlemde geçirilip, veriler tek yönlü bir dedektör tarafından toplanmakta ve hastadan kesitler halinde alınan veriler daha sonra biraraya getirilerek görüntü oluşturulmaktaydı. Teknolojideki ilerleme ile daha sonra tek yönlü dedektör çoklu hale getirilerek tarama süresi kısaltıldı ve hastanın maruz kaldığı radyasyon miktarı azaltıldı.⁵⁰ Sistem ilk haline kıyasla her ne kadar küçültülmüş ve görüntü çözünürlüğü anlamlı derecede artırılmış olsa da ortaya çıkan görüntü kalitesi diş hekimliğinde kullanımı için uygun bulunmadı. Bunun üzerine, 90'lı yılların sonlarına doğru, birbirlerinden bağımsız çalışan İtalyan⁷ ve Japon araştırmacılar³¹ yeni bir tomografi tarayıcısı olan konik ışıklı bilgisayarlı tomografi cihazını (KIBT) geliştirdiler. Bu sistem, basitçe nesne etrafında 360° dönerek veri toplayan bir panoramik röntgene benzetilebilir. X-ışını konik şekilde yayılırken, görüntüyü oluşturan veriler silindirik bir nesneye dönüştürülür.^{12,56} Bu görüntü içinden uzaysal olarak üç farklı düzlemde, farklı kalınlıkta kesitler elde edilir. Bu teknik ile medikal BT'ye kıyasla daha az radyasyon ışıması ile^{28,52}, sınırlı alanda, yüksek çözünürlük ve iyi kalitede görüntüler elde edildiği bildirilmektedir.^{44,59} KIBT ile elde edilen aksial ve proksimal görüntüler GR ile elde edilemez. Doğru teşhisin gerçekleştirilebilmesi adına bu özellik

oldukça önemlidir.¹⁰ KIBT panoramik röntgene kıyasla 4-15 kat daha fazla radyasyon yayarken bu oran medikal BT'de panoramik röntgenin neredeyse 40 katıdır.^{15,16,27,28}

Resimsel bir görüntü milyonlarca pikselin biraraya gelmesi ile oluşur. Piksel iki boyutlu bir kavramdır ve bütün kenarları eşit uzunlukta olan bir kareden meydana gelmektedir, uzaysal olarak X ve Y koordinatları vardır (Resim 1). GR görüntüleri piksellerin biraraya gelmesi ile meydana gelir. BT'ler ile elde edilen görüntü ise voxel adını verdiğimiz, 3 boyutlu piksellerden oluşturulur, uzaysal olarak X, Y ve Z koordinatları vardır (Resim 1). KIBT'de kübün her kenarı eşit uzunlukta olmasına rağmen medikal BT'lerde farklı olarak Z kenarının uzunluğu varyasyon gösterir (Resim 2) ve bu nedenle çoklu düzlemlerin ölçümleri tam olarak gerçekleştirilemez.¹⁰ Buna bağlı olarak medikal BT'nin diş hekimliğinde kullanımı fayda sağlamaz. Ayrıca aksial düzlemde pekçok detay sağlamlarına rağmen yaydıkları yüksek derecede radyasyon ve uzun tarama süresi diş te-



Resim 1. Konik Işınlı BT ve Medikal BT arasındaki fark. KIBT'de bütün kenar uzunlukları eşit iken (X), Medikal BT'de farklı uzunlukta (Z) bir kenar bulunmaktadır.



Resim 2. Bütün kenarları eşit uzunlukta olan piksel iki boyutludur. Voksel pikselin üç boyutlu halidir.

davileri sırasında kullanılmalarını imkansız hale getirmiştir.^{12,43}

KIBT cihazlarının kullanılmaya başlanması ile artık dişler ve çeneler üç boyutlu olarak incelenebilmektedir. Bu teknolojinin gelişmesiyle KIBT cihazlarının endodonti alanında kullanımı da günden güne artmaktadır.^{17,19,20,23,29,30}

Diş hekimliği için geliştirilen bu cihaz ilk olarak 1998 yılında piyasaya sunulmuştur.³² New-Tom (Quantitative Radiology, İtalya) adıyla üretilmeye başlanan ilk cihazda tarama sırasında hasta yatar durumda pozisyonlandırılırken, tarama yeni geliştirilen sistemlerde daha pratik olarak kabul edilen oturma pozisyonunda gerçekleştirilmektedir. Günümüze kadar geçen sürede üretici firmaların ilgisi bu teknolojiye karşı artmıştır ve şu anda dünyada otuzun üzerinde KIBT üreticisi firma bulunmaktadır. Yeni üretilen KIBT modelleri ilk üretilen cihaz ile kıyaslandığında, görüntüleme özelliklerinin geliştirildiği bildirilmiştir.^{17,19,20,23} Türkiye’de diş hekimliği fakültelerinde ilk makine 2008 yılında kullanılmaya başlanmıştır. KIBT, günümüz itibarı ile 5 fakültede aktif olarak kullanılmakta olup, diğer fakültelerde de bu cihazların satın alınması için girişimler yapılmıştır. Tüm dünyada olduğu üzere Türkiye’de de KIBT cihazlarına karşı olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır.

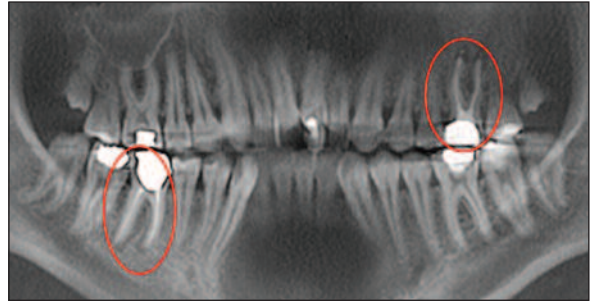
Endodontik tedaviler sırasında kanal morfolojileri ve çevre dokular ile olan komşuluklarının üç boyutlu olarak incelenmesi, bu yapılara ait patolojilerin detaylı olarak belirlenmeleri oldukça önemlidir. Sağlayacağı görsel avantajlar göz önünde bulundurulduğunda KIBT’nin endodonti alanında yoğun olarak kullanılması gereken bir teşhis aracı olduğu çeşitli çalışmalarda rapor edilmiştir.^{23,29,30,33}

Bu derlemenin amacı KIBT’nin endodontide muhtemel kullanım sahalarını örnekler ile açıklamaktır.

Süperpozisyon

İntraoral radyograflar elde edilirken bazı anatomik yapıların görüntüsü izdüşümsel olarak diğerlerinin üzerine yansımakta, hedef alınan gerçek nesne görüntüsünün gizlenmesine neden olmakta ve kök kanal morfolojilerinin tam olarak izlenememesi ile sonuçlanmaktadır.³⁵ Bu durum en çok üst arka grup dişlerin görüntülenmesi sırasında karşımıza çıkar ve

zygomatik arkla olan süperpozisyonlar görüntü netliğini bozarak teşhisi neredeyse imkansız hale getirir (Resim 3). Hedef bölgenin incelenmesi amacı ile, farklı açılardan birden fazla radyograf alınması gerekebilir. KIBT’nin kullanımı tek seferde tarama yaparak, hedef bölgenin her üç boyutta (frontal, sagittal ve aksial düzlemler) görüntülerinin elde edilmesini sağlamaktadır. Çevre dokuların süperpozisyonunun azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılabilmesi KIBT’yi geleneksel periapikal radyografiye kıyasla üstün kılmaktadır.²⁶ Resim 4’de aynı hastadan alınan KIBT görüntüsünde üst ve alt büyük azı dişlerdeki kanal tedavilerini ve köklerin pozisyonlarını net olarak izlemekteyiz. Frontal düzlemde alınan görüntü kanal morfolojisi ve sayıları hakkında bilgi vermekte ve kanal dolgusunun kalitesini herhangi bir süperpozisyon olmaksızın göstermektedir. Ne yazık ki GR’de hekim iki boyutlu görüntü ile üç boyutlu tedavi kararını vermek durumundadır. KIBT ile kortikal kemik ve çevre dokular net olarak ekarte edilebilmektedir.^{26,49} Murmula ve arkadaşlarının³² yaptığı çalışmada KIBT görüntülerinde geometrik olarak doğru



Resim 3. Alt ve üst büyük azı dişlerde kök kanal tedavisi uygulanmış hastanın panoramik film görüntüsü. Her diş üzerinde iki adet kanalın doldurulduğu izlenmektedir.

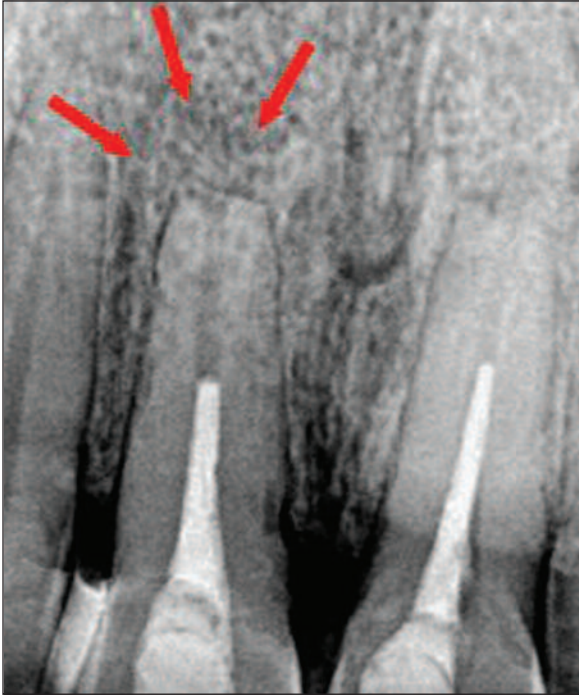


Resim 4. Aynı hastadan KIBT ile frontal düzlemde alınan görüntü ile üst ve alt büyük azı dişlerdeki kanal dolgularının sayısı, köklerin birbirleri ile olan ilişkisi ve kanal dolgularının kalitesi net olarak izlenmektedir.

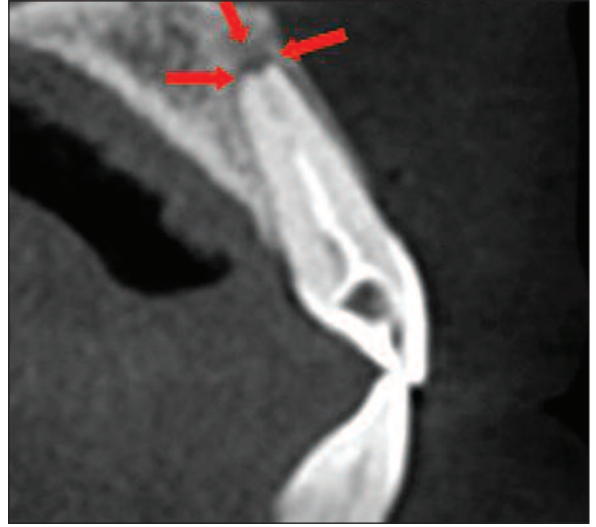
görüntüler elde edildiği, konvansiyonel ve dijital radyograflarda oluşan distorsiyon ve süperpozisyonların ortaya çıkmadığı bildirilmiştir.

Periapikal hastalıklar ve lezyonlar

Periapikal radyograflarda lezyonlar kolaylıkla izlenebilir ama radyolüsensinin oluşması için kemikteki yıkımın ilerlemiş olması gerekmektedir. Oysa periapikal hastalıkların henüz başlangıç aşamasındayken, yani kemik yıkımının radyolojik olarak henüz belirgin olmadığı durumlarda bile KIBT'ler ile teşhis edilebildiği bildirilmiştir.^{37,39} Resim 5'te sağ üst keser dişler bölgesinde künt bir ağrıdan şikayet eden hastadan alınmış periapikal radyografide yetersiz kanal dolgusu ile tamamlanmış kanal tedavileri izlenmektedir ve periapikalde periodontal ligamentte aralanma olduğu tespit edilmiştir. KIBT taraması sonucunda ise sağ üst santral dişin periapikalinde 2X2 mm büyüklüğünde radyolüsent alan varlığı gözlenmiştir (Resim 6). Şüphesiz kök kanal tedavisinin mevcut patoloji ilerlemeden yenilenmesi ve muhtemel kemik yıkımının önlenmesi tedavi prognozunu olumlu yönde etkileyecektir.³⁸



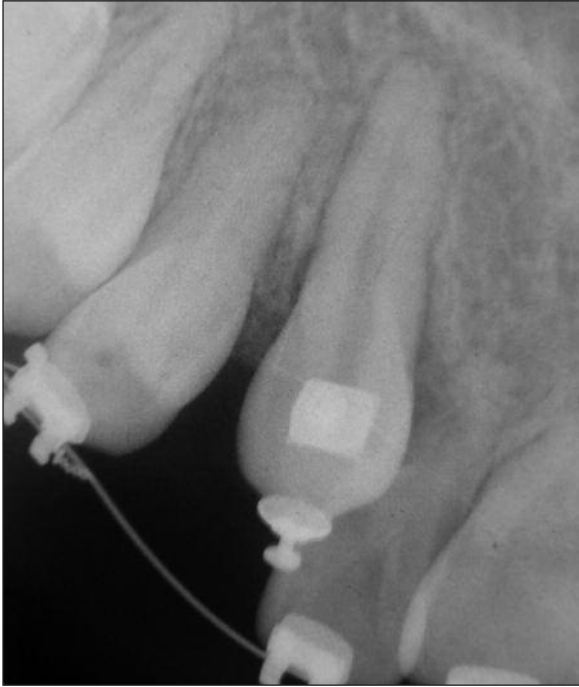
Resim 5. Intra oral radyograf üzerinde yetersiz kanal dolgusu ile tamamlanmış dişlerin görüntüsü izlenmektedir. Periodontal ligament aralığı artmış olduğunu görmekteyiz, periapikal bölgede anlamlı bir radyolüsensiyon gözlenmemektedir.



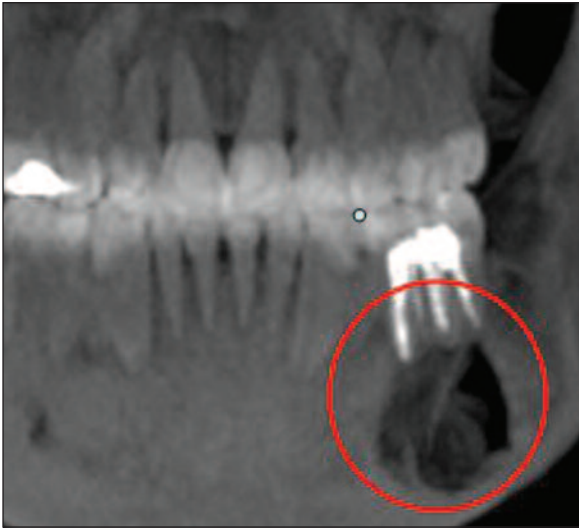
Resim 6. Aynı hastanın KIBT ile sagittal düzlemde görüntüsü incelendiğinde sağ üst ön kesici dişin apikal bölgesinde belirgin derecede radyolüsent alan varlığı tespit edilmiştir.

Kemik yıkımının ilerlediği durumlarda periapikal lezyonlar intraoral radyograflarda kolaylıkla ve doğrulukla teşhis edilebilmektedir⁴⁰ fakat var olan kemik yıkımlarının kemik korteksinden dışarı çıkıp çıkmadığının değerlendirilmesi için ancak yumuşak dokuda perforasyon olması gereklidir. Oysa KIBT cihazlarıyla alınan görüntülerde lezyonun kemikte yaptığı perforasyonlar kolaylıkla izlenebilmektedir.¹³ Resim 7'deki rekonstrüktif KIBT görüntüsünde kemiğin defekt tarafından perforasyon edildiği görülmektedir. Resim 8 aynı hastanın KIBT ile frontal düzlemde alınan görüntüsüdür ve hacmen oldukça geniş bir radyolüsent alan varlığı izlenmektedir.

İntraoral radyografların farklı açılar kullanılarak alınması sonucunda radyolüsensiyon boyutlarında farklılıklar oluşabileceği bildirilirken,^{19,20,35} KIBT'lerin gerçek boyutları birebir yansıttığı,^{19,29,35} bu görüntülerin üzerinde ölçümler yapılabildiği ve bu sayede lezyon iyileşme takibinin doğrulukla gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir.^{38,40} KIBT'lerle alınan görüntülerde hacim ölçülebilmesi lezyon takipleri açısından iki boyutlu radyograflara göre üstünlük göstermektedir be nedenle Wu ve arkadaşları⁵⁷ periapikal lezyonlarının takibinin KIBT'lerle izlenmesi gerekliliğini vurgulamışlardır. Büyük periapikal radyolüsensiyonların varlığında kist ve granülomanın ayrıcı tanısının yapılması, endodontik cerrahiye gereksinim olup olmadığının kararının verilebilmesi için önem-



Resim 7. Kemikte perforasyon yarattığından şüphelenilen lezyon KIBT ile incelenmiş ve oluşturulan rekonstrüktif görüntüde (sol alt dikdörtgen çerçeve) kemik perforasyonu olduğu izlenmiştir.



Resim 8. Kemik perforasyonundan şüphelenilen hastanın KIBT ile elde edilen frontal düzlem görüntüsüdür. Alt çenenin sol alt bölümündeki geniş radyolucent bölgeye dikkat ediniz.

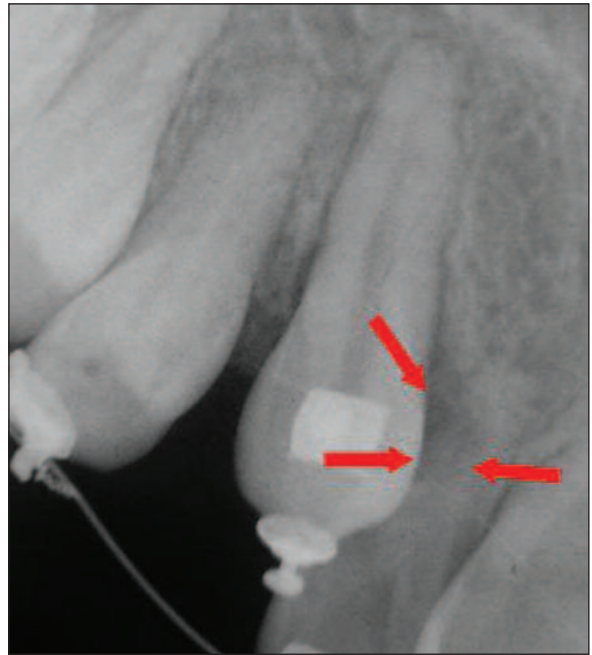
lidir. Simon ve arkadaşlarının⁴⁷ yaptığı çalışmada KIBT görüntüleri üzerinde yapılan Hounsfield (gri renk) ölçümleri sonucunda biopsiye oranla daha güvenilir sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir. Çalışmanın sonuçları oldukça önemlidir, çünkü teşhisin

radyolojik olarak yapılabilmesi cerrahi girişimi gereksiz kılacaktır. Kortikal kemikte az veya hiç erozyon yapmamış ve spongios kemikle sınırlı kalmış lezyonların GR ile teşhisi oldukça zordur.^{3,4,25} Lofthag-Hansen ve arkadaşları²⁶ in vivo GR ve KIBT görüntülerini karşılaştırarak lezyon tayinleri yapmışlar ve KIBT ile daha fazla sayıda patoloji tespiti ettiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca KIBT’de GR’de izlenemeyen % 70 oranında daha fazla oluşum izlediklerini de rapor etmişlerdir. Stavropoulos ve arkadaşları⁴⁹ da in vitro olarak oluşturulan kemik defektlerini KIBT ve GR ile görüntüleyerek KIBT taramalarının daha doğru teşhisler ve yüksek hassasiyette sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir. KIBT ile sağlanan ek bilgi ile hekimin GR’de saptayamadığı lezyonları belirleyebildiğini bildirilmektedir.^{26,34,49}

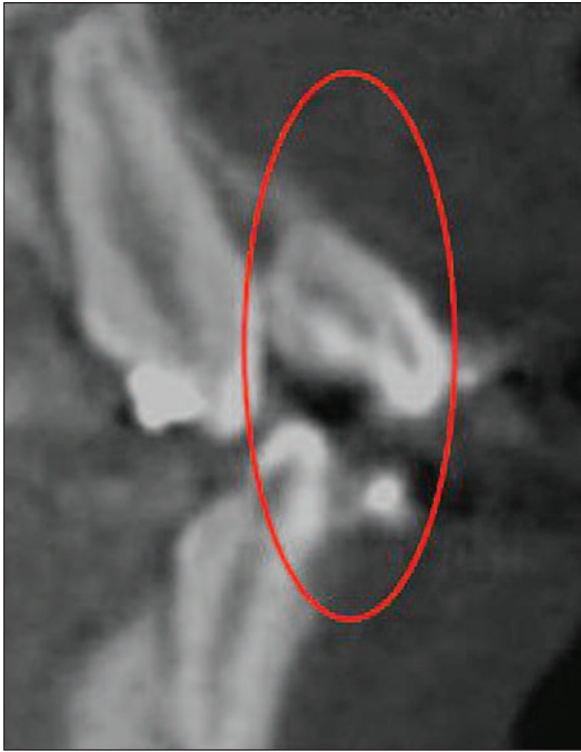
Soğur ve arkadaşları⁴⁸ in vitro olarak kemik içinde periapikal lezyonlar hazırlayarak görüntüleri KIBT, GR ve DR (dijital röntgen) kullanarak karşılaştırmalı olarak incelemişler ve teşhis için en doğru sonuçları KIBT ile elde ettiklerini bildirmişlerdir.

İnternal ve Eksternal Rezorpsiyon

İnternal ve eksternal rezorpsiyon endodontik tedavide kanal dolgusunun kalitesi üzerine etki ederek kanal tedavisinin başarısını etkileyen faktörler ara-



Resim 9. Eksternal kök rezorpsiyonundan şüphelenilen hastanın sağ üst yan kesici dişine ait periapikal radyografisi izlenmektedir.



Resim 10. Aynı hastadan KIBT ile sagittal düzlemde elde edilen görüntü. Sol üst yan kesici dişin deformasyonu fark edilmektedir.

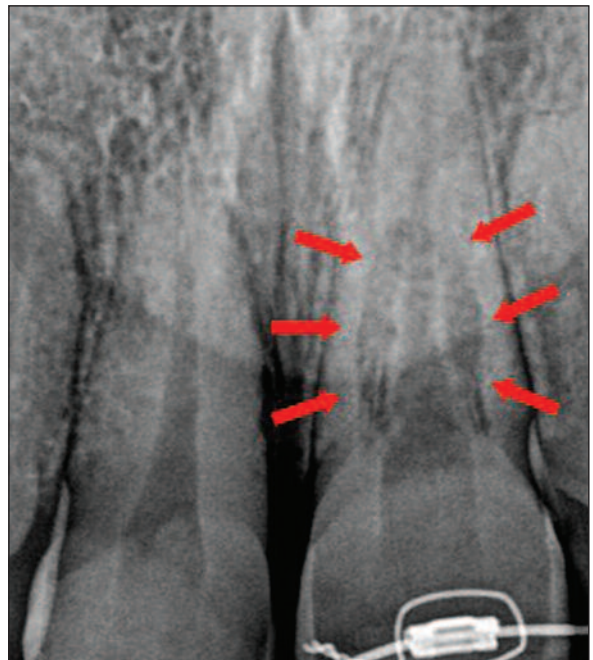


Resim 11. Aynı hastadan KIBT ile sagittal düzlemde elde edilen görüntü. Sol üst yan kesici dişin deformasyonu fark edilmektedir.

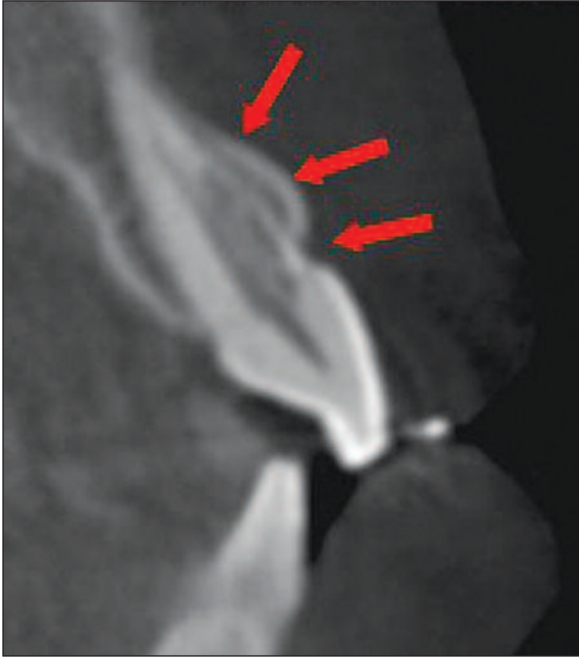
sında yer almaktadır.⁴¹ Resim 9’de ortodontik tedavi gören bir hastanın sağ üst yan kesici dişinde sürekli ağrı şikayeti üzerine teşhis için alınan periapikal radyografiyi izlemekteyiz. Kök morfolojisini daha net bir resimde izlememiz gerektiği için hastadan KIBT görüntüsü alınmış (Resim 10) ve eksternal rezorpsiyon varlığı tespit edilmiştir. Resim 11’de dişin çekimini takiben alınan fotoğraf izlenmektedir. Kök rezorpsiyonunun gerçek görüntüsü ve hatları KIBT görüntüsüyle birebir uyuşmaktadır.

Benzer şekilde, ortodontik tedavi gören bir hastada, rutin radyografik kontroller sırasında, sol üst ön keser dişinde simetriğine göre bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Diş üzerinde çift yönlü simetrik radyolüsent hatlar izlenmektedir (Resim 12). KIBT ile sagittal düzlemde alınan görüntü ile (Resim 13) internal rezorpsiyon teşhisi konulmuştur. Rezorpsiyon bölgesi kökün bukkal yüzeyini neredeyse tamamen kaplamaktadır.

Gartner ve arkadaşlarının¹⁴ internal ve eksternal rezorpsiyonu inceledikleri araştırmalarında, açılardırma yapmaksızın alınan radyografların teşhis



Resim 12. Rutin radyografik kontrollerde elde edilen, sol üst santral dişe ait periapikal film. Diş üzerinde çift yönlü simetrik radyolüsent hatlar izlenmektedir.



Resim 13. KIBT ile sagittal düzlemde alınan görüntü, ilgili dişte internal rezorpsiyon varlığını doğrulamaktadır.

için bazı yararlı bilgiler sağladığı bildirilmiştir. Ne yazık ki GR ile tam ve doğru bir teşhis yapmak mümkün değildir. Genellikle GR ile rezorpsiyonun gerçek sınırları, konumu ve derecesi saptanamaz. Oysa KIBT'nin rezorpsiyon alanının gerçek sınırlarını doğru olarak gösterebildiği Cohenca ve arkadaşları⁸ tarafından da bildirilmiştir.

Kök perforasyonları

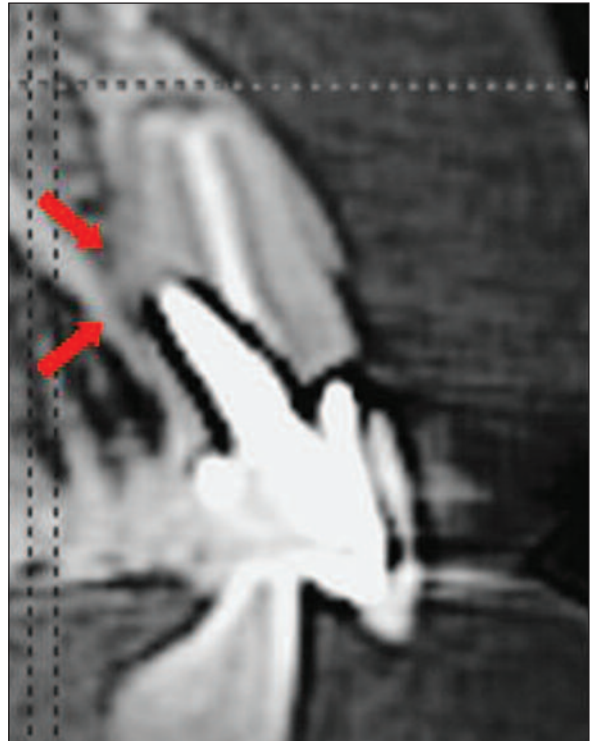
İntraoral radyograflar üç boyutlu anatomik yapıları görüntüsel olarak iki boyuta indirmediği için diştten alınan radyograflarda mezial yada distal yönlü perforasyonlar rahatlıkla gözlenmesine rağmen bukkal veya lingual yüzeyde buluna perforasyonlar tanımlanamayabilir. Resim 14'de kanal tedavisini takiben post uygulaması sırasında gerçekleştirilen bir kök perforasyonu ve KIBT görüntüsü izlenmektedir.

Vertikal kök kırıkları (VKK)

VKK endodontik tedavi görmüş dişlerin prognozunu olumsuz yönde etkileyen problemlerin en ciddisidir. Kırık hattı kök boyunca ve uzunlamasına doğru periodontal ligamente kadar ilerler, kırık fragmanlar arasındaki yumuşak doku miktarı artar ve kök parçaları birbirlerinden ayrılır. Erken dönemde, frag-

manlar henüz tam olarak birbirinden ayrılmadığı için VKK'nın klinik ve radyolojik teşhisi zordur. Radyograf üzerinde izlenen radyolüsent hat artefakt, yetersiz doldurulmuş bir kök kanalı, diğer köklerin kemiksel izdüşümü veya farklı bir radyolojik görüntüden ekarte edilemeyebilir.^{42,47} VKK tespitinde radyograflar bir anlamda yardımcı olsalar da kesin tanının belirlenmesinde tam olarak etkin değildirlir. KIBT taramalarının VKK'larını GR'ye kıyasla daha doğru olarak belirlediği saptanmıştır.^{5,19-21,51,53,54}

Hannig ve arkadaşlarının¹⁹ gerçekleştirdiği in vivo araştırmada, dişlerinde ağrı, periodontal cep ve fistülizasyon problemi tanısı ile vertikal kök kırığı şüphesi taşıyan beş hastada KIBT taraması yapılmış ve dişler daha sonra çekilmiştir. Sonuçlar KIBT taramasının VKK'nı ve dişte bulunan diğer çatlakları başarılı bir şekilde saptayabildiğini bildirmektedir. Bernardes ve arkadaşları⁵ tarafından bildirilen farklı bir in vivo çalışmada ise VKK şüphesi taşıyan dişler hem KIBT hem de GR ile görüntülenmiş ve KIBT'nin GR'ye göre daha güvenilir sonuçlar ortaya çıkarttığı bildirilmiştir.



Resim 14. Kanal tedavisini takiben post uygulaması sırasında gerçekleştirilen bir kök perforasyonu ve KIBT ile elde edilen sagittal düzlemdeki görüntü izlenmektedir.



Resim 15. Ağrı şikayeti olan hastadan alınan sol üst kanin dişe ait periapikal radyograf. Kanal dolgusu yeterli olarak kabul edilmiş ve çevre dokularda da radyolojik olarak herhangi bir patolojiye rastlanmamıştır.

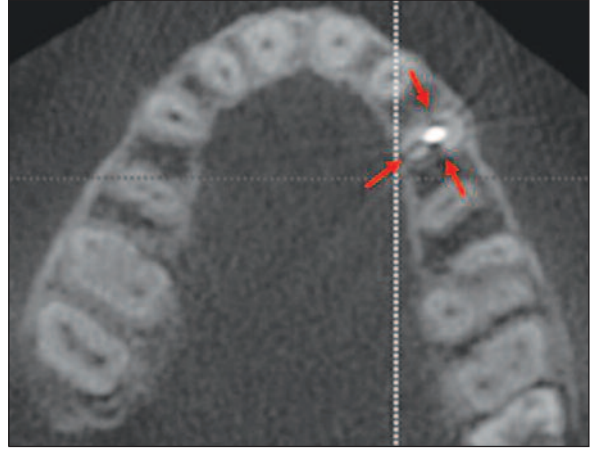
Hassan ve arkadaşları²⁰ tarafından gerçekleştirilen in vitro çalışmada ise kanal dolgusu tamamlanmış ve VKK oluşturulmuş dişler KIBT ve GR’de karşılaştırılmalı olarak incelenmiş, KIBT’nin VKK’nı saptamada GR’ye karşı daha başarılı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca sonuçlar kök kanal dolgusunun VKK teşhisinin doğruluğunu etkilemediğini göstermektedir. Yine aynı araştırmacı grubu²¹ beş farklı KIBT cihazı kullanarak VKK’nın saptamasını incelemiş ve kök kırığının en doğru şekilde aksial düzlem incelemeleri ile saptanabildiğini bildirmişlerdir.

Resim 15’te kanal tedavisini takiben sürekli ağrı şikayeti olan bir hastadan alınan periapikal radyograf görülmekte ve patolojik olarak herhangi bir bulgu saptanmamaktadır. KIBT görüntüsü alındığında aksial kesitte VKK varlığını işaret eden kırık fragmanlar izlenmektedir (Resim 16). Frontal düzlem görüntülerinde, kırık fragmanların, uzunlamasına ve her iki yönden radyolüsent hat olarak kanal dolgusuna paralel yönde uzandıkları izlenmektedir (Resim 17).

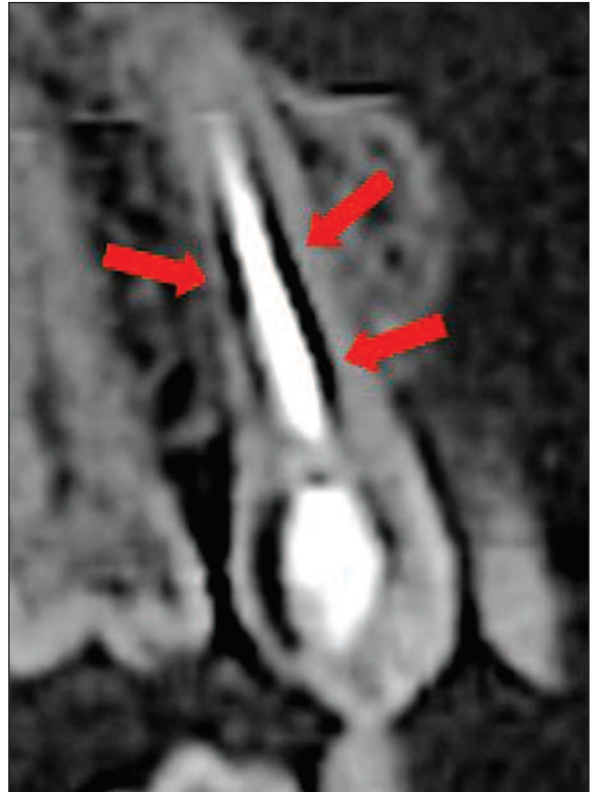
Kök kanal morfolojileri

Matherne ve arkadaşlarının²⁹ gerçekleştirdikleri çalışmada 72 adet çekilmiş diştan paralel teknik kul-

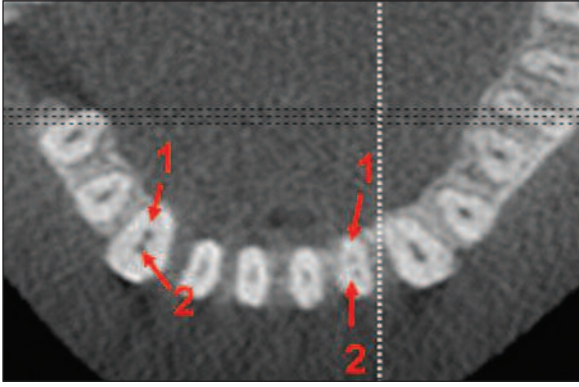
lanılarak periapikal radyograflar alınmış ve bunlar KIBT ile alınan görüntülerle karşılaştırılmıştır. Periapikal radyograflarla yapılan incelemede en az bir kök kanalının % 40 dişte tespit edilemediği bildirilmiştir.



Resim 16. KIBT ile aksial düzlemde alınan görüntü sol üst kanin dişin her seviyede 3 farklı parçaya ayrıldığını göstermekte ve vertikal kırık tanısını keskinleştirmektedir.



Resim 17. Kırık hattının, kanal dolgusu boyunca, uzunlamasına, apikale kadar ilerlemiş olduğunu KIBT ile sagittal düzlemde alınan görüntü ile izlemektediriz.



Resim 18. Aksial yönde, orta üçlü kök bölgesinden alınan KIBT görüntüsünde sol alt yan kesici ve sağ alt kanin dişlerde 2. kanalın varlığı tespit edilmiştir.

Günümüz endodontisinde, mevcut kanal sistemlerinde her zaman var olan kanal sayısının daha fazlasını aramamız artık bir gereklilik haline gelmiştir.

Cotton ve arkadaşlarının¹⁰ KIBT'nin endodontide kullanımı ile ilgili bildirdikleri olgu sunumunda, kanal tedavisine rağmen ağrı şikayeti mevcut olan hastanın durumu ele alınmıştır. GR ile yapılan incelemede herhangi bir patolojiye rastlanmaz iken KIBT taraması dişte daha önce saptanmamış ve doldurulmamış bir kanal varlığını göstermiştir.

Resim 18'de aksial yönde alınan KIBT görüntüsünde sol alt yan kesici ve sağ alt kanin dişlerde 2. kanalın varlığı izlenmektedir.

Mevcut dijital görüntüleme sistemlerinde karşılaşılan en büyük sorun teşhisi zorlaştıran görüntü kirliliğidir (GK). GK quantum kiri (quantum noise) ve sistem kirliliğinin (system noise) birleşimi ile meydana gelir. X-ışını demetinin fluktasyonu quantum kirliliğinin oluşmasına neden olur. Sistem kiri ise sinyal verici ve analog-dijital dönüştürücünün uyumsuzluğu nedeniyle ortaya çıkar. Görüntü kirliliği küçük boyutlu yapıların tanımlanabilirliğini azaltır. Dijital sistemlerde uygulanan radyasyon dozu arttırıldıkça görüntü kirliliğinin azaldığı bildirilmiştir.^{2,24} KIBT yüksek kontrasta sahip doku ve kemik incelemelerinde iyi sonuçlar vermektedir.^{50,59} Kullanılan tekniğin yazılım algoritmelerinin geliştirilmesi ile GK'nin azaltılması ve kontrastın arttırılması amaçlanmaktadır.

Maksillo fasial bölge görüntülenmesinde KIBT kullanımının geleneksel BT'ye göre avantajları şunlardır:

-Taranan bölgenin alanı küçüldükçe uygulanan radyasyon dozu azalır.

-0.125 mm'ye kadar ince kesitler alma imkanı sunarak görüntüde detayların izlenmesine olanak verir.

-Tarama süresi kısadır (10-70 saniye). Hastanın hareket etmesi nedeniyle gelişen artefakt riski de buna bağlı olarak azalmıştır.

-Panoramik radyografların 4-15 katı kadar radyasyon yayar.^{9,11,15,22,27,36,45,55} Medikal BT'ye göre bu oran % 98 daha azdır.^{9,27}

-Elde edilen tarama sonuçları herhangi bir ek donanım gerektirmeksizin, kişisel bilgisayarlarda kolayca değerlendirilebilir.

-Artefakt oluşumu üretici firmaların algoritm baskılayıcı kullanması ile azaltılmıştır.⁹

KIBT'nin GR'ye kıyasla dezavantajı artefakt oluşumuna daha yatkın olmalarıdır çünkü KIBT birbirinden bağımsız milyonlarca dedektör ölçümünün bir araya gelmesi esasına göre çalışır.² Muhtemel artefakt tipleri şunlardır:

a.Streaking (Yol yol damarlanma, ışınsal yönde parlama): X-ışını farklı enerjilere sahip fotonların birleşmesi ile oluşur. Işın bir nesnenin içinden geçerken sertleşir (hardening), düşük enerjili fotonlar yüksek enerjili fotonlardan daha hızlı absorbe edildikleri için ışının enerjisi artar. Bu nedenle, farklı yoğunluktaki nesnelere arasında koyu renkli bantlar veya ışınsal parlamalar meydana gelir.

b.Shading (Gölgelenme): Ölçümler sırasında meydana gelen normalden sapmalar (deviasyonlar) nedeniyle oluşmaktadır.

c.Rings (Dairesel görünümlü yanılsamalar): Dedektörün kalibrasyonunda meydana gelen hatalar nesne üzerinde, dairesel zahiri görüntüler meydana getirir.

d.Distorsiyon: Çok sayıda görüntü helikal rekonstrüksiyon ile bir araya getirilirken açığa çıkmaktadır.

Bunların dışında en önemli artefakt nedeni hastaya bağlı olan 'metal materyallerin' varlığı ve hastanın tarama sırasında hareket edişidir. Tarama alanındaki metal objeler ciddi streaking artefaktına neden olur. Metalin yoğunluğu bilgisayar tarafından

değerlendirilemeyecek kadar büyüktür ve yetersiz veri iletimi ile sonuçlanır. Bunu önlemek için, tarama sırasında hareketli protezler gibi çıkartılabilen restorasyonlar hasta ağzından uzaklaştırılmalıdır. Tarama sırasında hasta pozisyonunun koruması ve optimum tarama parametrelerinin kullanılması ile pekçok görüntü artefaktının önlenebileceği bildirilmiştir.²

KIBT cihazları kullanılırken unutulmaması gereken en önemli nokta bu cihazlarının radyasyon ışınması ile çalıştığıdır. Hastalara verilecek olan radyasyon dozu, görüntü kalitesinden taviz vermeden, mümkün olduğunca düşük dozda tutulmalıdır. KIBT taraması yapılırken hastanın edineceği yarar zarar oranının dikkatlice değerlendirilmesi esastır.⁵⁸

Endodontik değerlendirme sırasında geleneksel radyografiler yetersiz kaldığında bölgenin üç boyutlu olarak taranması gerekir. Bu gibi durumlarda intraoral radyografinin tüm sınırlamalarını ortadan kaldıran KIBT görüntüleme tekniğinin kullanılması, kompleks endodontik problemlerin doğru olarak saptanmasına yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol* 28: 245-248, 1999.
2. Barrett JF, Keat N. Artifacts in CT: Recognition and Avoidance. *RadioGraphics* 24: 1679-1691, 2004.
3. Bender IB. Factors influencing the radiographic appearance of bone lesions. *J Endod* 8: 161-170, 1982.
4. Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone: II. *J Am Dent Assoc* 62: 708-716, 1961.
5. Bernardes RA, de Moraes IG, Duarte MAH, Azevedo BC, de Azevedo JR, Bramante CM. Use of cone-beam volumetric tomography in the diagnosis of root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 108: 270-277, 2009.
6. Brooks SL. CBCT dosimetry: Orthodontic considerations. *Semin Orthod* 15: 14-18, 2009.
7. Buchanan RS. Giriş prosedürleri. *Roots Endodontics* 4: 28-35, 2008.
8. Cohenca N, Simon JH, Roges R, Morag Y, Malfaz JM. Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 1: Traumatic injuries. *Dent Traumatol* 23: 95-104, 2007.
9. Cohnen M, Kemper J, Mobes O, Pawelzik J, Modder U. Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol* 12: 634-637, 2002.
10. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod* 33: 1121-1132, 2007.
11. Danforth RA, Clark DE. Effective dose from radiation absorbed during a panoramic examination with a new generation machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 89: 236-243, 2000.
12. Danforth RA, Dus I, Mah J. 3-D volume imaging for dentistry: a new dimension. *J Calif Dent Assoc* 31: 817-823, 2003.
13. Exadaktylos AK, Sclabas GM, Smolka K, Rahal A, Andreas RH, Iizuka T. The value of computed tomographic scanning in the diagnosis and management of orbital fractures associated with head trauma: a prospective study at a level 1 trauma center. *J Trauma* 58: 336-441, 2005.
14. Gartner AH, Mack T, Somerlott RG, Walsh LC. Differential diagnosis of internal and external root resorption. *J Endod* 2: 329-334, 1976.
15. 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* 90: 538-545, 2000.
16. Gijbels F, Jacobs R, Bogaerts R, Debaveye D, Verlinden S, Sanderink G. Dosimetry of digital panoramic imaging. Part I: patient exposure. *Dentomaxillofac Radiol* 34: 145-149, 2005.
17. Grimard BA, Hoidal MJ, Mills MP, Mellonig JT, Nummikoski PV, Mealey BL. Comparison of clinical, periapical radiograph, and cone-beam volume tomography measurement techniques for assessing bone level changes following regenerative periodontal therapy. *J Periodontol* 80: 48-55, 2009.
18. Gröndahl H-G, Huuononen S. Radiographic manifestations of periapical inflammatory lesions. *Endod Topics* 8: 55-67, 2004.
19. Hannig C, Dullin C, Hülsmann M. Three-dimensional, non-destructive visualization of vertical root fractures using flat panel volume detector computer tomography: an ex vivo in vitro case report. *Int Endod J* 38: 904-913, 2005.
20. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, Stelt P, Wesselink R. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. *J Endod* 35: 719-722, 2009.
21. 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* 36: 126-129, 2010.
22. Heiland M, Schulze D, Rother U, Schmelzle R. Postoperative imaging of zygomaticomaxillary complex fractures using digital volume tomography. *J OralMaxillofac Surg* 62: 1387-1391, 2004.
23. Heithersay GS. Clinical endodontic and surgical management of tooth and associated bone resorption. *Int Endod J* 18: 72-92, 1985.
24. Kamm KF. Das digitale Röntgenbild: stand und ausblick aus physikalisch-technischer sicht. Berlin: Digitale bildgebung in der diagnostischen radiologie 1996, 65-67.
25. Lee S-J, Messer HH. Radiographic appearance of artificially prepared periapical lesions confined to cancellous bone. *Int Endod J* 19: 64-72, 1986.
26. Lofthag-Hansen S, Huuononen 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* 103: 114-119, 2007.

27. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol* 32: 229–234, 2003.
28. 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* 96: 508–513, 2003.
29. Matherne RP, Angelopoulos C, Kulilid JC, Tira D. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *J Endod* 104: 551-559, 2008.
30. Mora MA, Mol A, Tyndall DA. In vitro assessment of local computed tomography for the detection of longitudinal tooth fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 103: 825–917, 2007.
31. 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* 8: 1558–1564, 1998.
32. Murmula R, Wörtche R, Mühling J, Hassfeld S. Geometric accuracy of the New Tom 9000 Cone Beam CT. *Dentomaxill Radiol* 34:28-31, 2005.
33. Nair MK, Nair UP. Digital and advanced imaging in endodontics. *J Endod* 33:1-6, 2007.
34. 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 multirrooted tooth: a case report. *J Endod* 32: 583–587, 2006.
35. Nance R, Tyndall D, Levin LG, Trope M. Identification of root canals in molars by tuned-aperture computed tomography. *Int Endod J* 33: 392-396, 2000.
36. Ngan DC, Kharbanda OP, Geenty JP, Darendeliler MA. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *Aust Orthod J* 19: 67–75, 2003.
37. Patel S, Dawood A, Mannocci F, Wilson R, Pitt Ford T. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. *Int Endod J* 42: 507-515, 2009.
38. Patel S, Dawood A, Pitt Ford T, Whaites E. The potentiel applications of cone beam compured tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J* 40: 813-830, 2007.
39. Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. New dimensions in endodontic imaging: Part 1. conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J* 42: 447-462, 2009.
40. Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J* 42: 463-475, 2009.
41. Raper HR. Notes on early history of radioodontia. *Oral Surg* 6: 70-81,1953.
42. Rivera E, Walton R. Longitudinal tooth fractures: findings that contribute to complex endodontic diagnoses. *Endod Topics* 16: 82–111, 2009.
43. Scarfe WC. Imaging of maxillofacial trauma: evolutions and emerging revolutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 100: 75–96, 2005.
44. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 72: 75– 80, 2006.
45. 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* 33: 83–86, 2004.
46. Selekler K. Röntgen tekniği'nde devrim yapan G. N. Hounsfield- 'in ardından. *Türk Nöroşirürji Dergisi* 16: 194-196, 2006.
47. Simon JHS, Enciso R, Malfaz J-M, Roges R, Bailey-Perry M, Patel A. Differential diagnosis of large periapical lesions using cone-beam computed tomography measurements and biopsy. *J Endod* 32: 833-837, 2006.
48. Sogur E, Baksi BG, Grondahl 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* 40: 179–185, 2007.
49. Stavropoulos A, Wenzel A. Accuracy of cone beam dental CT, intraoral digital and conventional film radiography for the detection of periapical lesions: an ex vivo study in pig jaws. *Clin Oral Investig* 11: 101– 106, 2007.
50. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orth Craniofac Res* 6: 31–36, 2003.
51. Tamse A, Kaffe I, Lustig J, Ganor Y, Fuss Z. Radiographic features of vertically fractured endodontically treated mesial roots of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 101: 797–802, 2006.
52. Tsiklakis K, Donta C, Gavala S, Karayianni K, Kamenopoulou V, Hourdakakis CJ. Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT. *Eur J Radiol* 56: 413–417, 2005.
53. Velvart P, Hecker H, Tillinger G. Detection of the apical lesion and the mandibular canal in conventional radiography and computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Path and Endod* 92: 682-688, 2001.
54. Walker RT, Brown JE. Radiography Chap 4 In: Stock C, Walker R, Gulabivala K. *Endodontics* 3rd ed. Philadelphia, PA, USA, Mosby, 2005, 77-92
55. White SC. Assessment of radiation risk from dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 21: 118–126, 1992.
56. Winter AA, Pollack AS, Frommer HH, Koenig L. Cone beam volumetric tomography vs medical CT scanners. *N Y State Dent J* 71: 28 –33, 2005.
57. Wu MK, Shemesh H, Wesselink PR. Limitations of previously published systematic reviews evaluating the outcome of endodontic treatment. *Int Endod J* 42: 656-666, 2009.
58. Young GR. Contemporary management of lateral root perforation diagnosed with the aid of dental computed tomography. *Aust Endod J* 33: 112-118, 2007.
59. Ziegler CM, Woertche R, Brief J, Hassfeld S. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 31: 126 –130, 2002.

Yazışma Adresi

Yrd.Doç.Dr. Senem G. YİĞİT ÖZER
Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Diyarbakır
e-posta: senemygt@hotmail.com

boş