



**Dijital Radyografi ve Diş hekimliğinde
İleri Görüntüleme Yöntemleri**
Digital Radiography and Advanced Imaging Techniques
in Dentistry

Burcu Keleş Evlice¹, Haluk Öztunç¹

¹Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Adana, Turkey

ABSTRACT

Since the discovery of x-rays in 1895, film has been the primary medium for capturing, displaying and storing radiographic images. Digital or filmless radiography is slowly being adopted by the dental profession. Digital radiography offers a number of capabilities compared with conventional radiography, such as postprocessing, electronic archiving, concurrent access to images, and improved data distribution. Computer based applications which are used for quantitative measurements and evaluations on digital images for better user interpretation. New diagnostic imaging processes are improved connected with the technological progress of computer systems. Since the first clinical use of computed tomography (CT) scans in 1972, technological development has been rapid. Dental volumetric tomography (DVT), uniquely used for dentomaxillofacial imaging came to the market owing to recent rapid developments in digital radiology technology and is becoming more popular in dental applications. Low radiation dose cone beam computed tomography (CBCT) units that are commercially available at a lower cost than CT units, has performed valuable diagnostic information for dentists.

Key words: Digital Radiology, Dentistry, Computed Tomography, Cone Beam Computed Tomography.

ÖZET

1895'te X-ışınlarının keşfinden itibaren film, radyografik görüntülerin kaydedildiği, gösterildiği ve saklandığı primer araç olmuştur. Dijital ya da filmsiz radyografinin diş hekimliği mesleğine adapte edilmesi zaman almıştır. Konvansiyonel radyografiyle karşılaştırıldığında dijital radyografinin görüntünün geliştirilmesi, elektronik arşivleme, görüntülere anında erişim ve veri dağıtımının



geliştirilmesi gibi çok sayıda üstünlüğü vardır. Dijital görüntüler üzerinde bilgisayar programları yardımıyla çeşitli sayısal ölçüm veya analizler yapılabilen ve bu şekilde görüntünün kapsadığı bilginin kullanıcı açısından daha kolay fark edilir ve değerlendirilir hale getirilmesi sağlanmaktadır. Bilgisayar sistemlerindeki teknolojik gelişmelere bağlı olarak yeni diagnostik görüntüleme yöntemleri geliştirilmiştir. 1972'de bilgisayarlı tomografilerin (BT) ilk klinik kullanımlarından itibaren teknolojik gelişim hız kazanmıştır. Son yıllarda çok hızlı bir gelişim gösteren dijital radyografi teknolojisinin yardımıyla ortaya çıkan ve sadece dentomaksillofasial görüntülerin elde edilmesine yarayan dental volumetrik tomografi (DVT) tarayıcıları diş hekimliği uygulamalarında her geçen gün daha fazla kullanım alanı bulmaktadırlar. BT cihazlarından daha düşük fiyatlarla piyasaya sürülen düşük dozlu konik ışın huzmeli bilgisayarlı tomografi (CBCT) cihazları diş hekimlerine son derece değerli diagnostik bilgiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Radyoloji, Diş Hekimliği, Bilgisayarlı Tomografi, Konik Işın Huzmeli Bilgisayarlı Tomografi.

Giriş

Radyografi; x-ışınları kullanılarak bir objenin fotoğrafik görüntüsünün film üzerine veya dijital olarak monitör üzerine kaydedilmesidir. Radyografi diş hekimliğinde kullanılan en değerli tanı yöntemlerinden biridir. Radyograflardan elde edilen bilgilerin doğru değerlendirilmesi ile birçok hastalığın teşhisi ve tedavi planlamasının yapılması mümkün olmaktadır¹. Bu makalede dijital radyoloji ve teknolojiye paralel şekilde gelişen ileri görüntüleme yöntemlerinin diş hekimliği radyolojisindeki kullanım alanlarını belirtmek amaçlanmıştır.

Tarihçesi

Diş hekimliğinde ilk radyografin kim tarafından elde edildiğini gösteren kesin bir belge yoktur. Ancak x-ışınlarının dünyaya tanıtılmasından sonra 1896'da Almanya'da Prof. Wilhelm Koenig ve Otto Walkhoff, İngiltere'de Frank Harrison, Amerika'da William James Morton ve Edmund Kells x-ışınlarını kullanarak dişlerin görüntülerini elde ettiler¹.

Radyoloji, diş hekimliği eğitimine 1909'da Howard R.Raper tarafından dahil edildi. İlk dental radyoloji kitabı da yine Raper tarafından 1913 yılında yazıldı^{2,3}. 1930'lu yıllardan itibaren teknolojik olarak günümüzdekilere benzer röntgen cihazları kullanılmaya başlanmıştır. 1940'ların sonunda Y.V. Paetero tarafından panoramik radyografi cihazı tanıtılmıştır. 1980'li yıllarda da dijital yöntemler diş hekimliği alanına girmiş; ilk dijital görüntüleme sistemi olan

RVG (Trophy Radiologie, Vincennes, France) 1984 yılında Dr. Frances Mouyens tarafından icat edilmiştir. Dijital yöntemler son yıllarda daha da popüler hale gelmiştir³⁻⁵.

Diş Hekimliğinde Dijital Radyografi

X-ışınlarının 1895'de bulunmasından bu yana film, görüntü alma ve alınan görüntülerin saklanıp biriktirilmesi açısından önemli gelişmeler olmuştur. 1940'ların başında bilgisayarların geliştirilmesiyle bilimin birçok alanında olduğu gibi teşhis cihazlarında da dijital görüntülemenin ilk basamakları oluşmuştur⁵.

Dijital radyografi; sensör yardımıyla radyografik imaj elde etmeyi, bu imajı elektronik parçalara ayırmayı, bilgisayarda göstermeyi ve saklamayı sağlayan bir görüntüleme yöntemidir. Film kullanılarak elde edilen geleneksel radyografilerle dijital radyografiler arasındaki en büyük farklılık görüntü alımında kullanılan reseptörler ve görüntüyü oluşturmak için kullanılan yöntemlerden kaynaklanır. Geleneksel yöntemlerdeki analog görüntüler yerini bilgisayar ortamında saklanabilen ve en son teknoloji kullanılarak üzerinde oynamalar yapılabilen dijital görüntülere bırakmıştır. Bu şekilde görüntünün saklanması kolaydır ve arşivleme sorunu yoktur. Film tekrarı sorunu çözümlenmiştir. Dijital röntgen görüntüleri, telefon hatlarıyla elektronik olarak taşınabilmektedir. Bu sayede filmin taşıma sorunu da ortadan kaldırılmış olur^{6,7}.

Dijital radyografi, geleneksel radyografiden daha az radyasyon gerektirir. Sensörler x-ışınına konvansiyonel filmlerden daha hassas olduğu için sensörde dijital bir imaj oluşturmak için daha az radyasyon yeterlidir^{2,8-10}. Ayrıca ekspozur zamanı konvansiyonel radyografiden %50-80 daha azdır. Radyasyon dozunun az olması hasta tarafından absorbe edilen radyasyon miktarını da azaltır².

Dijital radyografi ile çalışma süresi önemli ölçüde azalmıştır; film maliyeti ya da film banyosundan kaynaklanan problemler ile kimyasal atıklar söz konusu değildir; görüntüler üzerinde ölçümler ve renk ayarlamaları yapmak ve görüntüleri magnifiye ederek daha ayrıntılı inceleme yapmak mümkün olmaktadır^{1,11}. PACS (Picture Archiving and Communications System) adı verilen görüntü arşivleme ve iletişim sistemi ile hastalara ait veriler indekslenir ve depolanır^{12,13}.

Diş Hekimliğinde İleri Görüntüleme Teknikleri

Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Bilgisayarlı tomografinin teorisi, Amerikalı fizik profesörü A.M.Cormack tarafından geliştirilmiştir. İngiliz fizikçisi Dr. Godfrey Hounsfield'in 1972 yılında tanı alanına soktuğu ve x-ışınlarının keşfinden bu yana radyoloji alanında yapılmış en büyük ilerleme olarak kabul edilen bu yöntem, iki bilim adamına da 1979 Nobel Tıp Ödülü'nü kazandırmıştır. Ambrose (1973) ve Pfeiler (1976) başarılı klinik uygulamalar gerçekleştirmişlerdir. Literatürde BT bugüne kadar geliştirilmiş en kaliteli anatomik görüntüleme teknolojisi olarak yorumlanmaktadır¹⁴. BT görüntüleri, dairesel bir cihaza yerleştirilen X-ışını üreten bir kaynak ile onun karşısına konumlandırılan algılayıcının hastanın çevresinde dönerek elde ettiği verilerin bilgisayar algoritmaları kullanarak işlenmesiyle elde edilirler². BT' de hastanın tetkike hazırlanması, kesitlerin nereden başlayıp nerede sona ereceğini belirlemek, kesitler arası mesafeyi ayarlamak gerekir.

Diş hekimliğinde BT, maksillofasiyal bölgede rastlanabilen kist, tümör, inflamatuvar hastalık, oroantral fistül, fraktürler hakkında hekimlere çok net bilgiler verir. Bu görüntülerle lezyonların yapısı, lezyonun kemik, sinir ve diş kökleri ile komşulukları ile ilgili ayrıntılı bilgi sağlanır. BT ile dokuların aksiyal (ön-arka) kesitleri, süperpozisyonlar olmaksızın incelenecek bölgedeki yüzeysel ve derin yapıların görüntüleri, yumuşak dokuya ait görüntüler elde edilir. Lezyonların absorpsiyon değerlerini belirleyerek doku dansitelerini belirlemek mümkündür. Böylece dokunun veya tümörün içeriğinin sıvı, selüler veya vasküler olduğu anlaşılır. En önemli dezavantajı ise aynı bölgeden çok sayıda kesit ve görüntü alınması nedeniyle hastanın maruz kaldığı radyasyon miktarının yüksek olmasıdır^{8,15}.

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) elektromanyetik spektrumdaki iyonize özellik taşımayan radyofrekans (RF) dalgaları kullanılarak inceleme olanağı sağlamaktadır. Manyetik rezonans (MR) tekniğinde görüntülemenin oluşturulabilmesi için hasta çok güçlü bir magnetin içine yerleştirilir. Uygulanan manyetik alan 0.1 ile 4 T (Tesla) arasındadır (1 T= 10,000 x Dünyanın manyetik alanı). Bu alan içerisinde kalan dokulardaki mevcut atomların, özellikle de hidrojen atomunun nükleusları, uygulanan manyetik alana doğru yönelirler. RF uygulandıktan sonra vücuttan salınan enerji tespit edilerek bilgisayarda MR görüntüsü

oluşturulmaktadır¹⁶. Farklı doku yoğunluklarını ileri derecede kontrast hassasiyetiyle görüntüleyebilmesi ve iyonize radyasyon verilmemesi, özellikle yumuşak doku incelemelerinde bilgisayarlı tomografi yerine MR uygulamasının yaygınlaşmasını hızlandırmıştır¹⁵.

Temporomandibular eklem (TME) yapısı ve diski, tükürük bezi parankimi, lenf bezleri, kas ve yağ dokuları gibi anatomik yapıların yanı sıra, orofasiyal yumuşak doku lezyonları, tümörler ve kistlerin değerlendirilmesinde tercih edilen en başarılı görüntüleme yöntemidir. Görüntüleme süresinin uzun olmasına rağmen, elde edilen görüntünün kalitesi, tekniğin kullanımına dezavantaj oluşturmamaktadır¹⁵.

Ultrasonografi (USG)

İlk kez iki İtalyan zoolog 1794'te yarasaların ses dalgaları yardımı ile yön tayini yaptıklarını bulmuşlar ve buradan yola çıkarak ultrasonografinin (USG) temel prensiplerini oluşturmuşlardır¹⁷. Ultrason, kulağın tespit edemediği üst sınır olan 20 kHz üzerinde olan seslerin genel adıdır. Diagnostik ultrasonografi ya da diğer adıyla sonografi elde edebilmek amacıyla, 1 ile 20 mHz dalga boyundaki sesler klinik olarak uygulanmaktadır. Bu amaçla, elektrikli bir cihazda bulunan dönüştürücü yardımıyla bipolar özellik taşıyan piezoelektrik özellikteki madde yoluyla iletilen vibrasyonlar, dokulara ulaşır. Dokuların farklı sonik geçirgenliklerine bağlı olarak; emilen, yansıyan, geri dönen ya da difüzyona uğrayan sonik dalgalar tekrar piezoelektrik kristale ulaşarak, bilgisayarda işlenip görüntü meydana getirmektedir. X-ışınlı görüntülemeye imaj dokudan geçen ışınlar tarafından oluşturulurken, USG'de imajı meydana getiren, yansıyan ses dalgası ışınlarıdır. Her bir dokunun akustik geçirgenliğine bağlı olarak özel bir görüntüsü olduğu gibi, dokulardaki patolojik değişimler de aynı şekilde izlenebilmektedir¹⁸.

Maksillofasiyal bölgede USG özellikle, tükürük bezlerinin, yüzeysel tümör, kist ve enflamatuar değişimlerin saptanması ve boyutlarının belirlenebilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca TME incelemesinde yumuşak dokulara ait özelliklerin; eklem diskinin lokalizasyonu ve enflamatuar effüzyon gibi değişimlerin saptanmasında da kullanım alanı bulmaktadır¹⁸.

Dental Volumetrik Tomografi (DVT)

Genel olarak görüntü kaynağı ve detektör yapısı diğer tomografi sistemlerinden farklı olan bu yöntem konik ışınli volumetrik tomografi (CBVT) olarak da adlandırılmaktadır. Konik ışın

hüzmeli DVT teknolojisi hacimsel tomografi kavramına dayanır. Yoğun derecede bulunan kemik yapıların süperpozisyonunu minimuma indirerek 2 ve 3 boyutlu mükemmel görüntüleme olanağına sahip olan bu sistem sadece baş-boyun bölgesinin görüntülenmesi için kullanıldığından "Dental Volumetrik Tomografi (DVT)" tanımı bu cihazlar için daha uygun olmaktadır^{19,20}.

Dentomaksillofasiyal radyolojide son on yıldır sık sık sözü geçse de kuramsal olarak yeni bir teknik değildir. Bu yöntemin etkin kullanımı ilk defa 1982 yılında Mayo Kliniği'nde anjiyografi amacıyla gerçekleştirilmiştir²¹. Daha sonradan farklı deneysel modellerde girişimsel anjiyografi, dijital subtraksiyon anjiyografisi ve radyoterapi yönlendirmesi amacıyla kullanıldığı görülür²². İlk DVT cihazı olan NewTom QR DVT 9000 (Quantitative Radiology s.r.l., Verona, İtalya) piyasaya Nisan 2001 yılında çıkmıştır¹⁹.

BT tarayıcıları, kullanılan X-ışını demeti geometrisine göre fan beam (yelpaze şeklinde ışın) ve cone beam (konik hüzmeli ışın) olarak iki grup altında incelenebilir. Fan beam tarayıcılarda, X-ışını kaynağı ve solid-state detektör, dönen bir gantriye (X-ışın tüpünü taşıyan kısım) oturtulmuştur. Verinin elde edilmesi, dar fan şekilli X-ışını demeti kullanılarak hastanın taranması ile olmaktadır. Hasta kesit kesit ve genellikle aksiyel planda ışınlanır ve çoklu 2 boyutlu görüntülerin oluşturulması için kesitler toplanır.

DVT tekniğinde ise, hasta başının etrafında 360° dönerek tarama yapmak amacıyla iki boyutlu X-ışın sensörünün merkezinde bulunan dairesel veya dikdörtgen konik biçimli X-ışın demeti kullanılır. Tarama esnasında, her derece rotasyon için 1 adet olmak üzere, seri bir şekilde 360 ışınlama veya projeksiyon elde edilir. Bu projeksiyonların oluşturduğu ham dijital veri (projeksiyon verisi) kullanılarak ışınlanan hacim bilgisayar algoritması ile yeniden yapılandırılarak aksiyel, sagittal ve koronal görüntüler oluşturulur^{15,23}.

Görüntü çözünürlüğü yaklaşık 2 lp/mm olan DVT sistemleri BT görüntülerine oranla 4 kat netlik sağlar. BT görüntüsü uzaysal çözünürlükte bir azalma ile daha büyük kontrasta sahiptir ve her paralel dilimin arasında, tıbbi tarayıcılarda yerleşik hataya katkıda bulunan küçük bir boşluk bulunur. Bu boşluklar 1-1,5 mm'lik hatalar ile sonuçlanabilen yazılımın algoritması içinde düzeltilir. DVT için hatanın sınırları 0,1 mm'den daha azdır²⁴.

Birçok çalışma DVT teknolojisinin konvansiyonel BT'den daha kesin olduğunu göstermiştir²⁵. Bu sistemlerin en önemli avantajı ise panoramik radyografilerde kullanıldığı şekilde düşük enerjili sabit anot tüpü ile yapılan ışınlama sayesinde BT uygulamalarına oranla oldukça düşük

dozlarda radyasyon verilmesidir¹⁵. ALARA (As Low As Reasonably Achievable) prensibiyle hareket edildiğinde, daha kaliteli görüntüyü çok daha düşük dozlarla sağlayan bu yöntem hem diş hekimleri, hem de baş-boyun bölgesi patolojileriyle ilgilenen diğer hekimlere düşük hasta dozuyla çalışma olanağını sunmaktadır. Cihazın maliyetinin klasik BT cihazlarına oranla uygun olması da diğer cazip özelliklerinden birisidir.

Dişler ve kemiklerin normal anatomik yerleşimleri, patolojileri, travmalar, gömülü dişler, paranazal sinüs komşulukları, kistler, tümörler görüntünün istenen aks üzerinde döndürülebilmesi sayesinde farklı yönlerden izlenebilir. Özellikle implant uygulamaları için önemli olan kemik yoğunluk ölçümünün yanı sıra, kemiğin kalınlığının ölçülmesi de bu yöntemle kolaylıkla uygulanır. Görüntü üzerinde aynı zamanda bilgisayar programı kullanılarak rekonstrüktif planlamalar da yapılabilmektedir. Dental olarak, implant yerleşim simülasyonu yapmak ve implant giriş yolu protezleri hazırlamanın yanı sıra preoperatif ortognatik cerrahi modelleri üzerinde de konstrüksiyonlar ve sefalometrik analiz yapılabilir. Detaylı anatomik incelemelerde bulunulurken, yumuşak doku katmanları mevcutken ya da sadece kemik yapının izlenebileceği şekilde değerlendirme yapmak mümkündür^{18,26}.

Sonuç

Diş hekimliğinde radyografi tanıya yardımcı olan en önemli unsurlardandır. Son yıllarda radyografi tekniklerinde çok önemli gelişmeler gerçekleştirilmiştir. Teknoloji her alanda olduğu gibi diş hekimliğinde de hızla ilerlemekte ve sonuçta konvansiyonel radyograflar yerlerini görüntü performansını arttıran ve tanı ve tedavi planlamasında daha fazla kolaylık sağlayan dijital radyograflara bırakmaktadır.

Bilgisayar sistemlerinin gelişimine paralel olarak diagnostik inceleme yöntemleri de gelişmiş ve çoğalmıştır. Diş hekimliği pratiğinde bu yöntemlerin rutin kullanıma geçmesi, bireylerin artan kozmetik ve fonksiyonel ihtiyaçlarını sağlamak amacıyla dental implantların daha sık uygulanır olması, toplumda TME şikayeti sıklığında artış görülmesi ve travma değerlendirmelerinde daha geçerli bulgular sağlanması nedeniyle ileri görüntüleme yöntemlerine başvurma sıklığını arttırmıştır.

Kaynaklar

1. Eisenberg RL. Radiology: An Illustrated History. St Louis: Mosby-Year Book Inc. 1996.

2. Harorlı A, Akgül H M, Dağistan S. Dişhekimliği Radyolojisi. 1.baskı, Erzurum: Eser Ofset Matbaacılık. 2006.
3. Canger E M, Çelenk P. Dünyada ve Türkiye’de diş hekimliği radyolojisinin gelişimi. Türkiye klinikleri Journal of Medical Ethics. 2005; 13:48-54.
4. Jacobsohn P H, Fedran R J. Making darkness visible: the discovery of x-ray and its introduction to dentistry. J Am Dent Assoc. 1995; 126:1359-67.
5. Parks E T, Williamson G F. Digital radiography: an overview. J Contemp Dent Prac. 2002; 3:1-13.
6. Petrikowski C G. Introducing digital radiography in the dental office: an overview. J Can Dent Assoc. 2005; 71:651.
7. Brennan J. An introduction to digital radiography in dentistry. J Orthod. 2002; 9:66-9.
8. White S C, Pharoah M J. Oral Radiology Principles and Interpretation. 5th Ed, St.Louis: Mosby Inc, 2004.
9. Kantor M. Dental digital radiography. J Am Dent Assoc. 2005; 136:1358–62.
10. Soğur E, Akdeniz B G. Dişhekimleri ve dişhekimliği öğrencilerinin dijital radyografi hakkındaki bilgi, tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2005;32:207-13
11. Johnson O N, Thomson E M. Essentials of Dental Radiography For Dental Assistants and Hygienists. 8th Ed, New Jersey: Pearson Education Inc. 2007.
12. Dugas M, Trumm C, Stabler A. Caseoriented computer-based-training in radiology: concept, implementation and evaluation. BMC Med Educ. 2001; 1:5.
13. Mullins M E, Mehta A, Patel H, McCloud T C, Novelline R A. Impact of PACS on the education of radiology residents: the residents perspective. Acad Radiol. 2001; 8:67-73.
14. Patel S, Dawood A, Pitt Ford T, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. Int Endod J. 2007; 40; 818–30.
15. Erdem T, Aydın KC. Diş hekimliğinde kullanılan ileri görüntüleme teknikleri. Türk Diş Hekimleri Birliği Dergisi. 2006; 96:48-52.
16. Akar GC, Köseoğlu K. Temporomandibular eklem rahatsızlıklarının tanısında kullanılan radyolojik yöntemler ve manyetik rezonans görüntüleme değerlendirme kriterleri: derleme çalışması. Ege Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Dergisi. 2006; 27:107-16.
17. Rallan D, Harland CC. Ultrasound in dermatology-basic principles and applications. Clin Exp Dermatol. 2003; 28:632-8.
18. Oyar O. Radyolojide Temel Fizik Kavramlar. Nobel Tıp Kitabevi. 1998.
19. Kamburoğlu K. Dental volumetrik tomografi (Dental cone beam tomografi). Ankara Diş hekimleri Odası Klinik Bilimler Dergisi. 2007; 2:55-60.
20. Kau CH, Richmond S, Palomo JM, Hans MG. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. J Orthod. 2005; 32:282-93.

21. Robb RA. Dynamic Spatial Reconstructor: An X-ray Video Fluoroscopic CT scanner for dynamic volume imaging of moving organs. IEEE Trans Med Imaging. 1982; 1:22-3.
22. Wiesent K. Enhanced 3D reconstruction algorithm for c-arm systems suitable for Interventional procedures. IEEE Trans Med Imaging. 2000; 19:391-403.
23. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. Orthod Craniofac Res. 2003; 31:179-82.
24. Michael G. X-ray computed tomography. Physics Education. 2001; 36:251-442.
25. Hashimoto K, Kawashima W. Comparison of image performance between conebeam CT for dental use and four row multidetector helical CT. J Oral Sci. 2006; 48:27-34.
26. Erickson M, Caruso J M, Leggitt L. Newtom QR-DVT 9000 imaging used to confirm a clinical diagnosis of iatrogenic mandibular nerve paresthesia. J Calif Dent Assoc. 2003; 31:843-5.

Correspondence Address / Yazışma adresi:

Burcu Keleş Evlice
Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı
Adana, Turkey
e-mail: burcukeles@yahoo.com